



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DIRETORIA DE PESQUISA

RELATÓRIO TÉCNICO - CIENTÍFICO FINAL

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

PIBIC/CNPq, PIBIC/CNPq-AF, PIBITI, PIBIC/UFPA, PIBIC/UFPA-AF, PIBIC/UFPA-INTERIOR,
PIBIC/UFPA-EBTT, PIBIC/UFPA-PcD, PRODOUTOR, PRODOUTOR RENOVACÃO, PIVIC, FAPESPA,
PIBIC-EM.

PERÍODO: setembro/2024 a agosto/2025

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

Título do Projeto de Pesquisa: PRO1229-2014 - Subsídios urbanísticos para a construção de Plano Metropolitano de drenagem urbana, Região Metropolitana de Belém, Pará

Nome do Orientador: Juliano Pamplona Ximenes Ponte

Titulação do Orientador: Arquiteto e urbanista (UFPA, 1999), especialista em Gestão Urbana (CESUPA, 2002), Mestre em Planejamento Urbano e Regional (IPPUR-UFRJ, 2004), Doutor em Planejamento Urbano e Regional (IPPUR-UFRJ, 2010).

Unidade (Campi/Instituto/Núcleo): Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, UFPA Belém (FAU-ITEC-UFPA)

Laboratório: Laboratório Cidades na Amazônia (LABCAM)

Título do Plano de Trabalho: **Subsídios urbanísticos para a construção de Plano Metropolitano de drenagem urbana em Barcarena, Pará.**

Nome do Bolsista: Maria Elizabeth Quaresma de Souza (202004340035)

Tipo de Bolsa:

- ☒ PIBIC/CNPq
- ☐ PIBIC/CNPq-AF
- ☐ PIBITI
- ☐ PIBIC/UFPA
- ☐ PIBIC/UFPA-AF
- ☐ PIBIC/UFPA-INTERIOR
- ☐ PIBIC/UFPA-EBTT
- ☐ PIBIC/UFPA-PcD
- ☐ PIBIC PRODOUTOR
- ☐ PIBIC PRODOUTOR RENOVACÃO
- ☐ PIVIC
- ☐ FAPESPA
- ☐ PIBIC-EM

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
OBJETIVOS	6
METODOLOGIA.....	6
RESULTADOS	8
Bacia do Rio Acará	21
Bacia do Igarapé Tucumandeua	25
Bacia do Rio Icaraú	28
Bacia do Igarapé São Felipe	32
Bacia do Igarapé Bacuri	35
Bacia do Igarapé Macajuba	38
Bacia do Igarapé Turuí	41
Bacia do Igarapé Guajará da Serraria	44
Bacia do Igarapé Cabresto	47
Bacia do Igarapé Caeté	50
Bacia do Rio Itaporanga	52
Bacia do Rio Barcarena	56
Bacia do Furo do Arrozal	59
Bacia Mucura	62
Bacia do Murucupi	65
Bacia do Rio Arienga	68
Bacia do Igarapé Tauá	71
Bacia do Guajaraúna	74
Bacia do Rio Arapiranga	76
Bacia do Igarapé Piramanha	79
PERSPECTIVAS.....	88
DIFICULDADES.....	88
CONCLUSÕES.....	88
BIBLIOGRAFIA	89

INTRODUÇÃO

As cidades contemporâneas enfrentam intensos impactos ambientais, que devem ser compreendidos não apenas como potenciais riscos à saúde, mas também como reflexo da relação desequilibrada entre sociedade e natureza (Pinto, 2020). Em polos industriais, nesse contexto, a atividade mineradora (quando conduzida sem o devido planejamento sustentável) acarreta significativos impactos ambientais e comprometimento da qualidade de vida das populações locais, resultando no declínio socioeconômico regional e na geração de extensos passivos ambientais (Portella, 2015).

Sendo assim, um dos instrumentos mais relevantes para o planejamento urbano é o Plano Diretor, obrigatório para municípios inseridos em área de influência de empreendimentos ou atividades que causem significativo impacto ambiental a nível regional ou nacional (Brasil, 2001). Ele assume papel fundamental ao integrar e enfrentar os principais problemas urbanos, sociais e econômicos, abrangendo questões como saneamento, saúde, enchentes e a poluição das águas e do ar (Villaça, 2005 apud Schweigert, 2007, p. 24).

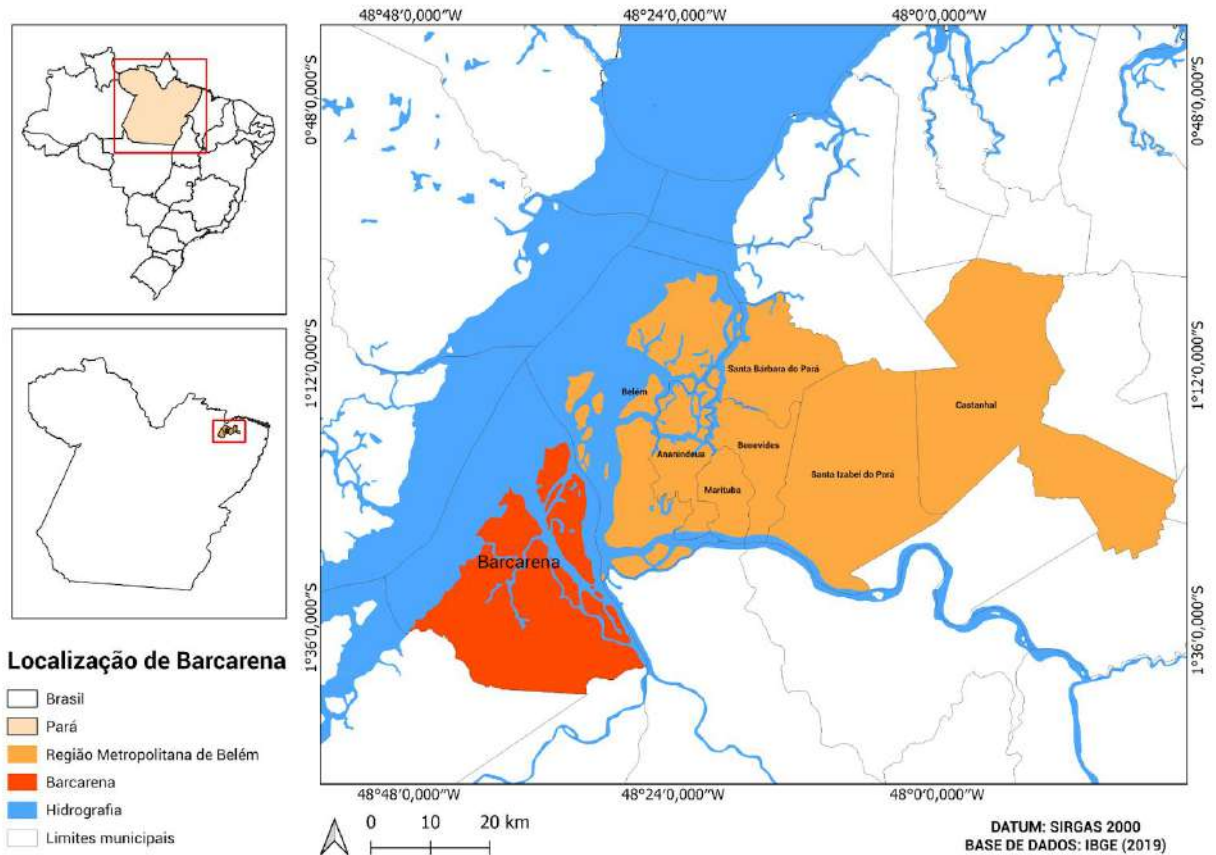
Nesse sentido, a abordagem territorial do planejamento urbano precisa considerar as bacias hidrográficas, uma vez que as atividades humanas ocorrem sobre elas, as quais abrangem áreas urbanas, agrícolas, industriais e de preservação (Porto e Porto, 2008). Dessa forma, elas possuem relação direta com o uso e ocupação do solo, onde a falta de planejamento na ocupação urbana, aliada às ocupações informais ou irregulares, provoca mudanças expressivas nos processos hidrológicos em função da nova utilização do solo (Pedrosa, 2008).

Portanto, o planejamento urbano precisa ter uma visão integrada à bacia hidrográfica e, para isso, é necessário se ter uma boa compressão da região em análise, considerando tanto os equipamentos urbanos e o desenvolvimento do urbanismo quanto os processos hidrológicos e as estruturas hidráulicas presentes (Pedrosa, 2008). Sendo assim, para compreender melhor os aspectos discutidos, o município de Barcarena, no Pará, é apresentado como estudo de caso desse trabalho, onde os desafios urbanos e ambientais são evidentes.

O município de Barcarena está localizado no estado do Pará, na região Norte do Brasil, e tem uma área territorial de 1.310,338 km² (IBGE, 2024). Ele se localiza a 01°30'21" de latitude sul e 48°37'33" de longitude oeste, e faz fronteira ao Norte com a Baía do Guajará e com o município de Belém, a Leste com a Baía do Guajará e com o município de Acará, a Oeste

com a Baía do Marajó e ao Sul com os municípios de Moju e Abaetetuba (Pantoja *et al.*, 2021; Pitoraba *et al.*, 2017; Figura 1).

Figura 1 — Mapa de Localização de Barcarena.



Na década de 1980, Barcarena recebeu a atenção das políticas públicas com a implementação do "Complexo Industrial da Alunorte", que impulsionou a expansão da Vila dos Cabanos e gerou uma significativa reestruturação urbana e rural no município (Carmo; Costa, 2016). Apesar do crescimento significativo do PIB do município devido aos investimentos, a qualidade de vida da população de baixa renda não melhorou — essa situação é evidenciada por desapropriações, danos ambientais, precarização do trabalho e discrepâncias entre o crescimento econômico e os índices de desenvolvimento humano (Nascimento; Hazeu, 2015; Tabela 1; Tabela 2).

Tabela 1: Dados do Brasil, do município de Belém e do município de Barcarena sobre faixas de rendimento médio mensal das famílias em domicílios particulares permanentes para o Censo 2000. Fonte: IBGE (2000).

Famílias residentes em domicílios particulares por classes % de rendimento nominal mensal familiar per capita e tipo de composição familiar – Censo demográfico 2000														
Território	Total	<= 1/8 SM	> 1/8 <= 1/4 SM	> 1/4 <= 1/2 SM	>= 1/2 <= 3/4 SM	> 3/4 <= 1 SM	>= 1 <= 1 1/4 SM	> 1 1/4 <= 1 1/2 SM	> 1 1/2 <= 2 SM	> 2 <= 3 SM	> 3 <= 5 SM	> 5 <= 10 SM	> 10 SMs	/ renda s/d
Brasil	100	2,19	5,69	14	10,39	12,61	6,18	6,16	9	9,1	8,16	6,22	3,94	6,35 ...
Belém-PA	100	3,15	10,24	19,21	13,49	12,04	6,27	5,52	6,75	5,65	5,03	2,51	1,11	9,04 ...
Barcarena-PA	100	1,09	4,98	15,77	12,13	11,3	6,15	6,14	8,3	8,26	7,45	6,44	3,9	8,09 ...

Tabela 2: Percentual de pessoas com rendimento médio mensal, a partir de 10 anos de idade, com rendimento e sem rendimento, para o Brasil, municípios de Barcarena e Belém e para a Região Metropolitana de Belém para os Censos Demográficos 2000 e 2010 do IBGE (2010; 2000).

Brasil, Município e Região Metropolitana até 2020	Pessoas de 10 anos ou mais de idade, por classes de rendimento nominal mensal - Resultados Gerais da Amostra. Ano x Classes de rendimento nominal mensal (Censos demográficos 2000 e 2010, IBGE)																	
	2000									2010								
	Total	Até 1 salário mínimo	Mais de 1 a 2 salários mínimos	Mais de 2 a 3 salários mínimos	Mais de 3 a 5 salários mínimos	Mais de 5 a 10 salários mínimos	Mais de 10 a 20 salários mínimos	Mais de 20 salários mínimos	Sem rendimento	Total	Até 1 salário mínimo	Mais de 1 a 2 salários mínimos	Mais de 2 a 3 salários mínimos	Mais de 3 a 5 salários mínimos	Mais de 5 a 10 salários mínimos	Mais de 10 a 20 salários mínimos	Mais de 20 salários mínimos	Sem rendimento
Brasil	100	17,92	14,04	7,17	7,44	6,7	2,87	1,63	42,22	100	27,78	20,33	7,02	5,68	4,12	1,54	0,75	32,78
Barcarena (PA)	100	18,75	12,89	5,27	4,69	4,56	2,13	0,66	51,04	100	31,14	14	5,04	4,23	2,05	0,39	0,21	42,94
Belém (PA)	100	16,23	14,59	6,45	6,47	6,34	3,15	1,84	44,92	100	27,66	16,55	5,72	5,2	4,77	1,93	1,09	37,09
RM Belém (PA)	100	16,34	14,77	6,56	6,46	5,82	2,64	1,48	45,94	100	28,65	17,09	5,58	4,66	4	1,53	0,82	37,66

A cidade, também, é um importante polo industrial no Pará, abrigando o maior porto industrial do Estado (Porto da Vila do Conde) que serve um complexo alumínico e um polo caulínífero — no entanto, o derramamento de produtos químicos nos últimos anos tem causado acidentes ambientais, tornando a área um potencial risco de poluição e gerando transtornos para a população, especialmente para aqueles que dependem dos recursos pesqueiros para a renda e alimentação (Paz, Frédou; Frédou, 2021). Nesse contexto, Barcarena se mostra como um espaço propenso à Injustiça Ambiental, que consiste na destinação desigual da carga de danos ambientais a grupos marginalizados e mais vulneráveis (Herculano, 2008).

Desse modo, essa pesquisa justifica-se pela relevância de Barcarena perante a Região Metropolitana de Belém (RMB), principalmente pela particularidade do município em sua intensa atividade mineradora e os riscos socioambientais que podem ser acarretados por ela. É necessário, então, enfrentar esses impactos através de uma base técnica que contribua para a elaboração de políticas públicas de drenagem urbana efetivas.

OBJETIVOS

Esse trabalho pretende dar continuidade a estudos anteriores acerca do desenvolvimento de uma metodologia de análise urbanístico-ambiental das bacias hidrográficas da Região Metropolitana de Belém. Assim, a pesquisa visa fornecer subsídios para a elaboração de um Plano Metropolitano de Drenagem Urbana na RMB, baseado em soluções do campo da natureza e do Planejamento Urbano e Regional.

As atividades deste ciclo de iniciação científica foram focadas em Barcarena, o município mais recente a ser integrado à RMB. Desse modo, a revisão da literatura existente e a coleta de referencial teórico, aliadas a coleta e análise de dados estatísticos e a elaboração de mapas e tabelas referente às bacias hidrográficas do município foram as tarefas desenvolvidas, estando de acordo com o plano de trabalho previsto. Em adição ao plano de trabalho original, essa pesquisa irá fomentar o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) da autora.

METODOLOGIA

Para a metodologia adotada, foi realizado um levantamento de referencial teórico para basear análises sociais e ambientais acerca do município de Barcarena. A seleção desse material foi feita a partir de reuniões com o orientador, delimitando os autores e temas mais adequados para o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, realizou-se uma coleta de artigos e notícias acerca de desastres ambientais ocorridos na região de Barcarena ocasionados por mineradoras,

a fim de criar uma linha do tempo clara que exponha as complicações socioambientais advindas dessa atividade industrial e dos rejeitos por ela gerados.

Ademais, fez-se uma consulta ao Plano Diretor de Barcarena (2016), reunindo os pontos mais relevantes sobre aspectos relacionados ao uso do solo e à gestão ambiental, buscando analisar como a legislação é refletida nos dados estatísticos mais recentes, como o Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Outra atividade realizada foi a coleta de dados estatísticos e cartográficos, que foram organizados em mapas e tabelas com o intuito de auxiliar na delimitação das bacias hidrográficas de Barcarena e, a partir daí, construir-se uma proposta de delimitação.

Partindo dessa delimitação, foram analisadas imagens de satélite provenientes do *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) e do LANDSAT 08, disponíveis no site USGS Earth Explorer — esses dados foram processados utilizando o software QGIS, resultando na elaboração de mapas temáticos relacionados à declividade, hipsometria, além da identificação de áreas verdes e superfícies permeáveis. A análise da declividade foi feita com base na reclassificação da imagem SRTM, conforme os critérios da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que estabelece as seguintes categorias: 1) plano (0% a 3%), 2) suave ondulado (3% a 8%), 3) ondulado (8% a 20%), 4) forte-ondulado (20% a 45%), 5) montanhoso (45% a 75%) e 6) escarpado (acima de 75%). Além disso, foram geradas curvas de nível com equidistância de dois metros a partir da imagem SRTM, seguindo o padrão topográfico adotado pela Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM), com o objetivo de produzir mapas hipsométricos das bacias hidrográficas de Barcarena.

O *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) foi utilizado para o mapeamento de áreas verdes e permeáveis. Utilizando as imagens das bandas B4 (vermelho) e B5 (infravermelho próximo) do satélite LANDSAT 08 sensor OLI, foi realizada uma equação com a diferença entre as bandas dividido pela soma entre as bandas [$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$], gerando uma imagem que foi reclassificada de acordo com intervalos adequados para as condições das bacias, em 4 classes: 1) água (-1 a -0,03), 2) solo exposto (-0,03 a 0,23), 3) vegetação esparsa (0,23 a 0,42) e 4) vegetação densa (acima de 0,42).

RESULTADOS

De acordo com as informações do Censo 2022, Barcarena possui uma população de 126.650 pessoas, resultando em uma densidade demográfica de 96,65 hab/km² (IBGE, 2022). Comparando com o Censo Demográfico de 2010, no qual possuía 99.859 habitantes, a população de Barcarena teve um crescimento de aproximadamente 26,84% entre 2010 e 2022. No que diz respeito à renda, o PIB *per capita* é de R\$ 71.473,92, enquanto a renda *per capita*, de acordo com o Censo de 2010, é de R\$ 437,43 (IBGE, 2021; IBGE 2010), portanto inferior à da capital e mesmo à média metropolitana, como pode ser visto nos dados anteriormente exibidos (Tabela 1; Tabela 2).

Sobre a infraestrutura urbana, o Censo de 2022 mostra que o percentual de domicílios ligados à rede de esgoto é de 15,15%, enquanto o percentual de domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água é de 31,07%, demonstrando um aumento percentual perante o Censo de 2010. Todavia, esses números ainda refletem situações bastante precárias nos serviços urbanos de acesso a água e esgotamento sanitário, com percentuais muito abaixo dos vistos nacionalmente. Além disso, o percentual de domicílios com coleta de lixo é de 85,55%, havendo uma queda no percentual de 2010, demonstrando que a gestão dos resíduos sólidos não acompanhou o crescimento populacional (Tabela 3).

Tabela 3: Barcarena, PA; Infraestrutura Urbana: Domicílios ligados à rede de esgoto, domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água e domicílios com coleta de lixo, por número de domicílios e percentual municipal, na Região Metropolitana de Belém, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 e 2022.

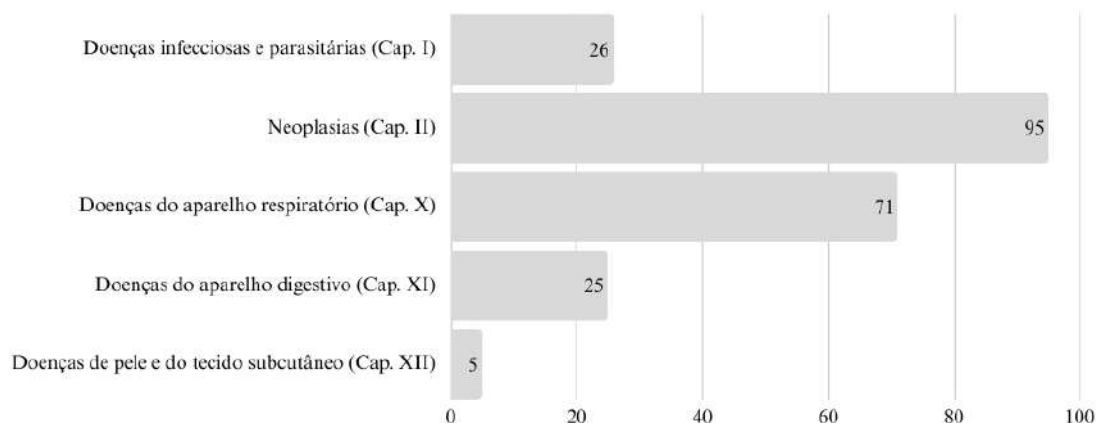
Ano	Domicílios com ligação à rede de esgoto		Domicílios ligados à rede geral de abastecimento de água		Domicílios com coleta de lixo	
	(domicílios)	(%)	(domicílios)	(%)	(domicílios)	(%)
2010	730	7,7	2.131	22,6	9.228	98,1
2022	5.753	15,2	11.799	31,1	32.490	85,6

Fonte: IBGE — Censo Demográfico (2010; 2022)

Nesse sentido, a deficiência dos serviços de saneamento básico e gestão de resíduos impacta tanto áreas urbanas quanto rurais, favorecendo a propagação de doenças infectocontagiosas e dificultando o controle de surtos e epidemias (Vitor *et al.*, 2021). No caso de Barcarena, um outro agravante para a saúde da população é a mineração, que caso não seja conduzida de maneira adequada pode causar a contaminação da água, solo e ar, expondo os habitantes a metais pesados e fuligem. Em 2023, o número de óbitos por condições que possam ter relação com saneamento e atividade mineraria foi de 222 mortes, incluindo doenças

infecciosas e parasitárias, problemas do aparelho respiratório e digestivo, doenças de pele e neoplasias (Figura 2).

Figura 2 — Óbitos de 2023 por Capítulo da CID-10 em Barcarena-PA.



Fonte: DATASUS (2023)

No que diz respeito ao zoneamento, o Plano Diretor de Barcarena (2016) divide o município em Macrozonas Urbana e Rural, com o seguinte Zoneamento Especial:

a. Zona Especial de Interesse Social; b. Zona Especial de Conservação e Preservação Ambiental; c. Zona Especial de Desenvolvimento Sustentável; d. Zona Especial de Interesse Industrial; e. Zona Especial de Apoio Logístico; f. Zona Especial de Preservação Cultural e de Interesse Turístico; g. Zona Especial Portuária; h. Zona Especial das Orlas Flúvio-Estuarina. (Barcarena, 2016, p. 64)

O Plano Diretor de Barcarena (2016) estabelece diretrizes para o uso do solo e para o desenvolvimento territorial, com o objetivo de promover um crescimento urbano e econômico sustentável. Uma das políticas, presente no Artigo 9º, é o incentivo ao remanejamento de moradores da Zona Industrial para Zonas Urbanas ou de Expansão Urbana, além da remoção de residentes de áreas de risco para áreas adequadas (Barcarena, 2016). Contudo, no geral, a realocação normalmente ocorre de forma insatisfatória, sem garantir condições dignas para a população remanejada. Além disso, embora o Plano Diretor enfatize a necessidade de realocações, regularização e urbanização de assentamentos precários, ele também mostra uma dependência excessiva de parcerias com o setor privado para a realização de projetos urbanos, o que levanta questões sobre a priorização dos interesses públicos frente aos privados.

De acordo com o Censo Demográfico de 2022, Barcarena apresenta seis favelas e comunidades urbanas. Ao comparar os dados desse levantamento com os dos aglomerados subnormais do Censo de 2010, além dos resultados preliminares de 2019, foi possível notar a ocorrência de um aumento geral da população e do número de domicílios que ocupam esses

espaços: em 2010, cerca de 2.573 pessoas viviam nessas condições (2,6% da população), número que aumentou para aproximadamente 6.480 pessoas em 2019 (5,2%) e se manteve em patamar semelhante em 2022, com 6.372 pessoas (5%). O número de domicílios também acompanhou essa tendência, passando de 665 em 2010 para 2.520 em 2022, representando 6,6% do total dos domicílios do município (Tabela 4; Tabela 5). A análise espacial evidencia que a maior parte dessas comunidades estão parcialmente ou completamente localizadas em áreas com suscetibilidade a inundações, exigindo uma atenção ainda maior nos quesitos de drenagem urbana e saneamento básico devido a sua vulnerabilidade socioambiental (Figura 3).

Tabela 4: População e percentual da população residente em Aglomerados Subnormais e em Favelas e Comunidades Urbanas, no município de Barcarena-PA.

Aglomerados subnormais (2010)		Aglomerados subnormais (2019)		Favelas e comunidades urbanas (2022)	
(população)	(%)	(população)*	(%)*	(população)	(%)
2573	2,6%	6480	5,2%	6372	5,0%

*Estimativa baseada em dados do IBGE

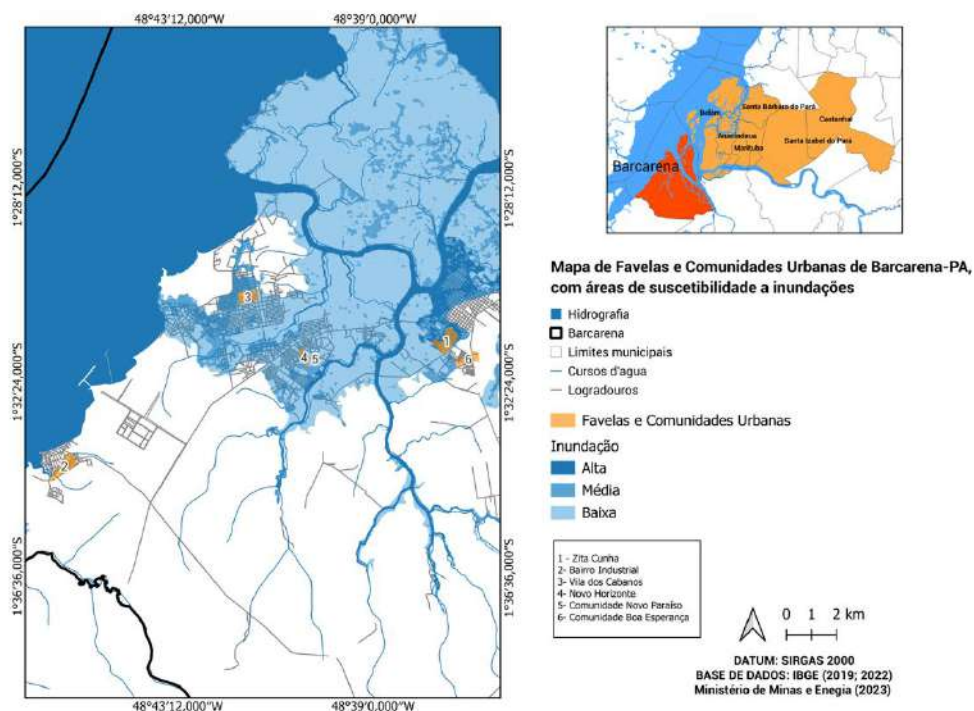
Fonte: IBGE Censo Demográfico (2010; 2022); IBGE Classificação preliminar aglomerados subnormais (2019).

Tabela 5: Domicílios e percentual da domicílios em Aglomerados Subnormais e em Favelas e Comunidades Urbanas, no município de Barcarena-PA.

Aglomerados subnormais (2010)		Aglomerados subnormais (2019)		Favelas e comunidades urbanas (2022)	
(domicílios)	(%)	(domicílios)	(%)	(domicílios)	(%)
665	2,7%	1648	5,2%	2520	6,6%

Fonte: IBGE Censo Demográfico (2010; 2022); IBGE Classificação preliminar aglomerados subnormais (2019).

Figura 3 — Mapa de Favelas e Comunidades Urbanas de Barcarena-PA, com áreas de suscetibilidade a inundações.



Além disso, as diretrizes existentes acerca do desenvolvimento econômico e da implantação de novas áreas industriais, como as existentes no Artigo 18 e no Artigo 19, dizem que:

Art.18 - São Diretrizes da política de desenvolvimento econômico: [...] II - Estabelecer áreas para a implantação de empresas, por meio dos instrumentos de política urbana, em parceria com outras secretarias municipais e entidades ou organismos estaduais e federais; [...] Art.19 - A Política de Desenvolvimento Econômico, definida nesta Lei, articulada com a promoção do desenvolvimento econômico sustentável, visará à justiça e à inclusão social com melhoria da qualidade de vida da população, e tem por fim: [...] II -A implementação de condições favoráveis à instalação de áreas industriais, parques e distritos de alta tecnologia, especialmente estimulados pela presença da zona portuária; [...] VI -O implemento da área destinada a Zona de Processamento e Exportação - ZPE, com infraestrutura de apoio a instalação de novos empreendimentos industriais no município; (Barcarena, 2016, p. 17-18)

Nesse contexto, apesar de possivelmente trazerem benefícios econômicos, essas políticas preocupam no quesito social e ambiental — os impactos advindos desses empreendimentos são debates muito relevantes para a população do município. Desse modo, manter o foco no crescimento industrial e na atração de investimentos, sem uma análise crítica dos limites ecológicos e das necessidades da população, pode resultar em um desenvolvimento que prioriza o capital em detrimento da sustentabilidade socioambiental.

Apesar disso, sustentabilidade é um dos pontos mais mencionados no Plano Diretor de Barcarena (2016), tendo a política territorial orientando-se por diretrizes, como as diretrizes presentes no Artigos 9º, que visam preservar, recuperar e aproveitar adequadamente o meio

ambiente, com foco em áreas de interesse ambiental, como os mananciais e as áreas de preservação permanente. Nesse sentido, o artigo 66 estabelece que o Poder Público deve conservar e ampliar as áreas verdes existentes, implantando-as em cabeceiras de drenagem com programas de recuperação e assegurando o acesso da população de forma compatível com sua manutenção. O artigo determina, também, a recuperação de áreas degradadas, a implantação de áreas verdes previstas em loteamentos e empreendimentos, a garantia de usos compatíveis com a preservação e, por fim, a promoção de parcerias entre setor público, privado e terceiro setor, por meio de incentivos fiscais, para criação e manutenção desses espaços (Barcarena, 2016).

O Artigo 10, por sua vez, incentiva o acesso a recursos essenciais, como água, saneamento e gestão adequada de resíduos, visando a universalização desses serviços para toda a população (Barcarena, 2016). Sobre o abastecimento de água, o Artigo 82 estabelece como ações prioritárias: a realização de obras estruturantes e a ampliação contínua da oferta para atender toda a população com qualidade; a criação de mecanismos de financiamento que viabilizem o acesso domiciliar; a promoção do uso racional da água e do reuso por meio de projetos específicos; e a adoção de instrumentos de proteção das nascentes, matas ciliares e mananciais utilizados no abastecimento (Barcarena, 2016).

O Artigo 83, no Parágrafo Quinto, vai tratar do esgotamento sanitário e, desse modo, vai definir como prioritário o controle e tratamento de efluentes de empreendimentos poluidores, a universalização da coleta e tratamento de esgoto começando pelas áreas mais densas, a manutenção integral das unidades operacionais e a ampliação e melhoria da rede coletora e de tratamento no município (Barcarena, 2016). Além disso, o Artigo 84, referente ao manejo de águas pluviais e drenagem urbana, diz que o município deve adotar o Plano de Saneamento Ambiental como instrumento de gestão, contemplando ações de reordenamento territorial, prevenção de enchentes e erosão, controle das águas pluviais e proteção da região costeira, além de também prever consórcios públicos para monitoramento da macrodrenagem (Barcarena, 2016).

A política de gestão de resíduos sólidos de Barcarena, citada do Artigo 86 ao 89, se alinha à Lei Federal nº 12.305/2010, instituindo a política municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PMGIRS, a fim de estabelecer diretrizes para todo o ciclo dos resíduos — da geração à disposição final (Barcarena, 2016). O município deve assegurar a universalização e qualidade dos serviços de limpeza urbana, promover capacitação técnica, fomentar a logística reversa e apoiar cooperativas e associações de catadores e, além disso, o plano prevê áreas para

aterros sanitários, unidades de tratamento, descentralização dos serviços e equipamentos urbanos adequados para coleta seletiva (Barcarena, 2016).

Contudo, apesar dessas diretrizes, os dados presentes no Censo 2022 mostram que a efetividade delas na prática é limitada pois a universalização do acesso a esses serviços ainda está bem longe da realidade, com apenas aproximadamente um sexto da população tendo acesso à rede de abastecimento de água e menos de um terço dos habitantes tendo acesso à rede de esgoto (IBGE, 2022).

Um trecho muito relevante no Plano Diretor de Barcarena (2016) é o Artigo 64, que destaca a recuperação de ambientes degradados, a promoção da sustentabilidade ecológica e a proteção dos ecossistemas locais, usando os recursos naturais de forma racional. Além disso, o artigo enfatiza a necessidade de regulamentação e fiscalização rigorosa das atividades que impactam o meio ambiente, impondo responsabilidades aos agentes causadores de danos:

XIII - Combater qualquer tipo de atividade poluidora ou potencialmente poluidora que não estejam de acordo com as normas legais que estabelecem critérios e limites para esses tipos de atividades definindo metas de redução da poluição, considerando a intersetorialidade dos agentes responsáveis envolvidos; (Barcarena, 2016, p. 39)

Entretanto, o artigo se torna um tanto genérico, sem estabelecer instrumentos concretos para o combate dessa problemática. Nesse contexto, é importante enfatizar que Barcarena tem um histórico intenso de contaminação e crimes ambientais, causados devido à atividade de grandes empresas e mineradoras no município (Quadro 1).

Quadro 1: Linha do tempo dos desastres e crimes ambientais ocorridos em Barcarena-PA.

(continua)

Ano	Desastres e crimes ambientais	Empresa responsável
1991	Casos fluorose em igarapés	Albras
2000	Naufrágio com derramamento de óleo no rio Pará	Balsa Miss Rondônia
2002	Derramamento de coque no rio Pará	Albras/Alunorte
2003	Vazamento de lama vermelha no rio Murucupi, com alteração de cor da água e aparecimento de peixes mortos em três períodos do ano (abril, maio e junho)	Alunorte
2004	Vazamento na bacia de rejeitos contaminado os igarapés Curupeté e Dendê (1); Chuva de Fuligem (2).	1. Imerys; 2. Alunorte
2005	Vazamento de soda cáustica no rio Pará	Alunorte
2006	Vazamento de rejeitos que contaminaram poços artesianos; Lançamento de Fuligem.	Imerys

(conclusão)

Ano	Desastres e crimes ambientais	Empresa responsável
2007	Transbordo de efluentes ácidos que atingiu os igarapés Curupeté, Dendê e o rio Pará e as praias do Caripi e Itupanema.	Imerys
2009	Transbordamento de bacia de rejeitos (lama vermelha) e de canal de drenagem no rio Murucupi, ocasionando mortes de peixes.	Alunorte
2010	Nuvem de fuligem no bairro Industrial.	Imerys
2011	Rompimento de duto com efluentes ácidos atingindo os igarapés Curupeté e Dendê.	Imerys
2012	Vazamento de caulim, contaminando o rio Maricá.	Imerys
2014	Vazamento de caulim da bacia de rejeitos, contaminando os igarapés Curupeté e Dendê.	Imerys
2015	Despejo de soja e fezes de bois no rio Arrozal (1); Navio Haidar afundou no porto da Vila do Conde com cinco mil bois vivos e setecentas toneladas de óleo (2).	1. Bunge 2. Minerva, Norte Trading Operadora Portuária, Tamara Shipping e CDP
2016	Vazamento de caulim, contaminando as águas do rio das Cobras e dos igarapés do Curupeté, Dendê e São João, além da praia de Vila do Conde.	Imerys
2018	Vazamento de efluentes no rio Murucupi e em diversos igarapés	Hydro Alunorte
2021	Explosão seguida de incêndio ocorrido em um depósito químico com a dispersão de fumaça com gás tóxico.	Imerys
2022	Vazamento de caulim em tubulação, atingindo o rio Murucupi e chegando até praia do Conde	Imerys
2025	Transbordo de tanque com substâncias tóxicas (mistura de ácido com soda cáustica) dentro de refinaria	Hydro Alunorte

Fontes: Adaptado de Rodrigues e Hazeu (2019, p. 831) que utilizaram dados de Maia (2017, p. 236), e de Coutinho *et al.* (2023, p. 7-8) que utilizaram dados de Movimento Barcarena Livre (2016), Pará (2018), Steinbrenner *et al.* (2020) e G1 PA (2021), complementados com informações de Carneiro (2022) e G1 PA (2025).

O naufrágio do navio Haidar, aliado a outros incidentes em Barcarena, levou à criação da Comissão Parlamentar de Inquérito "Danos Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Pará", e de acordo com o relatório da CPI/ALEPA, no período de 2000 a 2018 ocorreram 22 acidentes ambientais em Barcarena, com sua maioria envolvendo as empresas Hydro-Alunorte e Imerys (Coutinho *et al.*, 2023). Entre os corpos de água mais frequentemente atingidos, podemos citar o Murucupi, o rio Pará e os igarapés do Curupeté e do Dendê — isso se deve a localização das empresas Imerys e Hydro-Alunorte, situadas nas proximidades destes corpos hídricos.

Os frequentes desastres ambientais em Barcarena são resultado da negligência das mineradoras e do poder público — as empresas tratam os impactos como externalidades do processo produtivo, enquanto o poder público, apesar de possuir um aparato legal adequado, muitas vezes adota uma postura permissiva em nome do crescimento regional, permitindo situações de vulnerabilidade socioambiental (Lemos e Pimentel, 2021). Embora tenha ocorrido desenvolvimento econômico e certa melhoria na infraestrutura em Barcarena ao longo dos 50 anos de instalação do polo industrial, as populações locais, especialmente as comunidades ribeirinhas, têm sofrido com os impactos da poluição hídrica, comprometendo significativamente a saúde e fonte de renda dessas pessoas (Coutinho *et al.*, 2023).

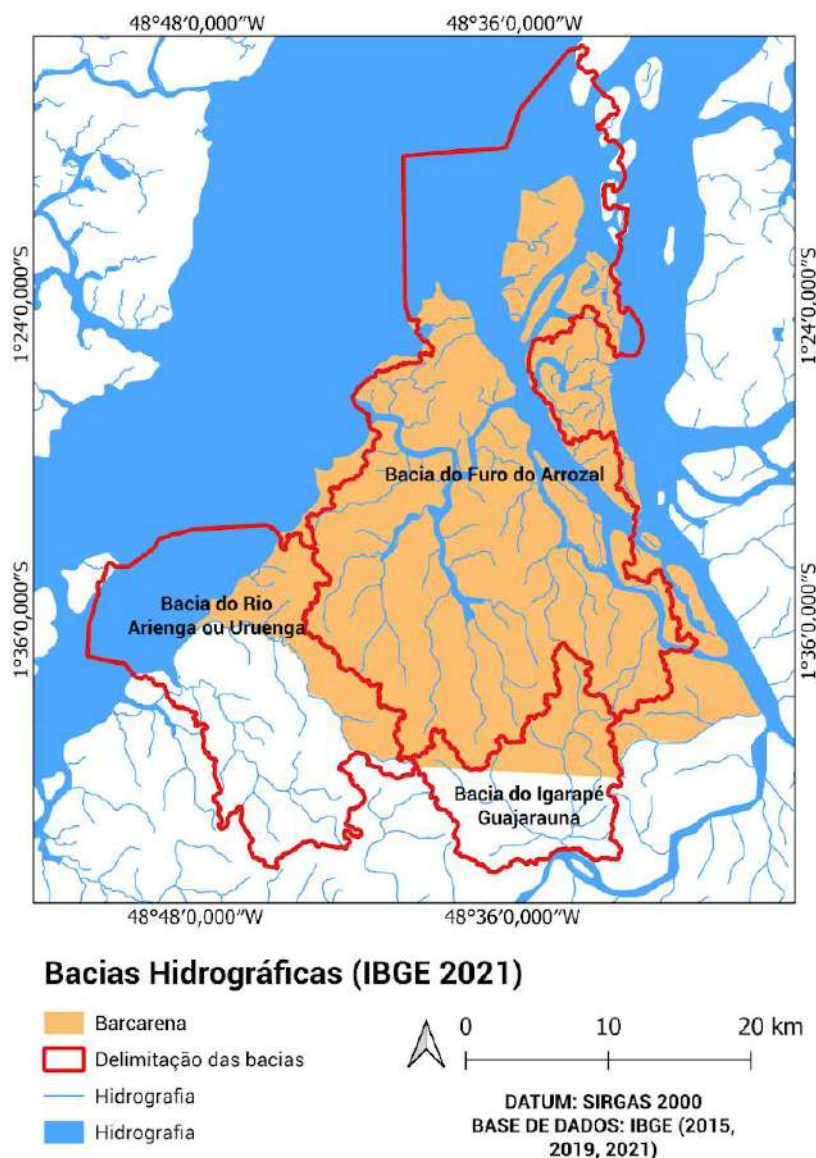
No contexto dos EUA, Bullard (2000) comenta sobre como durante a história, o despejo tóxico e a localização de áreas de uso localmente indesejados, como polos industriais, usualmente está presente em comunidades negras e pobres, sobrecarregando essa população de maneira desproporcional quando comparado a lugares mais ricos. Aqui no Brasil, principalmente quando se trata de cidades da Amazônia, algo similar ocorre — o processo de extrativismo mineral e a obtenção de capital por empresas multinacionais são colocados em um patamar de importância mais elevado que a dignidade da população, submetendo territórios vulneráveis à exploração exacerbada e contaminação constante. Nesse contexto, Barcarena se torna uma zona de sacrifício, pois “tudo é permitido [...] implicando em suportar desastres socioambientais, desregulamentação, ausência de fiscalização, doenças, mortes, pois todos são considerados como efeitos colaterais do ‘desenvolvimento’” (Carmo, 2020, p. 105).

Um ponto importante quando se fala dos cursos de água urbanos, nesse caso se referindo a Drenagem Urbana e as Águas Pluviais, o Plano Diretor de Barcarena (2016) nos Artigos 84 e 85 pontua que:

Art. 84 - Para contribuir com o desenvolvimento da produção e conservação dos recursos hídricos necessários ao atendimento da população e das atividades econômicas, o Poder Público buscará: I -Promover a recuperação e aproveitamento de mananciais em seu território, bem como a adoção de instrumentos para a sustentação econômica da sua produção; [...] Art.85 - Para assegurar as condições equilibradas de escoamento do sistema de drenagem, o Poder Público Municipal, juntamente com o Estado, a União e Sociedade Civil, definirá como ações e procedimentos: I -Instituir e utilizar o Plano de Saneamento Ambiental como instrumento de gestão, avaliado e atualizado periodicamente, o qual compreenderá, sobretudo, o reordenamento territorial, a prevenção e o combate a enchentes e à erosão, identificação de áreas propensas a desastres naturais, a melhoria no controle das águas pluviais, estudos de ecossistema aquático e estudos de benefícios e custos; [...] Parágrafo Segundo. O Plano de Saneamento Ambiental é um instrumento de planejamento que deverá indicar intervenções estruturais, medidas de controle e monitoramento, definindo critérios para o uso do solo compatível aos serviços de drenagem, considerando as bacias hidrográficas existentes no município. (Barcarena, 2016, p. 48-49)

Desse modo, está previsto que as intervenções planejadas para o município deverão considerar as bacias hidrográficas existentes. De acordo com as divisões e bacias hidrográficas do Brasil (IBGE, 2021), se forem consideradas as bacias de nível 5 e 6, em Barcarena existem delimitações para a Bacia do Furo do Arrozal, Bacia do Rio Arienga e Bacia do Igarapé Guajaraúna (Figura 4).

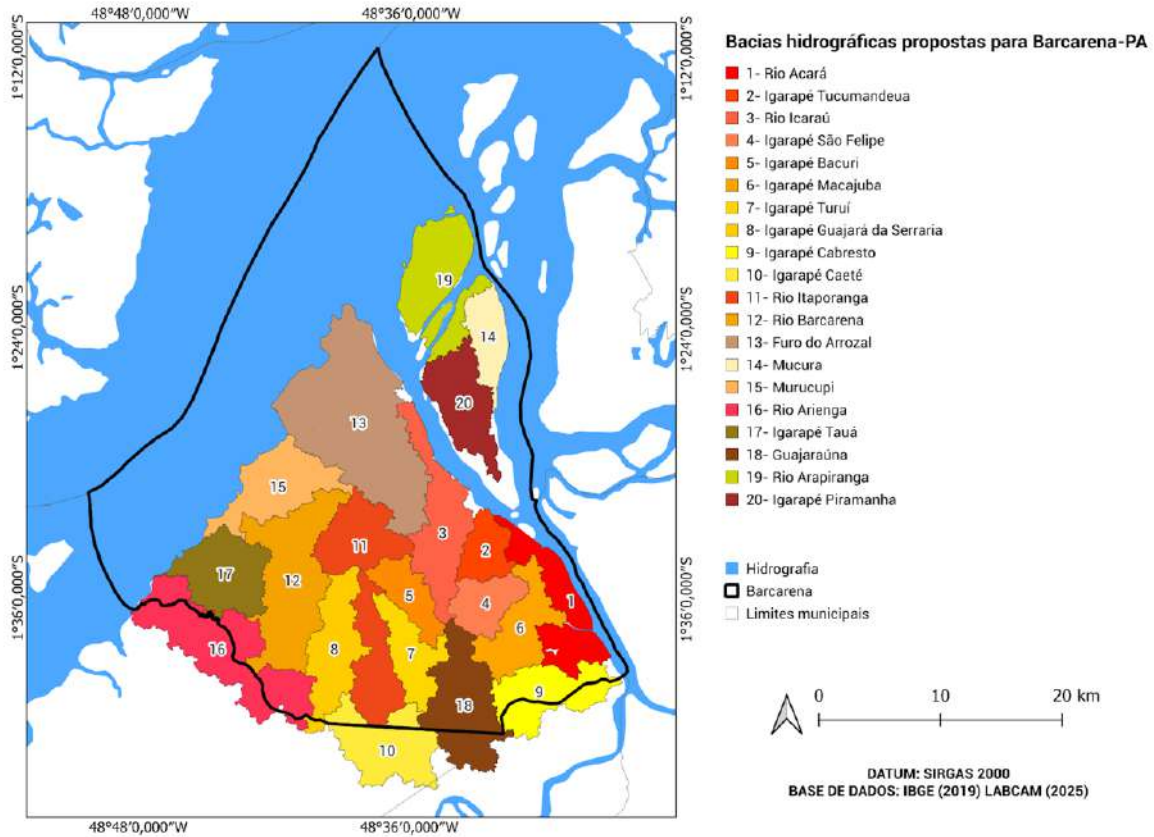
Figura 4 — Mapa das bacias hidrográficas de Barcarena, de acordo com a divisão de bacias do IBGE (2021).



No entanto, o nível de detalhamento das delimitações de bacias mais adequado para o Planejamento Urbano de Barcarena seria um que alcançasse a escala microrregional e metropolitana. Nesse sentido, a delimitação de bacias hidrográficas do município de Barcarena padece da ausência de planejamento por bacia na escala do Estado do Pará e de suas Regiões Metropolitanas, isto é, de suas bacias intraurbanas, microbacias ou sub-bacias.

Dessa forma, em relação com o projeto de pesquisa do orientador, foi feita uma delimitação como proposta de limites das bacias hidrográficas urbanas de Barcarena. O critério envolve delimitação de áreas urbanas e rurais, o traçado do sistema viário e a densidade demográfica de ocupação territorial, uma vez que implica no planejamento de redes e sistemas de infraestrutura e não exclusivamente em fatores fisiográficos (Figura 5).

Figura 5 — Proposta de delimitação de bacias hidrográficas para Barcarena-PA.

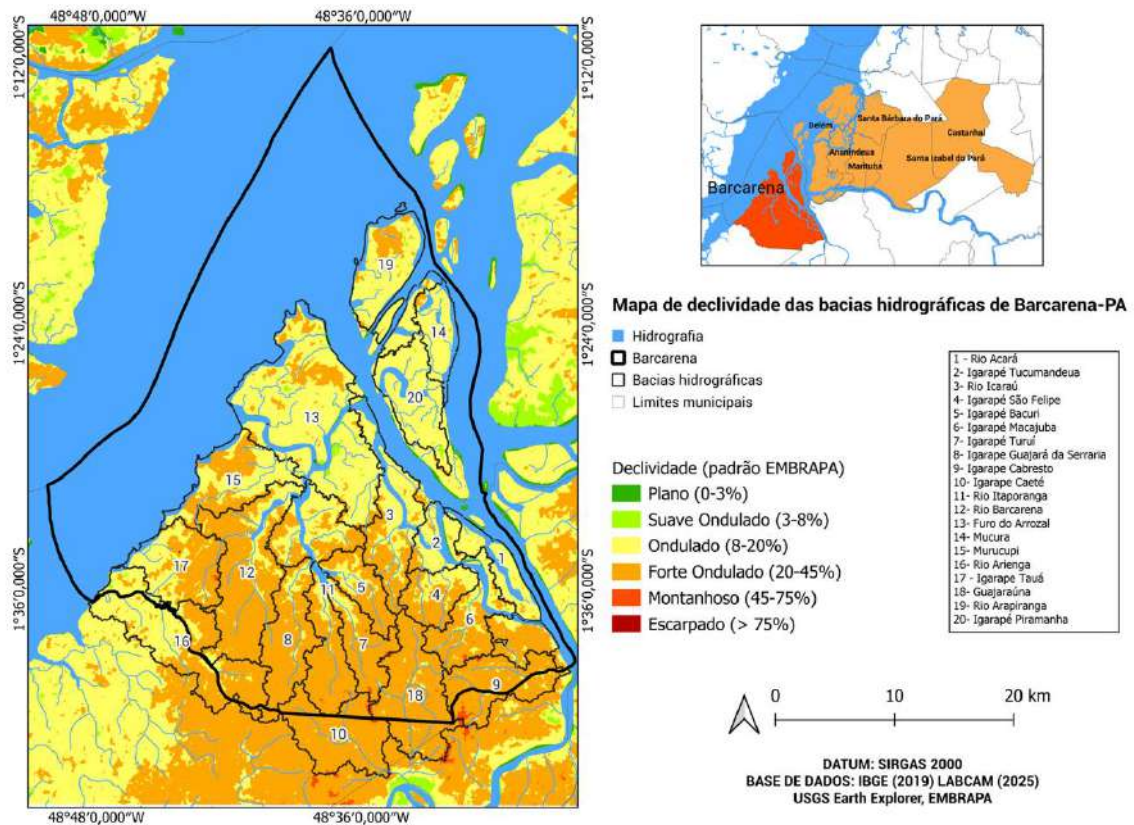


Com o mapeamento foi possível notar que, num panorama geral, as bacias hidrográficas de Barcarena possuem classe de declividade predominantemente Forte Ondulado (20-45% de declividade), representando um pouco mais que metade da área total das bacias (Tabela 6). Essa classe está presente principalmente nas bacias posicionadas na região sul do município, como as bacias do Rio Barcarena, Igarapé Guajará da Serraria, Igarapé Turuí, Guajaraúna, Igarapé Cabresto e Caeté. Outra classe muito frequente nas bacias é a classe Ondulado (8-20% de declividade), que representa 43,02% da área das bacias — a classe aparece em especial ao norte de Barcarena, como nas bacias do Igarapé Piramanha, Furo do Arrozal, Mucura e Rio Arapiranga (Figura 6).

Tabela 6: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade nas bacias hidrográficas de Barcarena-PA, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
1618,3	1,82%	2103,5	2,36%	38280,9	43,02%	45619,7	51,26%	1368,8	1,54%	88991,2	100%

Figura 6 — Mapa de declividade das bacias hidrográficas de Barcarena-PA, de acordo com o padrão EMBRAPA.

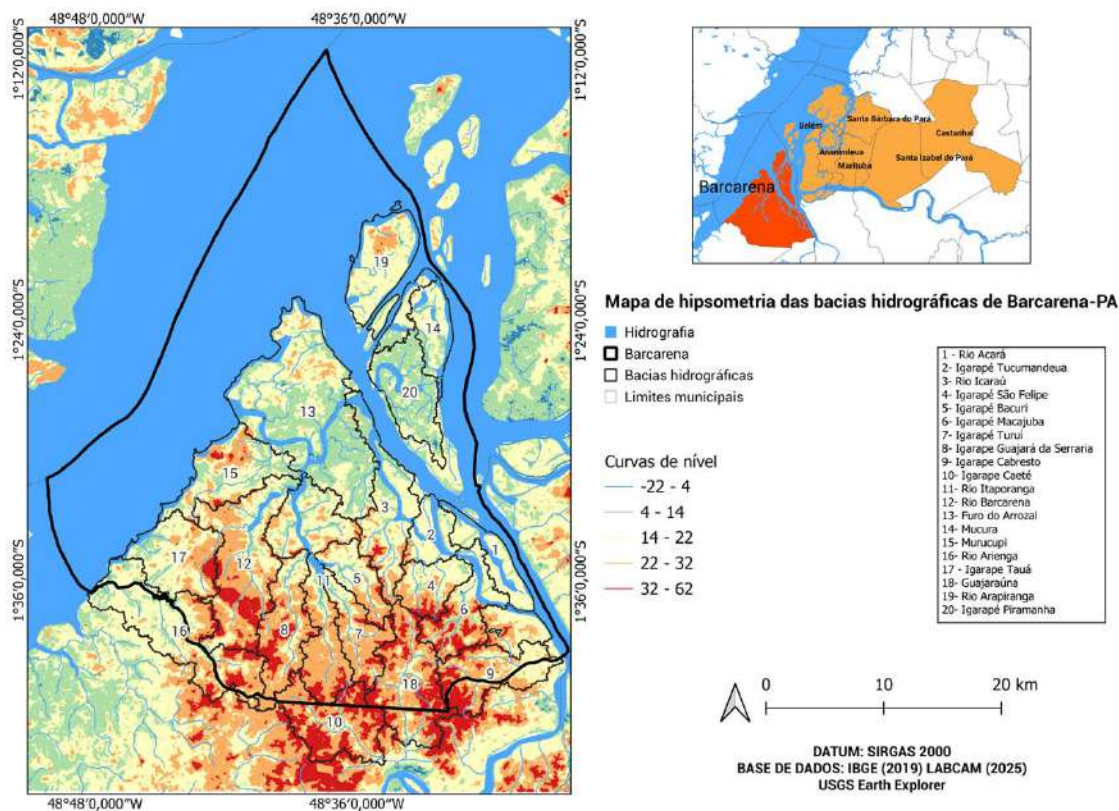


Na análise do mapa hipsométrico, foi possível identificar cotas de nível desde -20 m até 62 m, com 20 m sendo a cota mais frequente (Tabela 7). As cotas mais baixas são mais incidentes nas bacias ao norte, como na bacia do Furo do Arrozal e na bacia do Igarapé Piramanha. Já as cotas mais elevadas, por sua vez, estão bastante presentes nas bacias localizadas ao sul de Barcarena (Figura 7).

Tabela 7: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas das bacias hidrográficas de Barcarena-PA, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
21,77	20	-20	62	82	-20	20

Figura 7 — Mapa de hipsometria das bacias hidrográficas de Barcarena-PA.



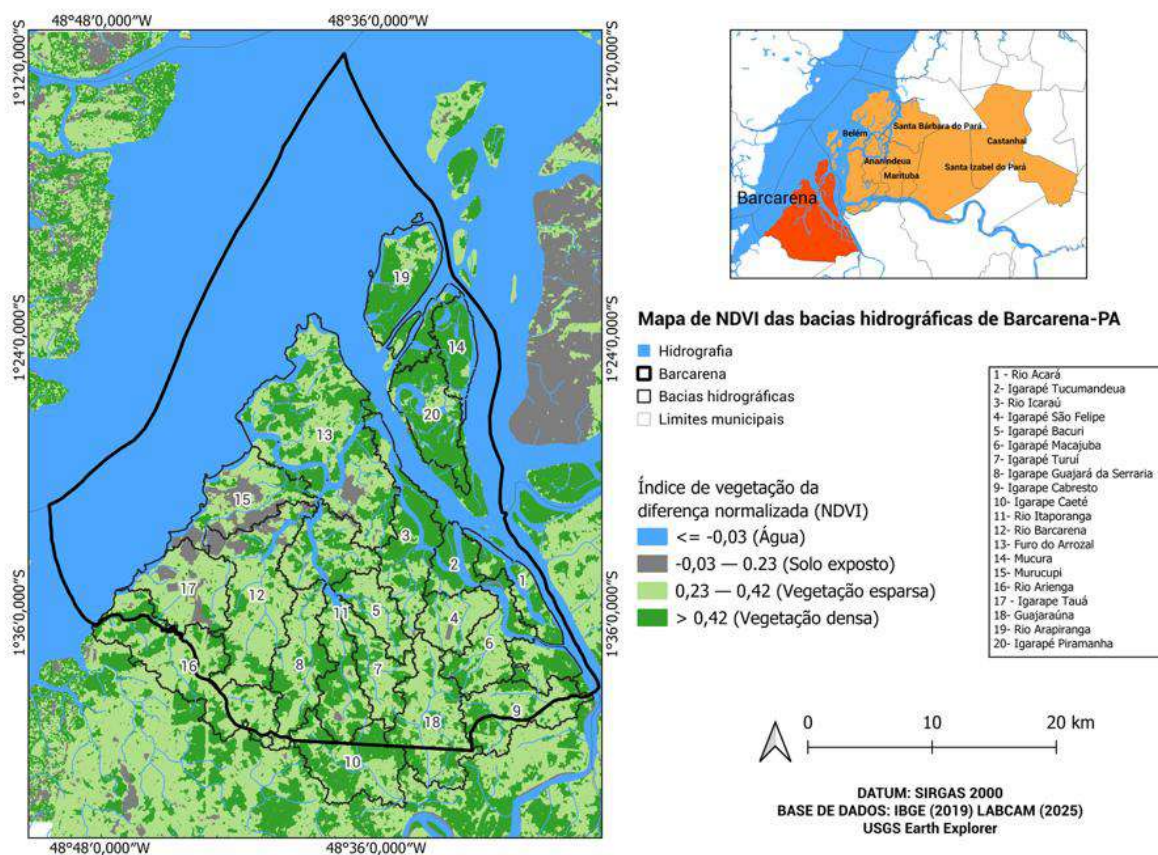
O índice NDVI permite identificar distintos níveis de cobertura vegetal, variando de -1 , que indica ausência de vegetação, até 1 , que corresponde à vegetação mais densa. Para as bacias de Barcarena, as classes foram ajustadas da seguinte forma: valores entre -1 e $-0,03$ indicam áreas cobertas por água; de $-0,03$ a $0,23$ correspondem a solo exposto; de $0,23$ a $0,42$ indicam vegetação esparsa; e valores superiores a $0,42$ representam vegetação densa.

Desse modo, foi possível identificar que a vegetação de Barcarena é predominantemente densa, se referindo a quase metade da área das bacias (Tabela 8). A vegetação esparsa também é muito relevante, representando 44,11% das bacias, além de existirem alguns pontos de solo exposto nas áreas mais urbanizadas e industriais, presentes principalmente nas bacias do Murucupi, Tauá e Rio Barcarena (Figura 8).

Tabela 8: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis nas bacias hidrográficas de Barcarena-PA, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
1101,8	1,24%	5817,8	6,54%	39252,7	44,11%	42823,7	48,12%	88996,0	100,00%

Figura 8 — Mapa de áreas verdes de Barcarena-PA de acordo com o NDVI.



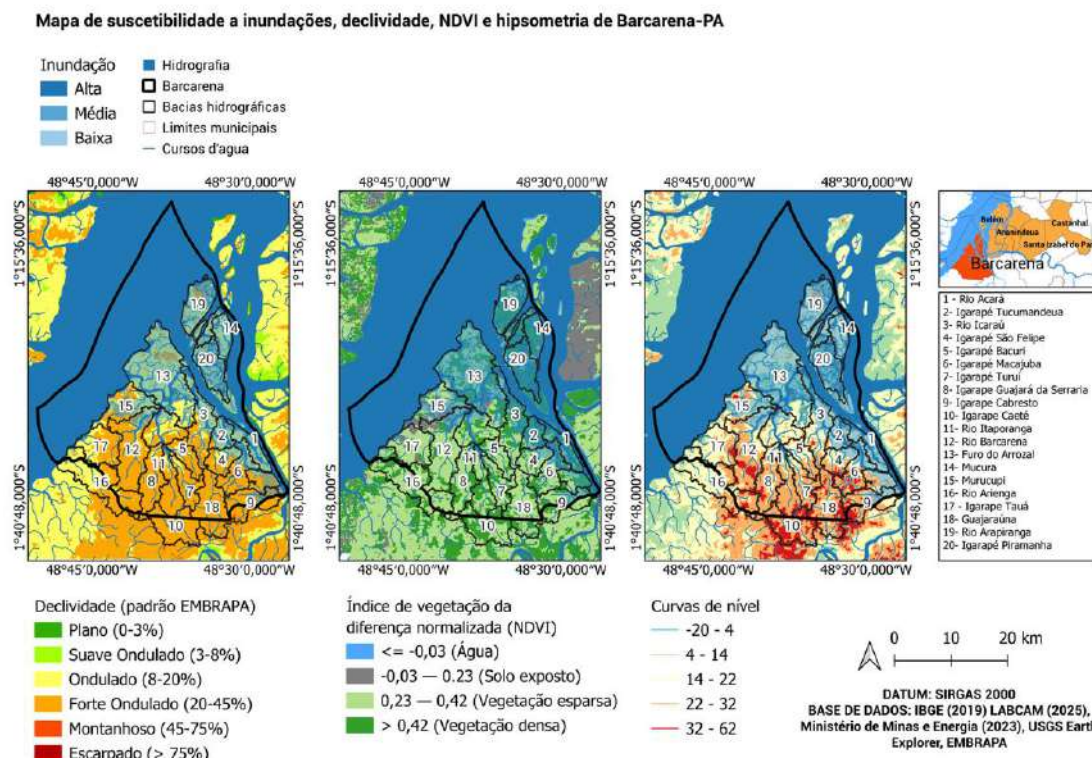
No âmbito das inundações, Barcarena tem 543,96 km² de área altamente suscetível a alagamentos, representando 41,56% da área do município — além de ter 7,34% com média suscetibilidade e 19,01% com baixa suscetibilidade (Tabela 9). As bacias mais afetadas pela mancha de alagamento são as do Rio Acará, Igarapé Tucumandeua, Rio Icaraú, Furo do Arrozal, Mucura, Murucupi, Rio Arapiranga e Igarapé Piramanha (Figura 9).

Tabela 9: Área e porcentagem de área com suscetibilidade a inundações no município de Barcarena-PA, de acordo com as classes alta, média e baixa.

Classe	Área	
	(km ²)	(%) em relação ao município
Alta	543,96	41,56%
Média	96,07	7,34%
Baixa	248,84	19,01%

Fonte: Fonseca; Bandeira; Ferreira (2023)

Figura 9 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria de Barcarena-PA.



Bacia do Rio Acará

A bacia do Rio Acará está localizada numa área considerada rural, com uma densidade demográfica de aproximadamente 29 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE, 2022). Na Bacia do Rio Acará, a classe Ondulado refere-se a 53,70% da área encontrada na bacia, sendo a classe predominante, aparecendo fortemente ao norte (Tabela 10). A classe Forte Ondulado situa-se em especial na região sul da bacia, representando 41,59% de sua área (Figura 10). No que diz respeito a hipsometria, a cota mínima encontrada foi -12 m e a máxima 54 m, enquanto a cota modal é 20 m (Tabela 11). Os níveis mais altos da bacia se encontram na região sul, enquanto a região norte apresenta cotas mais baixas (Figura 11).

Tabela 10: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Acará, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
113,3	3,02%	56,2	1,50%	2013,7	53,70%	1559,8	41,59%	7,1	0,19%	3750,1	100%

Tabela 11: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Acará, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
19,75	20	-12	54	66	-12	20

Figura 10 — Mapa de declividade da bacia do Rio Acará, de acordo com o padrão EMBRAPA.

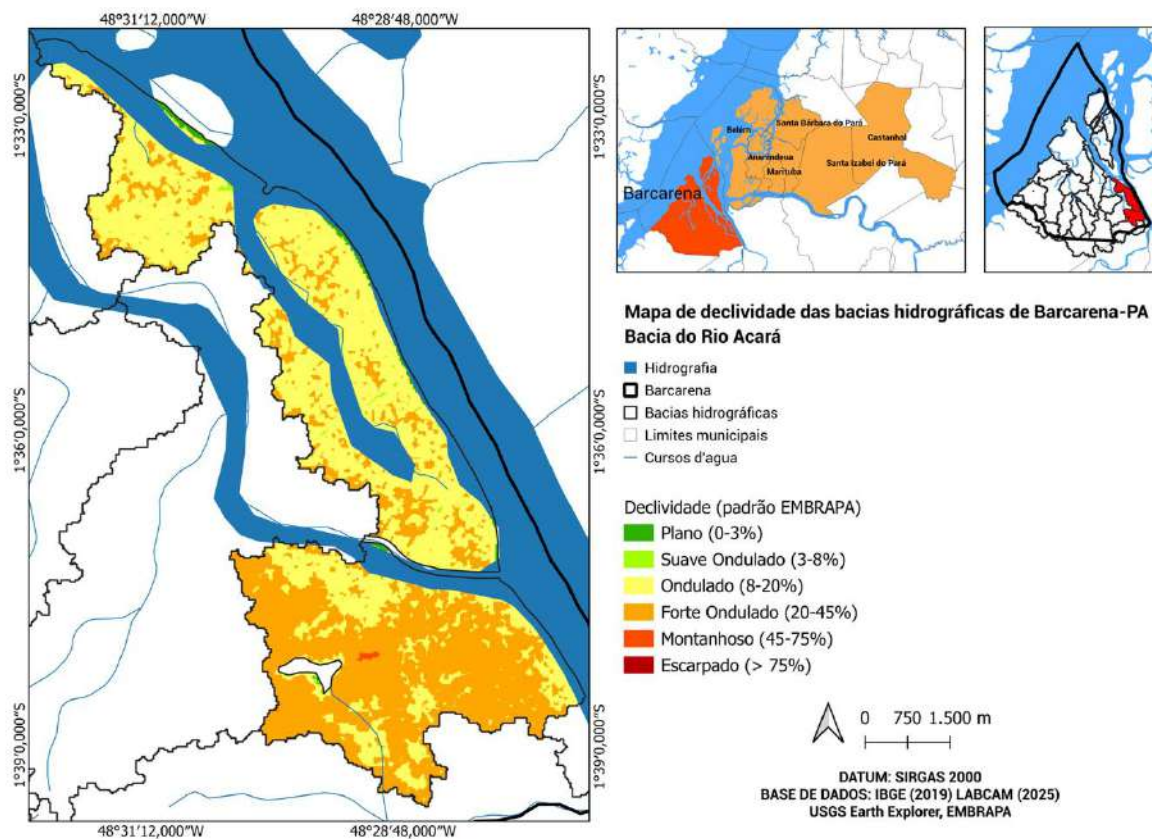
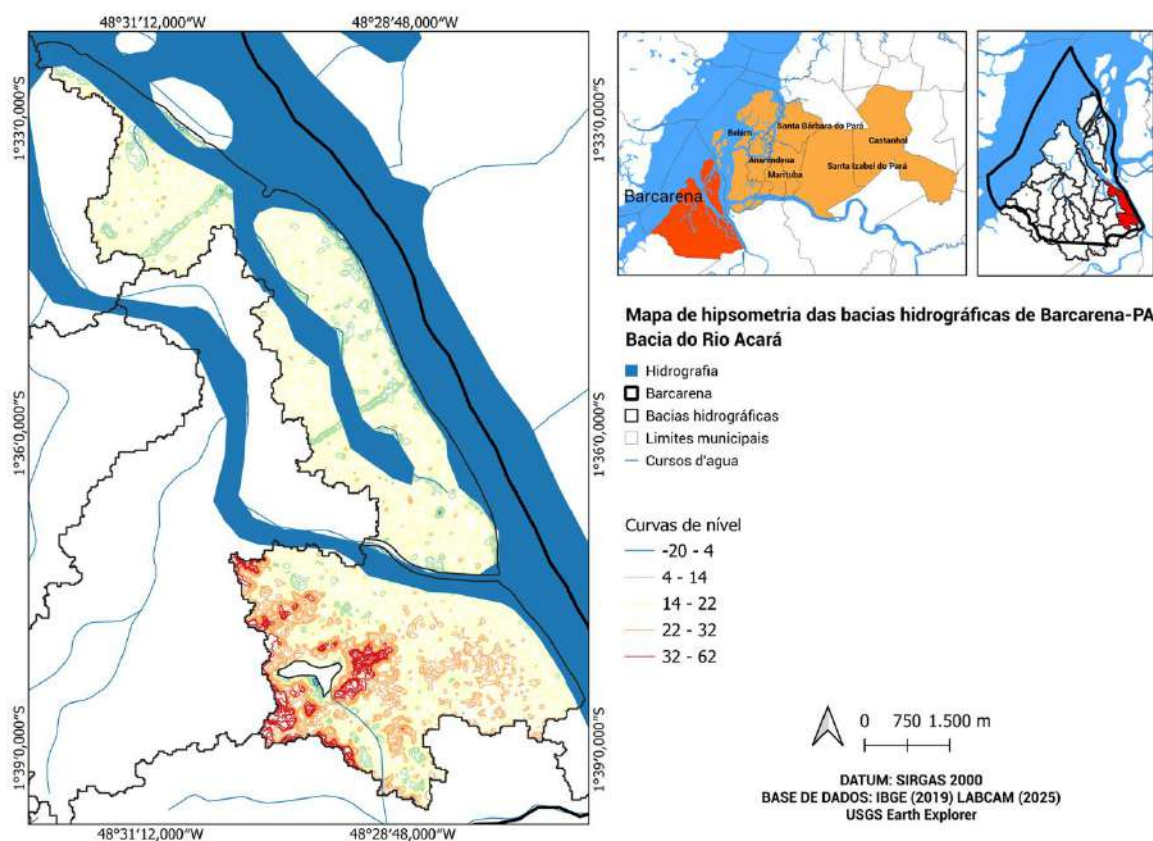


Figura 11 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Acará.



A vegetação da bacia é predominantemente esparsa e densa, que representam respectivamente 40,70% e 53,68% da área da bacia, estando posicionada de maneira dispersa por sua extensão (Tabela 12; Figura 12). Quanto às manchas de inundação, 83,11% da bacia encontra-se na área de suscetibilidade, com a classe mais expressiva sendo a Baixa, que representa mais de metade da área da bacia hidrográfica (Figura 13).

Tabela 12: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Acará, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
64,0	1,71%	146,8	3,91%	1527,1	40,70%	2013,8	53,68%	3751,7	100,00%

Figura 12 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Acará, de acordo com o NDVI.

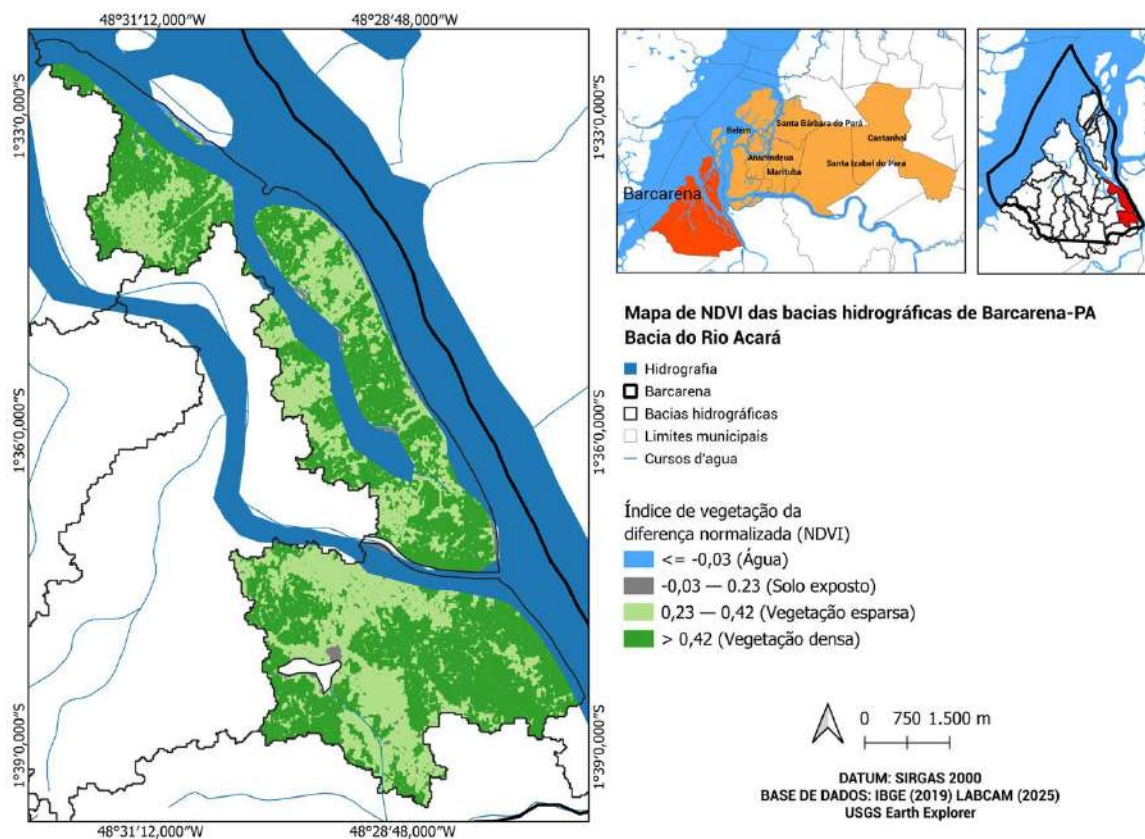
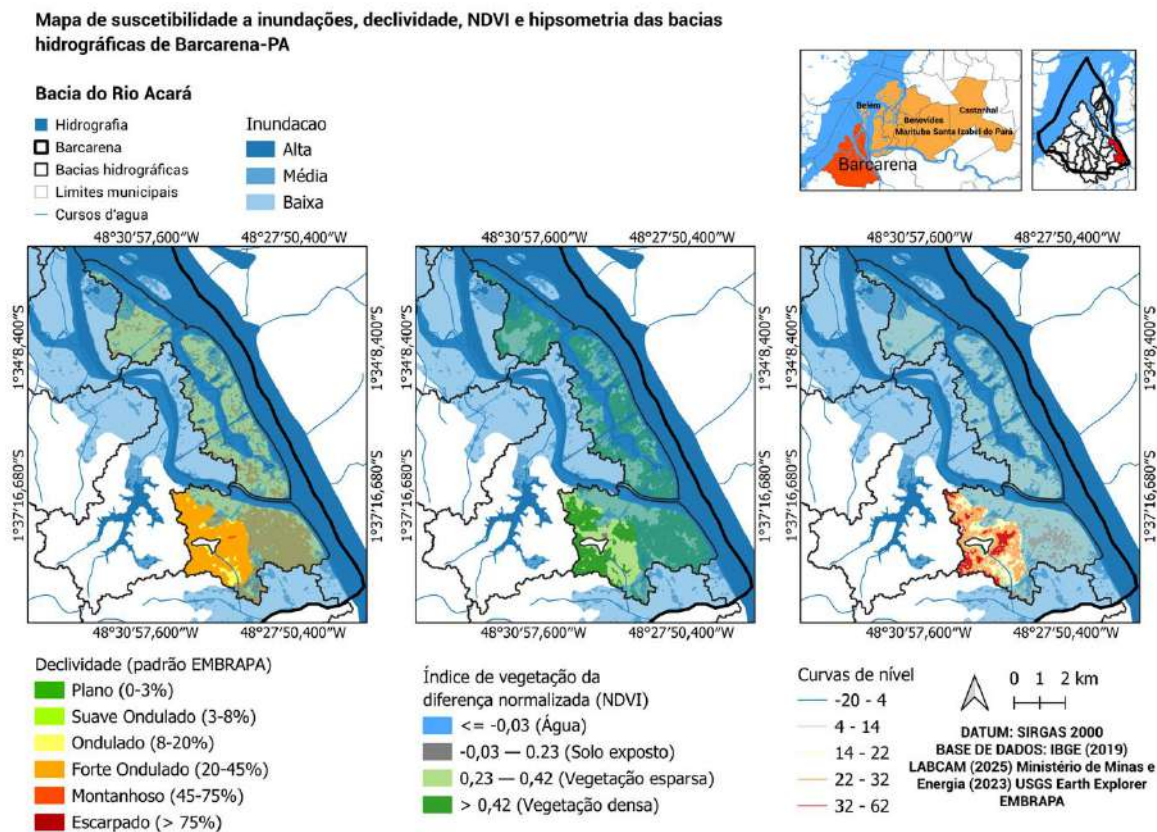


Figura 13 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Acará.



Bacia do Igarapé Tucumandeua

A bacia do Igarapé Tucumandeua localiza-se numa área rural, com densidade demográfica de aproximadamente 21 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE, 2022). A classe de declividade mais frequente é a Ondulado, referente a 57,78% da bacia (Tabela 13). Outra classe que aparece de maneira expressiva, principalmente ao sudoeste, é a classe Forte Ondulado, constituindo cerca de 28% da área da bacia (Figura 14). A cota mínima encontrada foi -2 m, enquanto a máxima foi 42 m, com 20 m sendo a cota modal (Tabela 14; Figura 15).

Tabela 13: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Tucumandeua, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
234,3	12,78%	25,9	1,41%	1059,6	57,78%	514,0	28,03%	0,0	0,00%	1833,8	100%

Tabela 14: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Tucumandeua, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
18,86	20	-2	42	44	-2	20

Figura 14 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Tucumandeuá, de acordo com o padrão EMBRAPA.

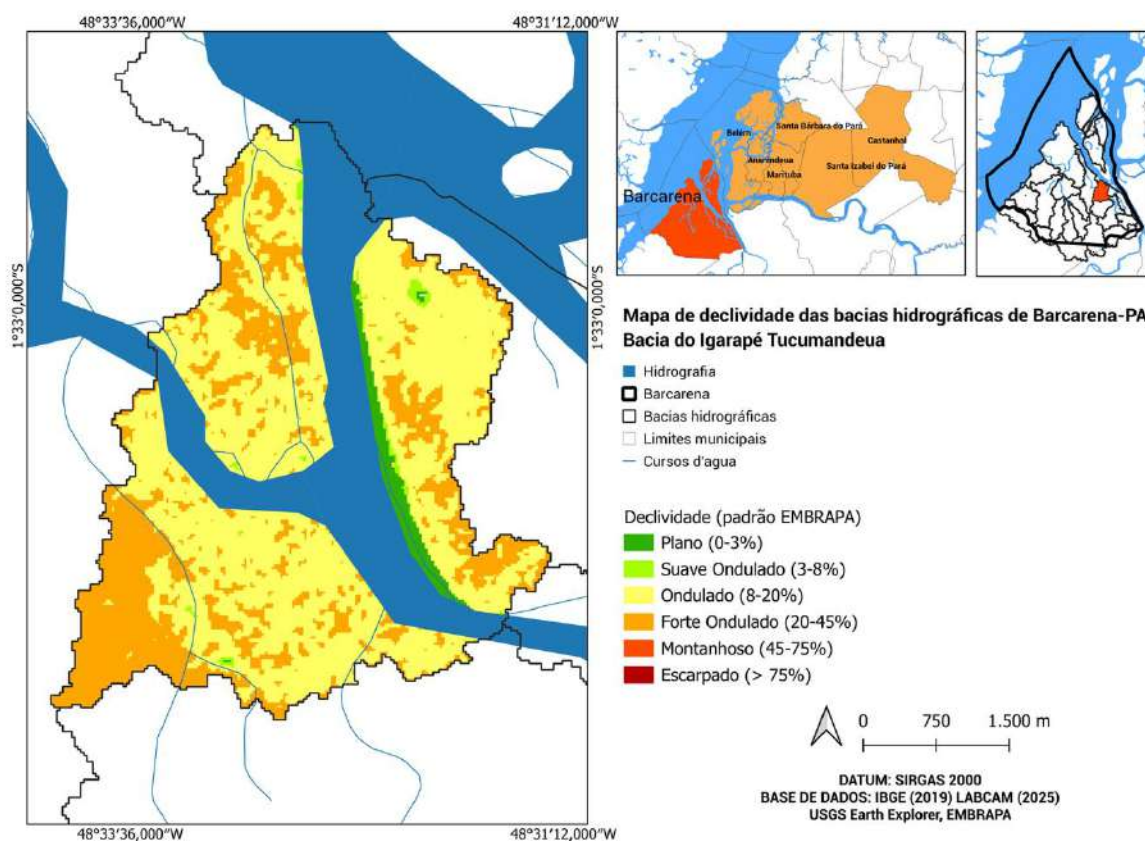
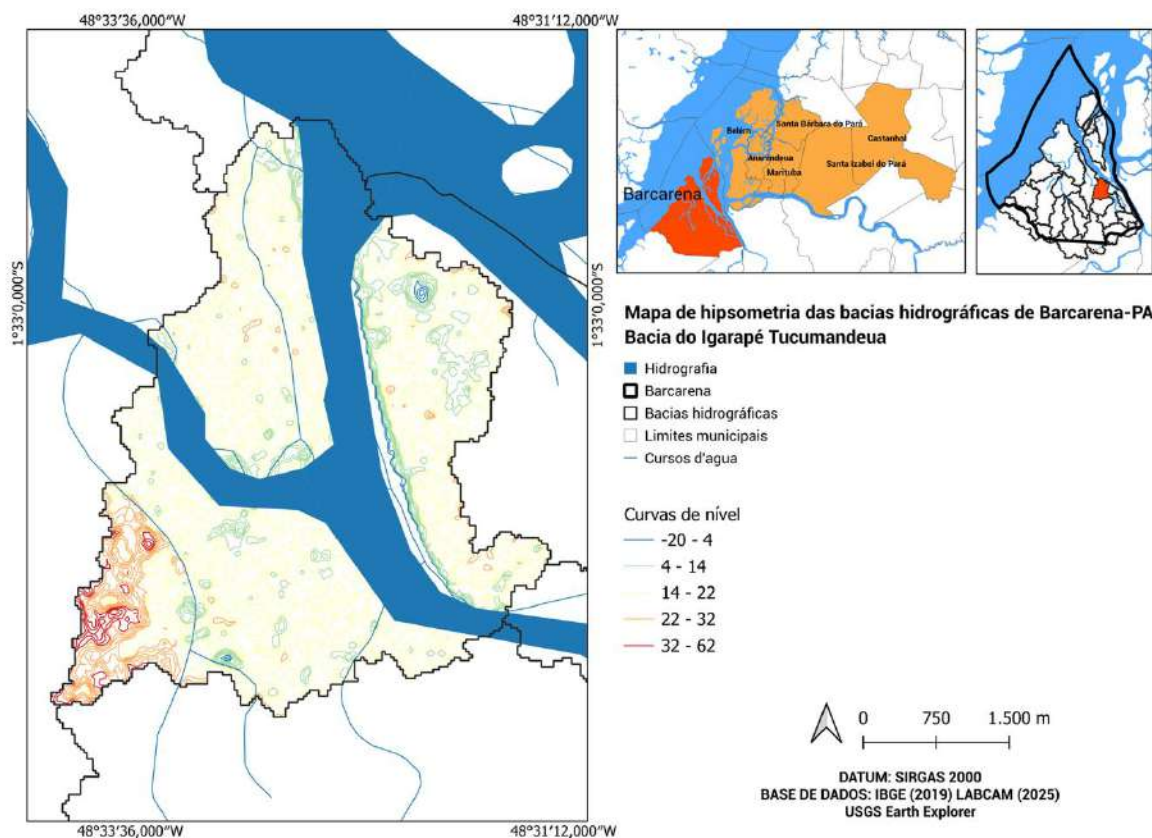


Figura 15 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Tucumandeuá.



Além disso, a vegetação da bacia é em sua maior parte densa, abrangendo 64,26% da área nesta categoria, com pontos de vegetação esparsa posicionados de maneira generalizada na sua superfície (Tabela 15; Figura 16). No âmbito da suscetibilidade a inundação, quase 90% da bacia está dentro da mancha, com a Baixa sendo a mais presente entre as classes (Figura 17).

Tabela 15: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Tucumandeuá, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
171,8	9,37%	67,2	3,66%	416,6	22,71%	1178,6	64,26%	1834,2	100,00%

Figura 16 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Tucumandeuá, de acordo com o NDVI.

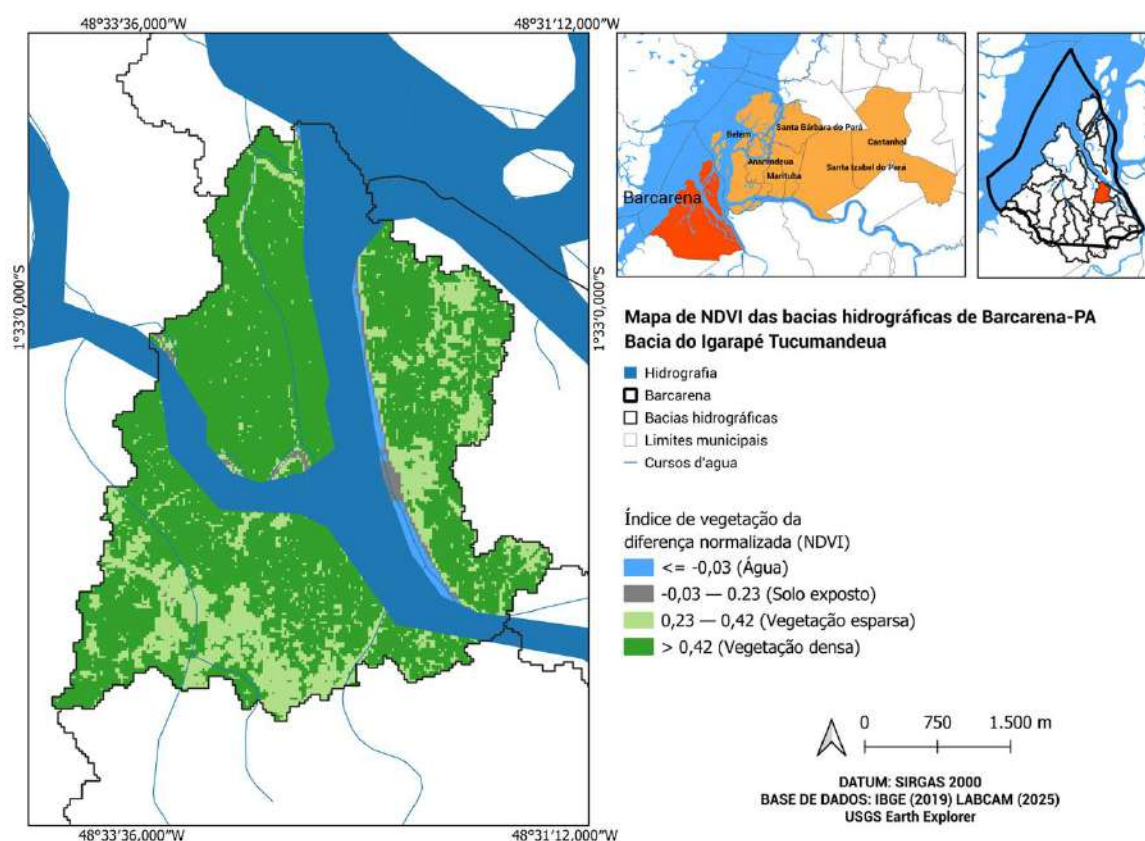
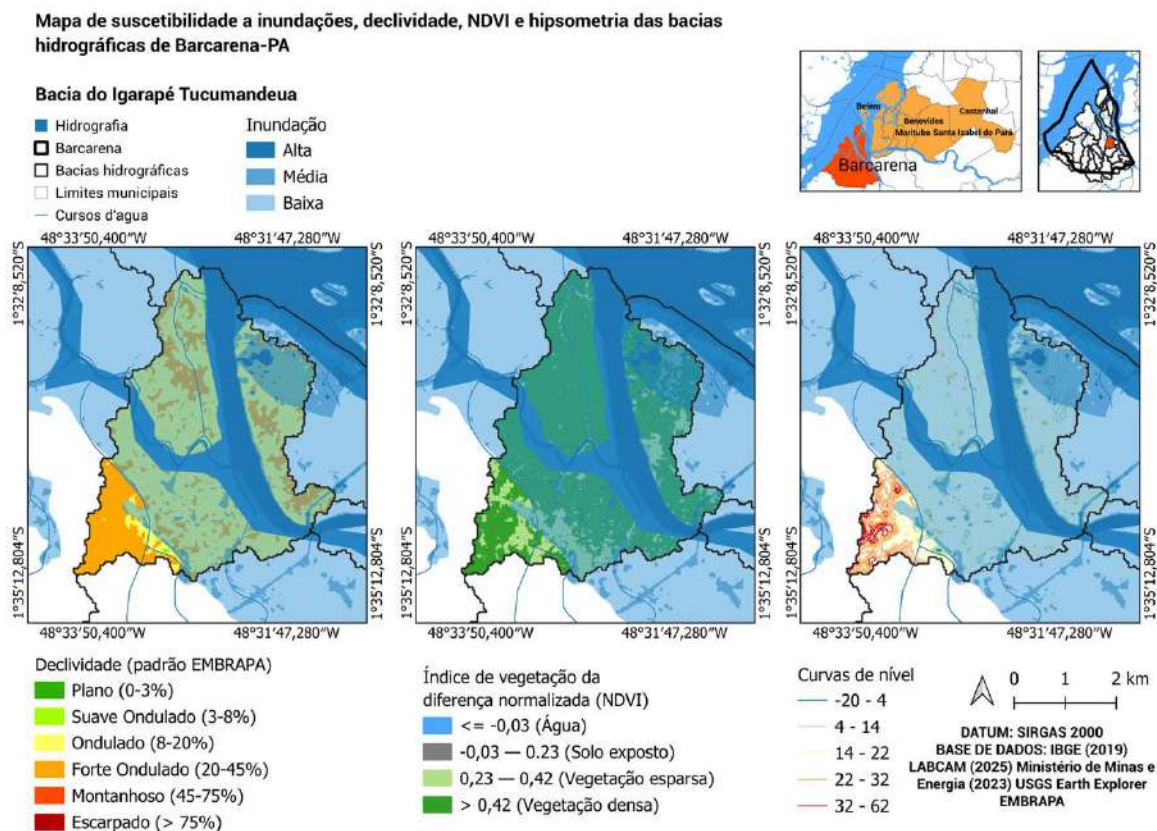


Figura 17 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Tucumandeua.



Bacia do Rio Icaraú

A Bacia do Rio Icaraú se encontra parte em região rural e parte em região urbana, com uma densidade demográfica de aproximadamente 35 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A declividade mais frequente é a classe Ondulado, que representa aproximadamente 53% da bacia e se concentra ao norte (Tabela 16). No sul, sudeste e sudoeste da bacia, contudo, é possível notar a presença expressiva da classe Forte Ondulado, sendo constituída por 36,73% (Figura 18). Sobre a hipsometria, o nível mais encontrado na bacia é 18 m (Tabela 17). É possível encontrar cotas da categoria de quatro metros a 14 m mais frequentemente na região norte e central da bacia, enquanto as regiões sul e sudoeste apresentam cotas mais elevadas, chegando a curvas 48 m (Figura 19).

Tabela 16: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Icaraú, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
271,5	5,98%	160,8	3,54%	2428,9	53,53%	1666,8	36,73%	9,5	0,21%	4537,5	100 %

Figura 18 — Mapa de declividade da bacia do Rio Icaraú, de acordo com o padrão EMBRAPA.

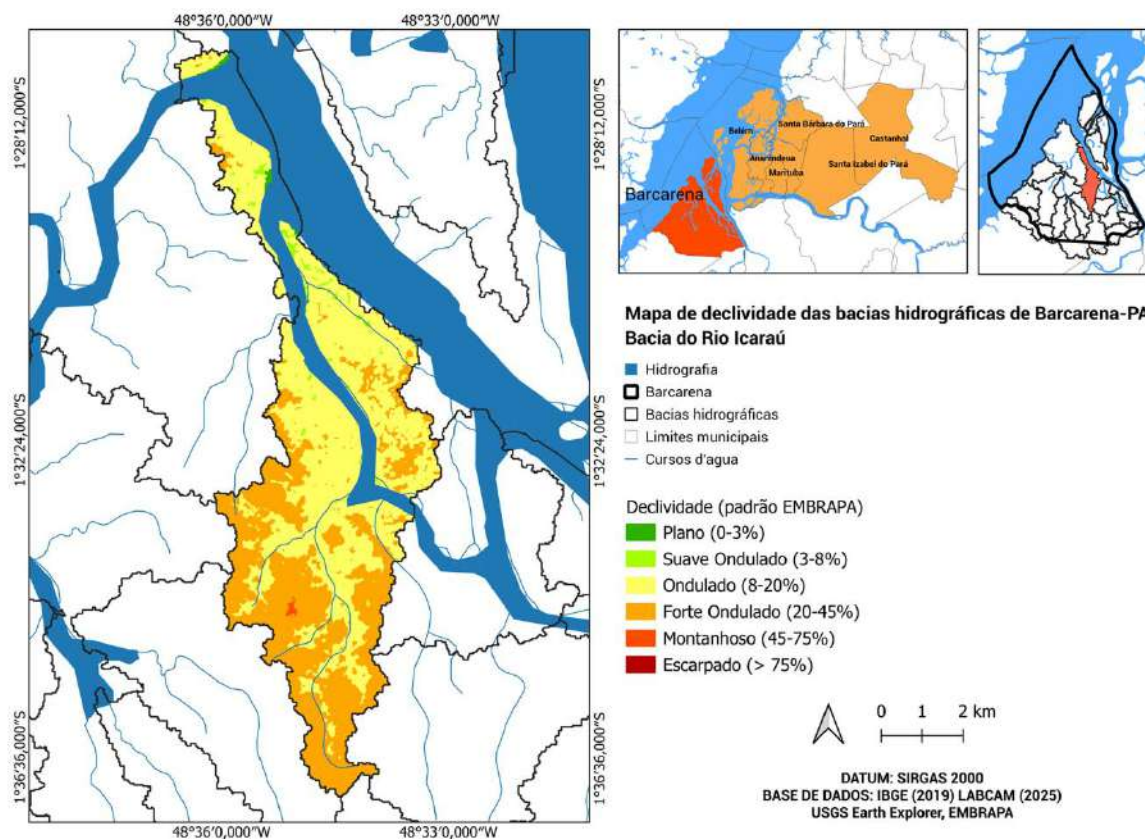


Figura 19 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Icaraú.

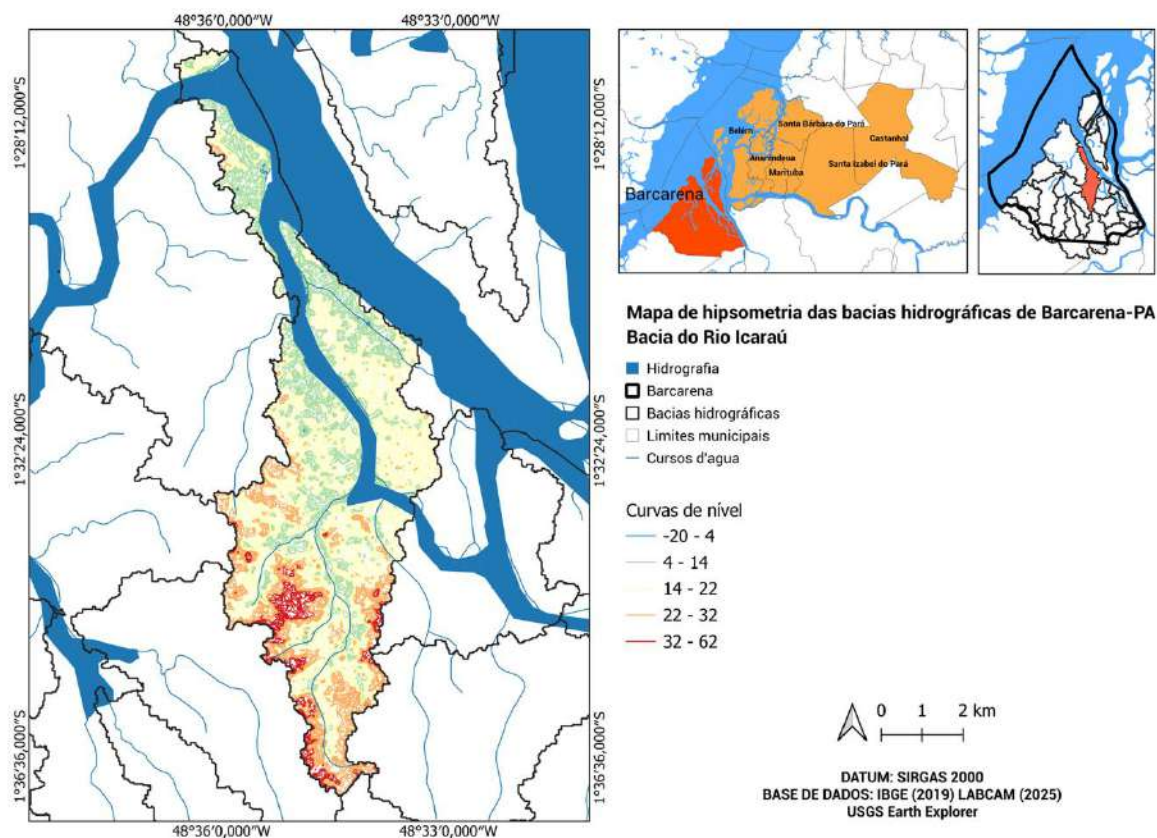


Tabela 17: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Icaraú, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
18,49	18	-4	48	52	-4	18

Ademais, a vegetação é em sua maior parte densa, sendo caracterizada por quase três quintos da bacia, com essa classe presente principalmente nos vales (Tabela 18). As áreas de crista da bacia, desse modo, normalmente apresentam uma vegetação mais esparsa (Figura 20). No que diz respeito ao risco de inundação, quase 90% da bacia encontra-se na mancha de inundação, sendo caracterizada principalmente pela baixa suscetibilidade (Figura 21).

Tabela 18: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Icaraú, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
258,1	5,69%	188,4	4,15%	1393,4	30,70%	2699,1	59,46%	4539,0	100,00%

Figura 20 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Icaraú, de acordo com o NDVI.

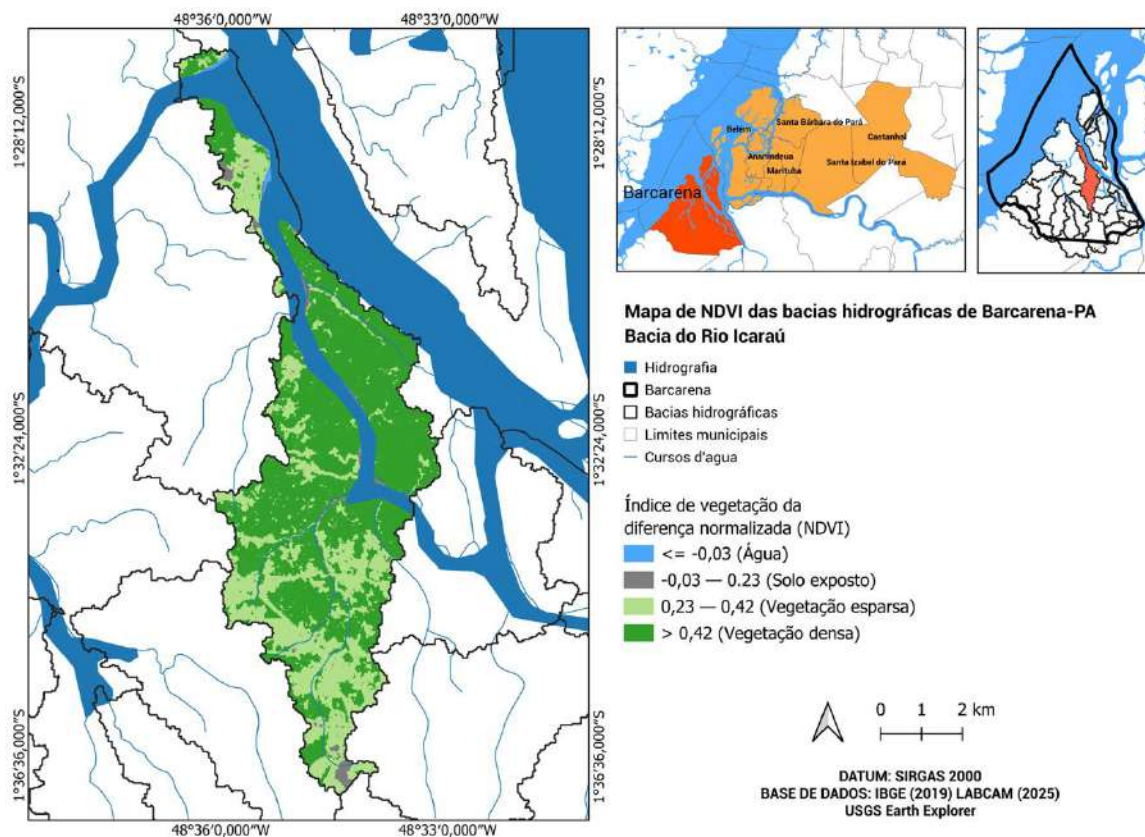
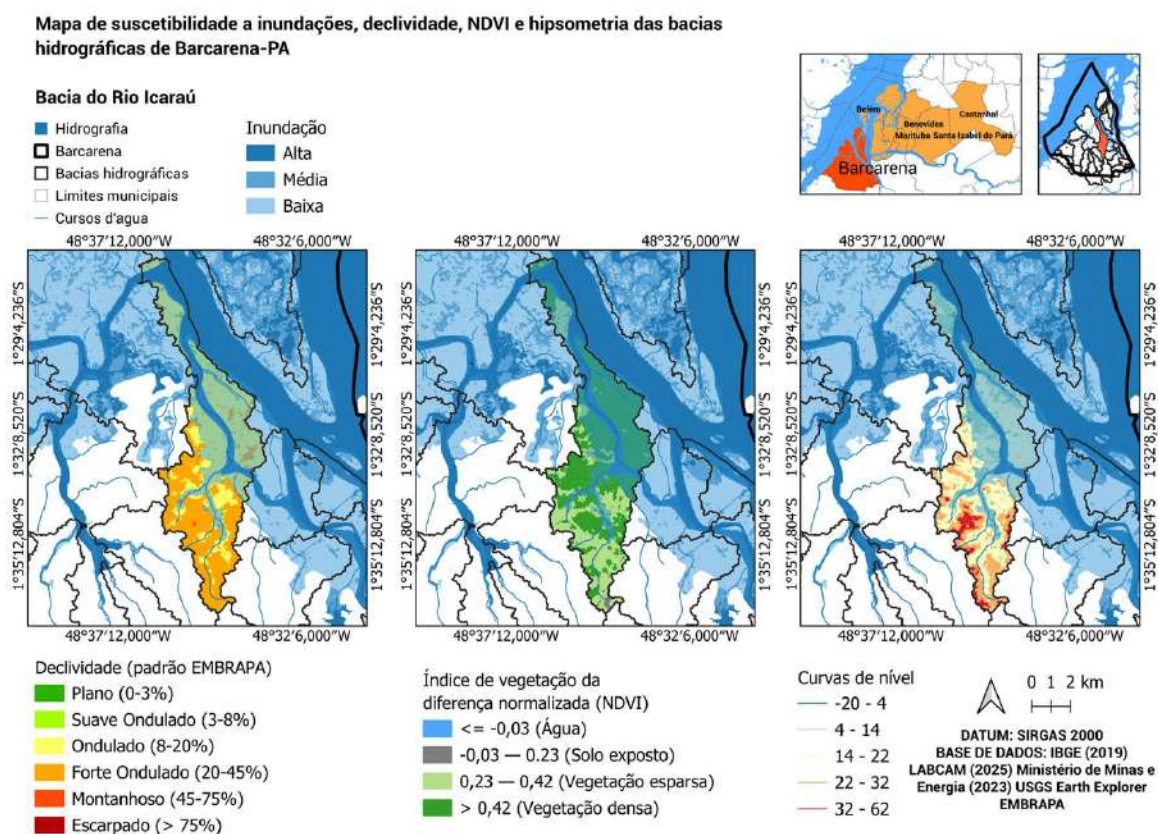


Figura 21 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Icaraú.



Bacia do Igarapé São Felipe

A bacia do Igarapé São Felipe está localizada em uma área rural, com densidade demográfica de aproximadamente 21 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). As declividades mais comuns são a classe Forte Ondulado — que representa aproximadamente 60% da área da bacia e se concentra ao oeste e sul — e a classe Ondulado — que constitui 37,44% de São Felipe e pode ser encontrada expressivamente nas regiões norte e nordeste (Tabela 19; Figura 22). Além disso, as cotas mais baixas estão ao nordeste da bacia, com a cota mínima sendo dois metros, enquanto a região sul apresenta cotas mais elevadas, alcançando a cota máxima de 52 m (Tabela 20; Figura 23).

Tabela 19: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé São Felipe, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,4	0,02%	38,2	1,71%	833,9	37,44%	1316,3	59,09%	38,8	1,74%	2227,5	100%

Figura 22 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé São Felipe, de acordo com o padrão EMBRAPA.

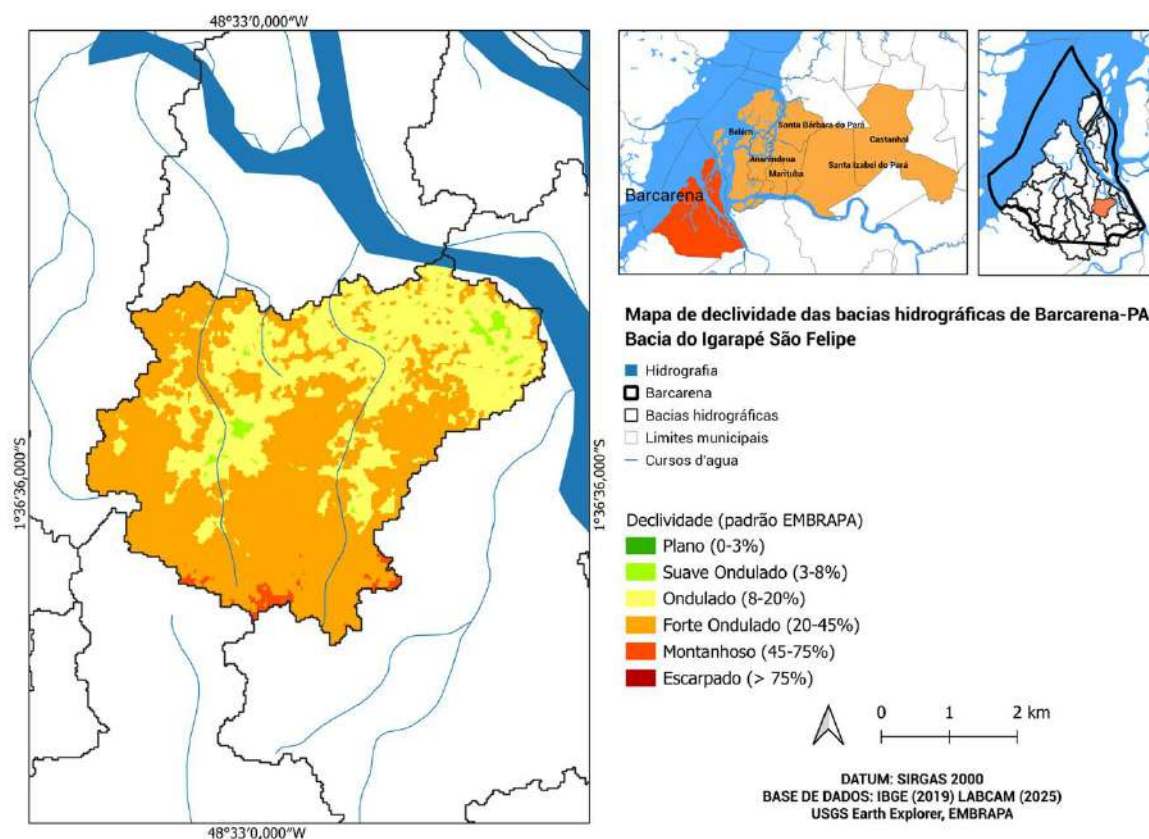
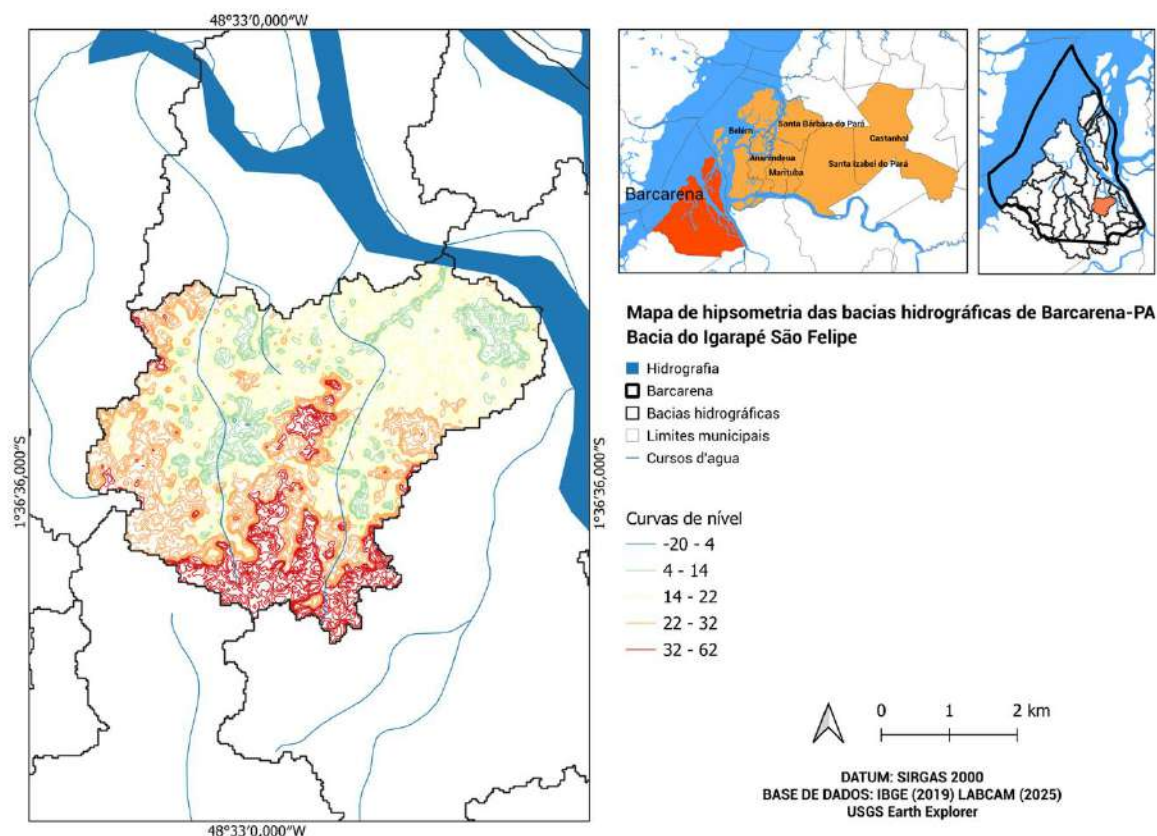


Tabela 20: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia Igarapé São Felipe, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
23,70	22	2	52	50	2	22

Figura 23 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé São Felipe.



A vegetação é em sua maior parte esparsa, representada por 59% da área da bacia hidrográfica, disposta de maneira dispersa na bacia (Tabela 21; Figura 24). Quase 30% da bacia do Igarapé São Felipe está suscetível a inundações (Figura 25).

Tabela 21: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé São Felipe, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	93,9	4,22%	1314,2	59,00%	819,4	36,78%	2227,5	100,00%

Figura 24 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé São Felipe, de acordo com o NDVI.

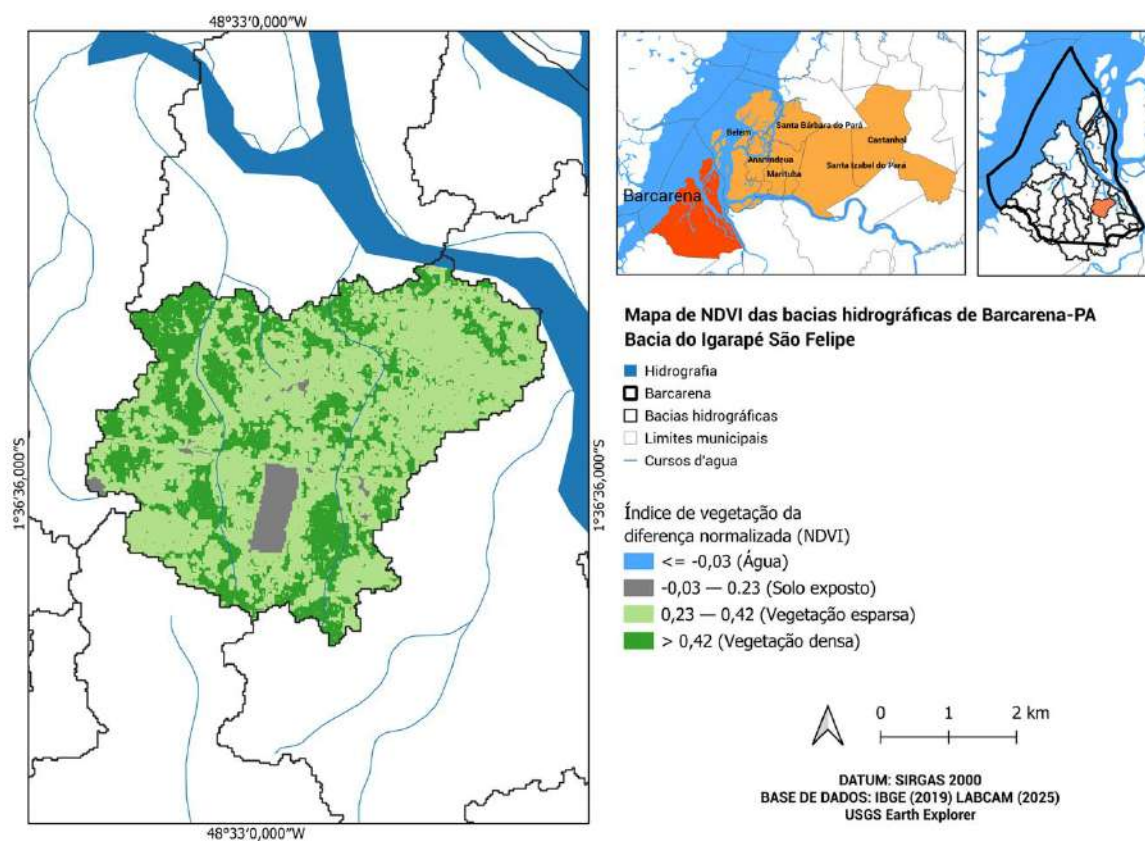
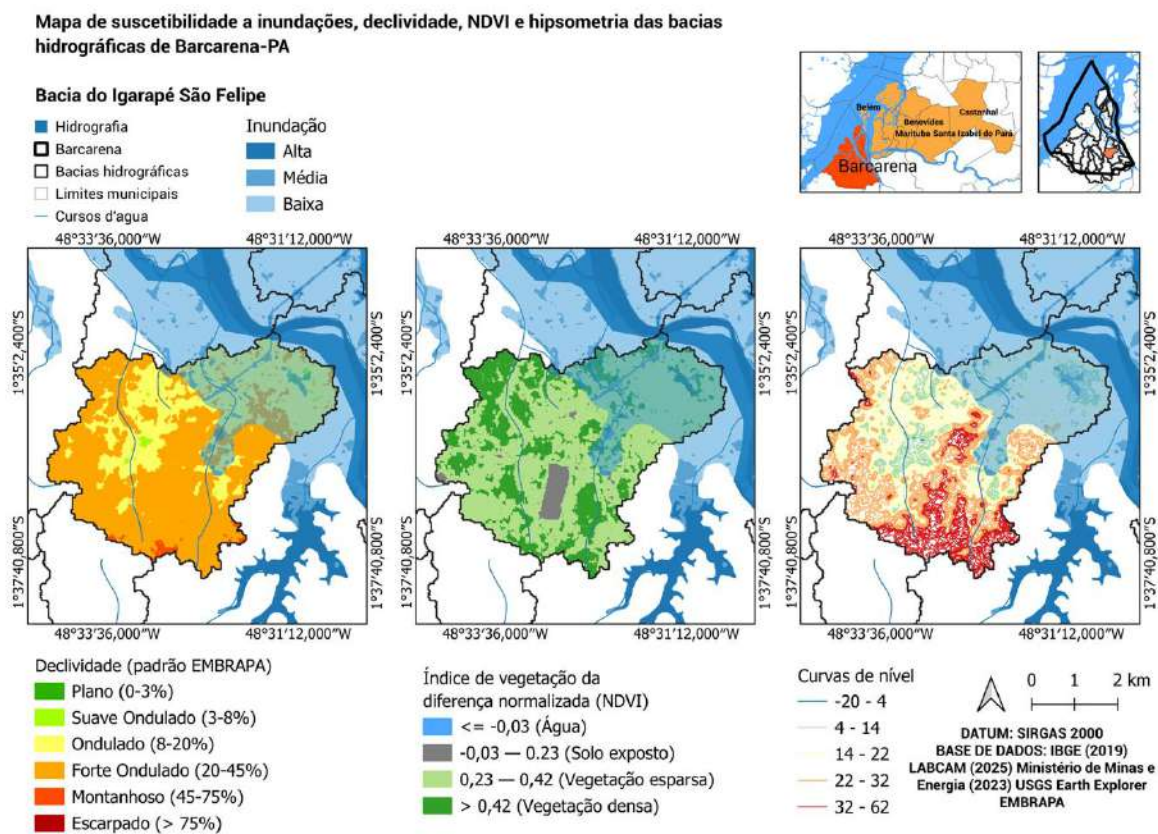


Figura 25 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé São Felipe.



Bacia do Igarapé Bacuri

A bacia do Igarapé Bacuri localiza-se numa região rural, com densidade demográfica de aproximadamente 29 hab/km² referente aos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade mais presente é a Forte-Ondulado, que configura aproximadamente dois terços da bacia (Tabela 22). A classe Ondulado, para mais, caracteriza 32,72% da bacia e encontra-se próxima aos cursos d'água (

Figura 26). Sobre a hipsometria, as cotas mais baixas estão no centro da bacia adjacentes a hidrografia — com a cota mínima sendo seis metros —, enquanto as cotas mais elevadas encontram-se nas extremidades, alcançando 52 m (Tabela 23; Figura 27).

Tabela 22: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Bacuri, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	4,4	0,21%	689,1	32,72%	1402,0	66,57%	10,5	0,50%	2106,0	100%

Figura 26 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Bacuri, de acordo com o padrão EMBRAPA.

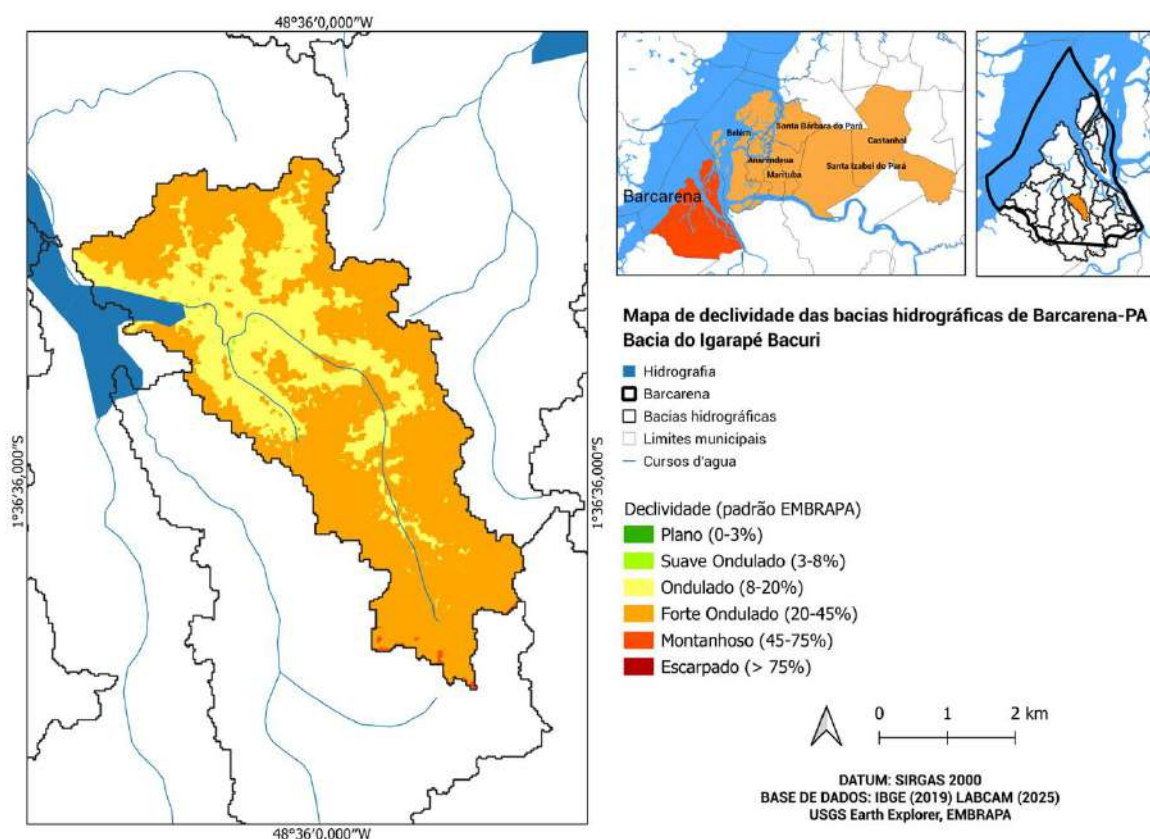
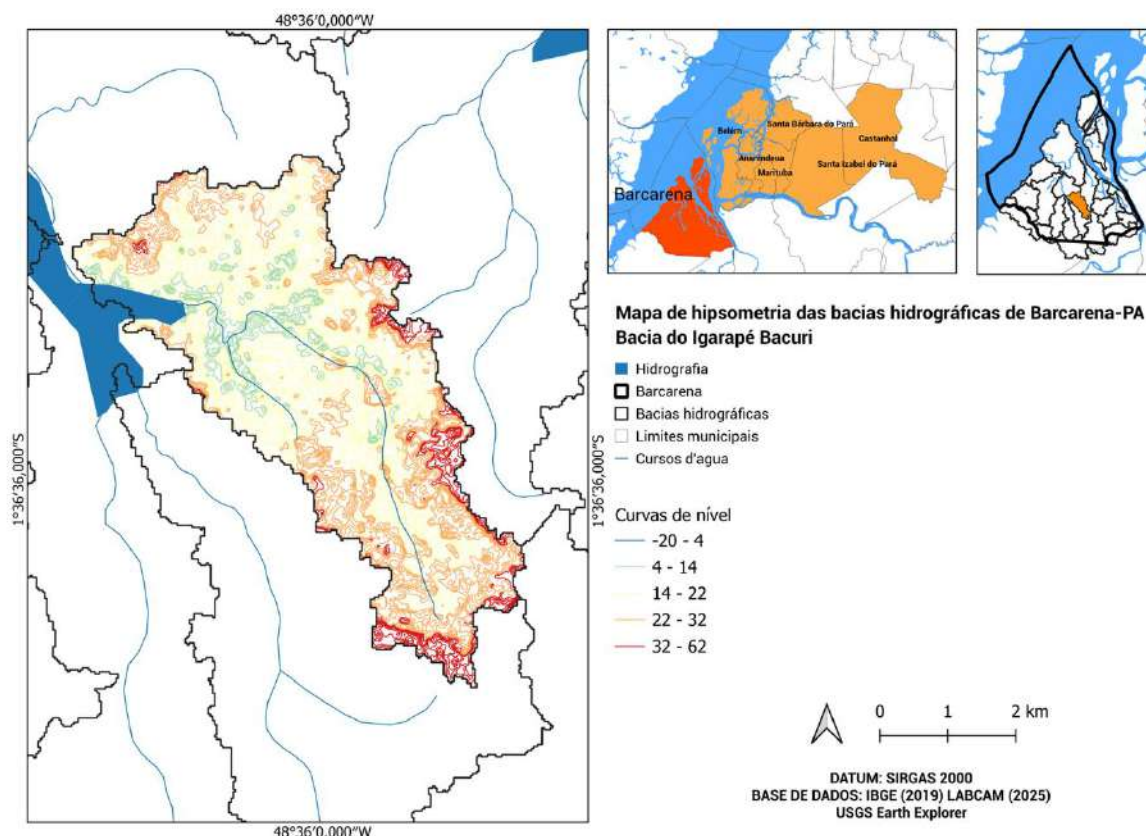


Tabela 23: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Bacuri, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
24,31	24	6	52	46	6	22

Figura 27 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Bacuri.



A vegetação é em sua maior parte esparsa, entretanto a bacia também apresenta uma porcentagem significativa de vegetação densa: 52,89% para esparsa e 46,57% para densa (Tabela 24). A disposição dessas áreas verdes é generalizada nas áreas de crista, talude e vale da bacia (Figura 28). Apenas 3,8% da área da bacia hidrográfica está sujeita a risco de inundações (Figura 29).

Tabela 24: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Bacuri, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	11,4	0,54%	1113,8	52,89%	980,8	46,57%	2106,0	100,00%

Figura 28 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Bacuri, de acordo com o NDVI.

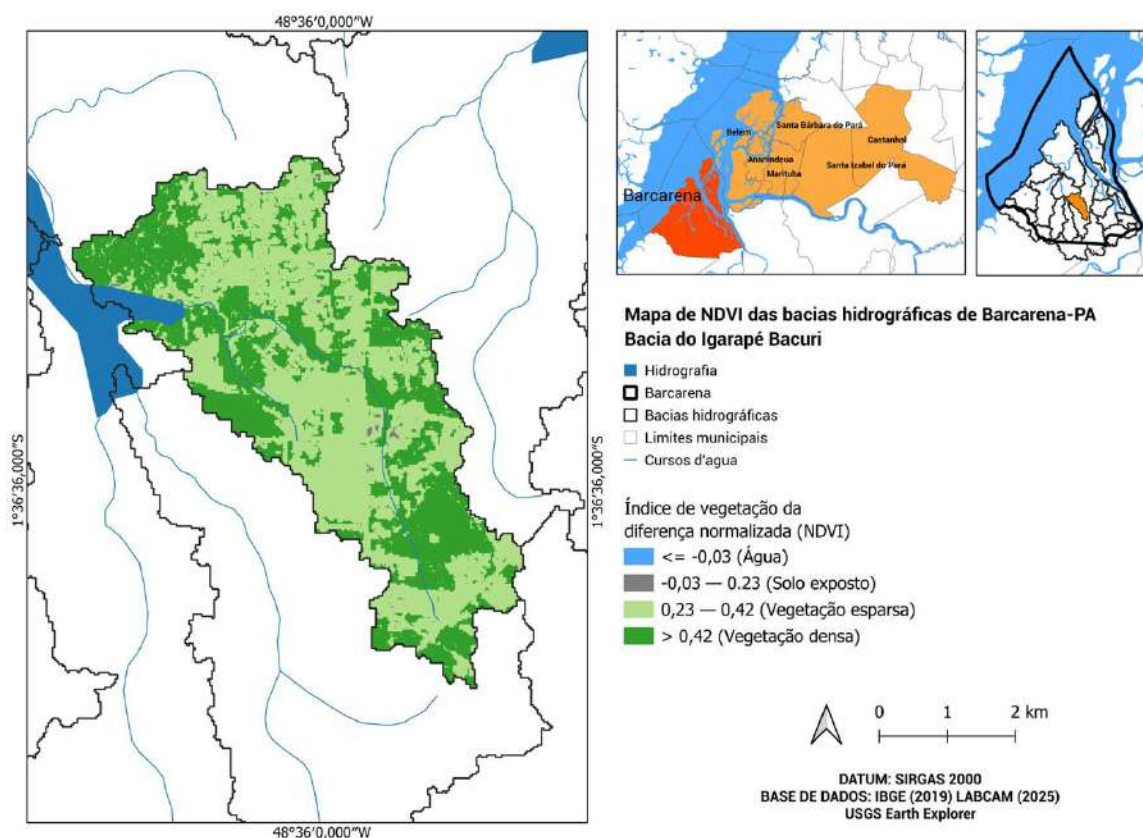
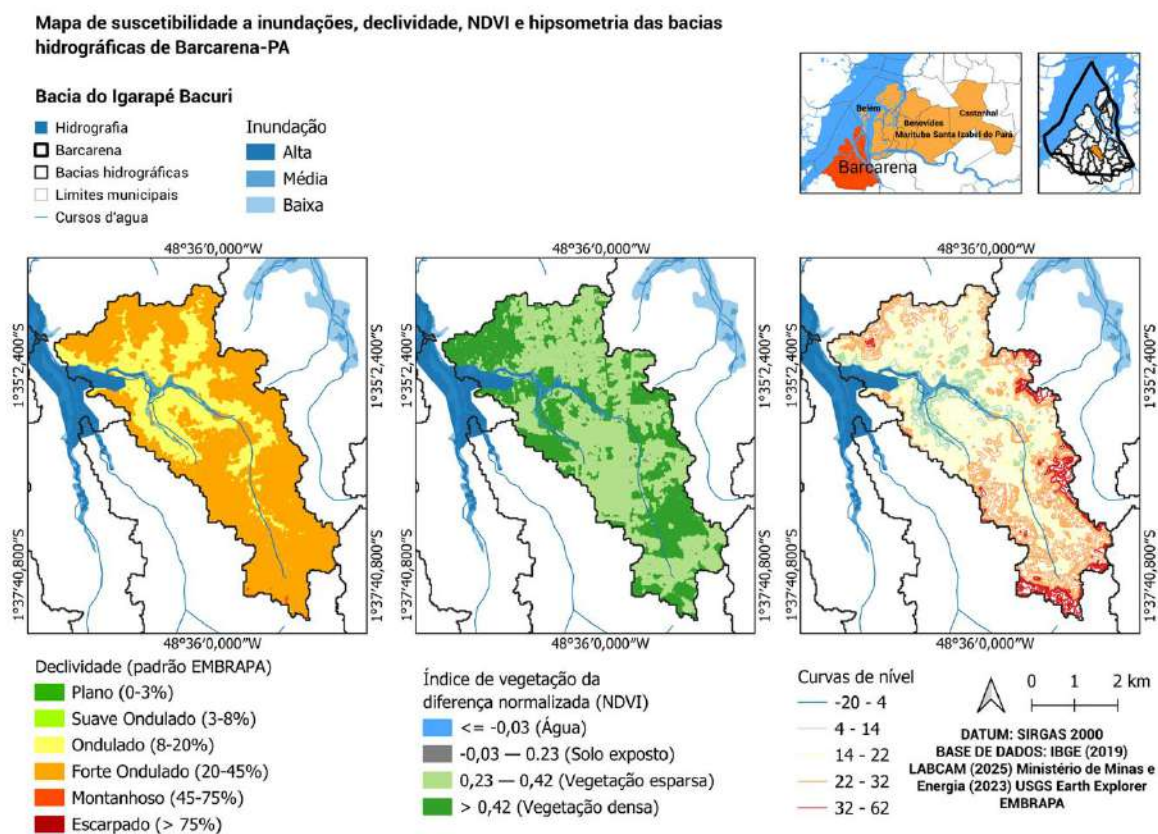


Figura 29 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Bacuri.



Bacia do Igarapé Macajuba

A Bacia do Igarapé Macajuba encontra-se numa área rural, com densidade demográfica de aproximadamente 15 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). As classes de declividade mais presentes são a Forte-Ondulado ao sul e sudoeste, correspondente a 56,04% da bacia, enquanto a classe Ondulado encontra-se ao norte e nordeste, representando aproximadamente um terço da área (Tabela 25; Figura 30). No que corresponde a hipsometria, a maioria das cotas estão no nível de 20 m (Tabela 26). Adicionalmente, as cotas da categoria mais elevada estão dispersas na bacia, chegando a 60 m, enquanto as cotas menos elevadas encontram-se próximas ao curso d'água (Figura 31).

Tabela 25: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Macajuba, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
102,0	3,08%	119,8	3,62%	1090,2	32,95%	1854,1	56,04%	142,5	4,31%	3308,6	100%

Figura 30 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Macajuba, de acordo com o padrão EMBRAPA.

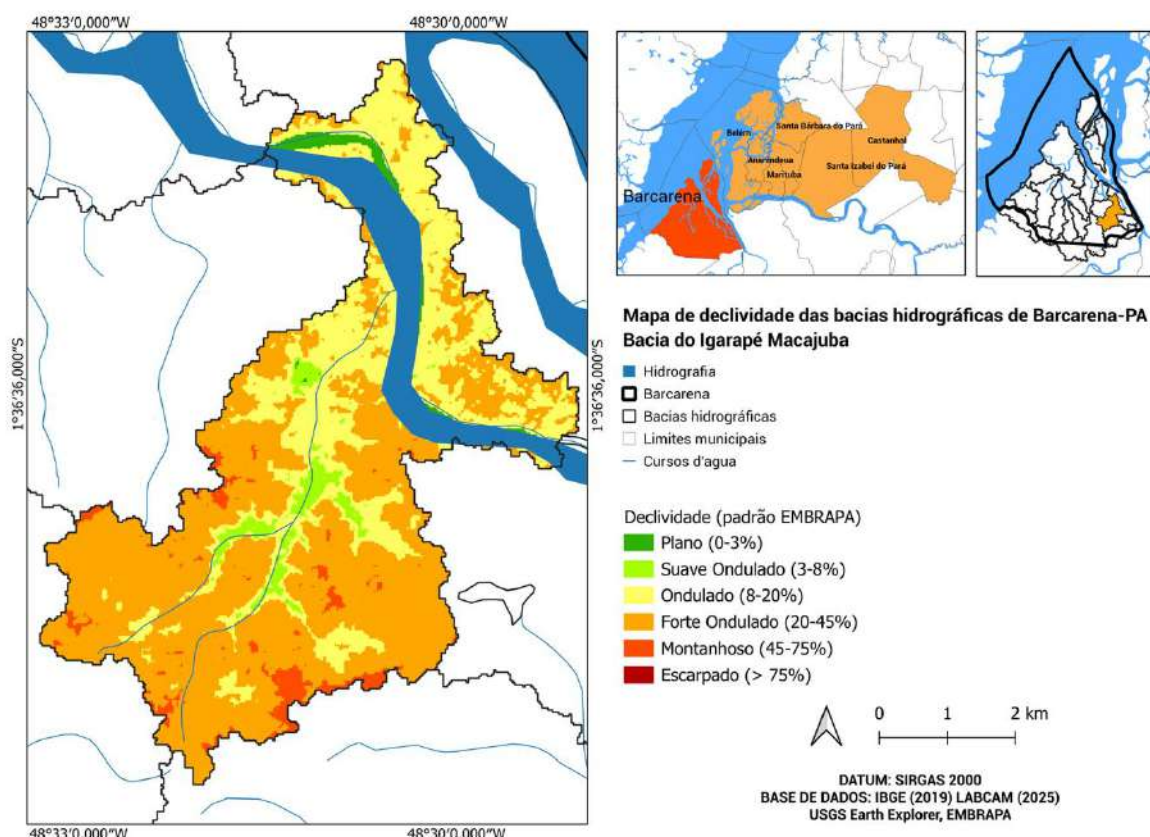
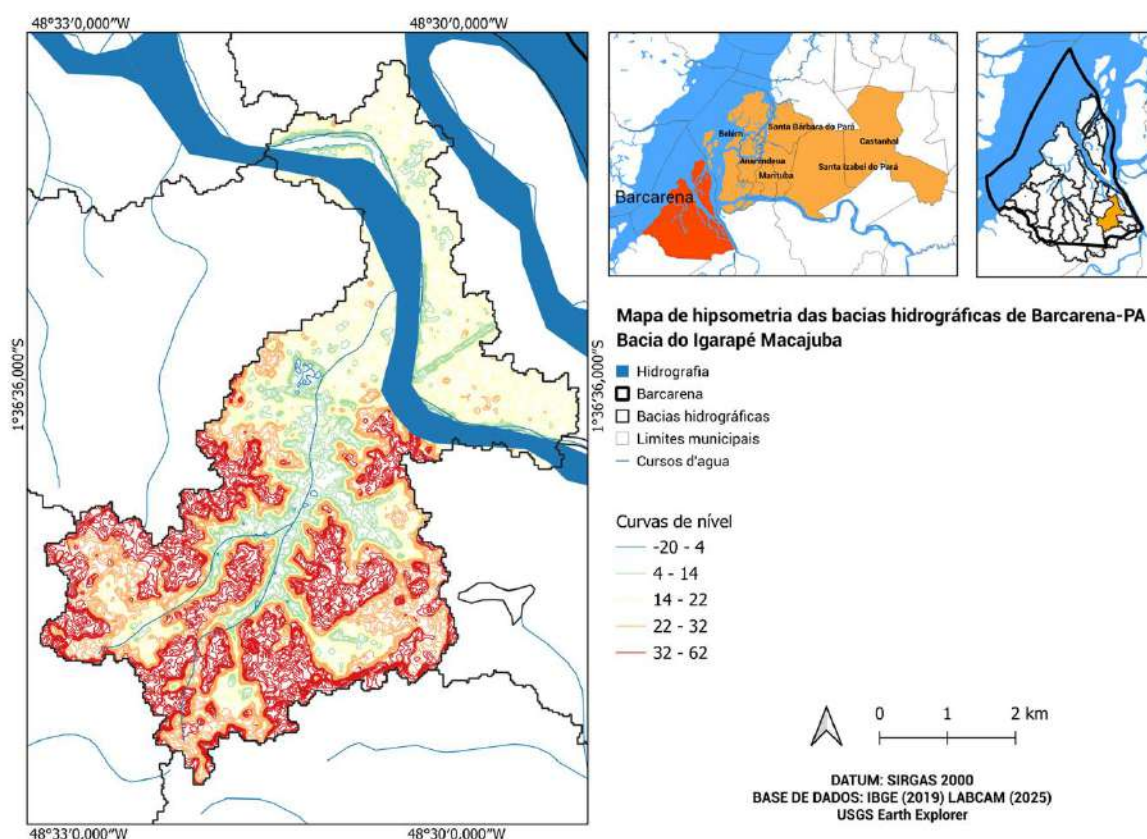


Tabela 26: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Macajuba, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
26,87	24	2	60	58	58	22

Figura 31 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Macajuba.



Sobre as áreas verdes e permeáveis, a bacia do Macajuba possui porcentagens similares nas categorias vegetação esparsa (46,58%) e vegetação densa (49,53%) de NDVI (Tabela 27). O vale da bacia apresenta uma vegetação mais esparsa, enquanto a crista e o talude intercalam pontos de vegetação densa e esparsa (Figura 32). Nas cotas menos elevadas, a suscetibilidade a inundação é mais intensa, representando 44,06% da área da bacia (Figura 33).

Tabela 27: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Macajuba, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
13,0	0,39%	115,8	3,50%	1541,1	46,58%	1638,7	49,53%	3308,6	100,00%

Figura 32 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Macajuba, de acordo com o NDVI.

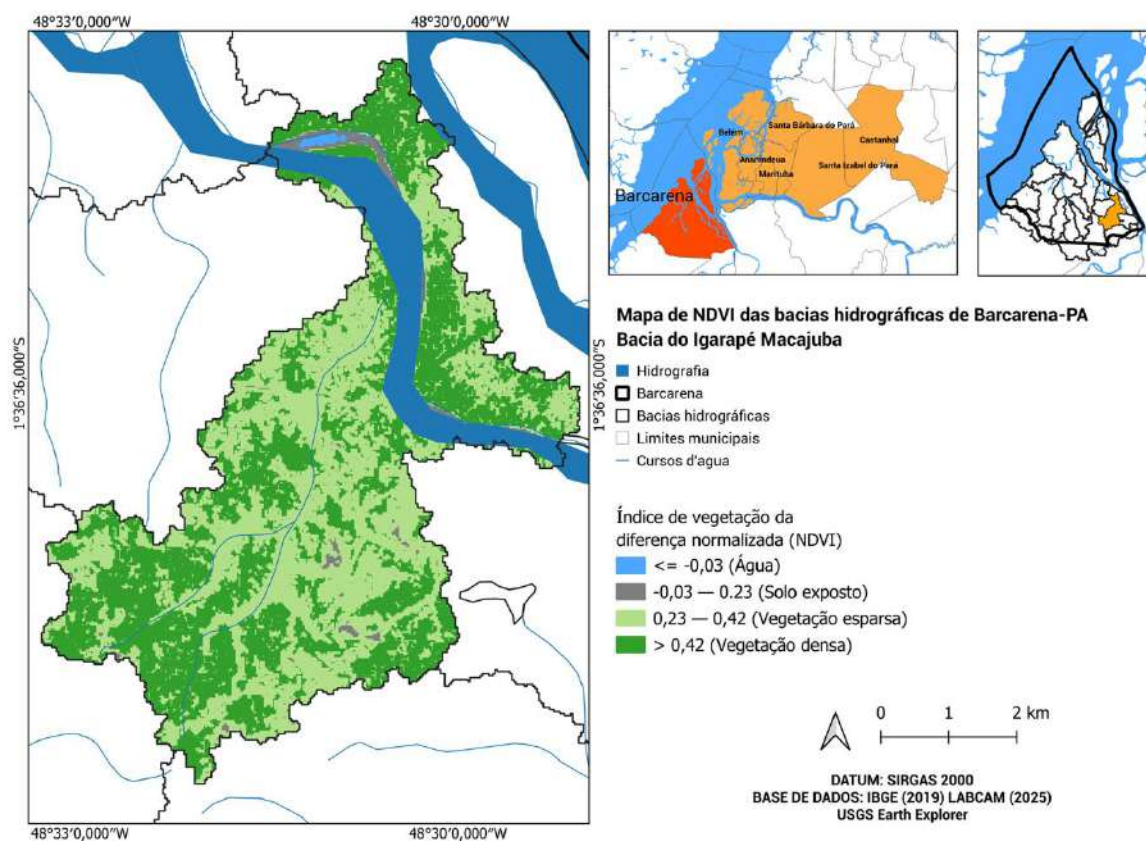
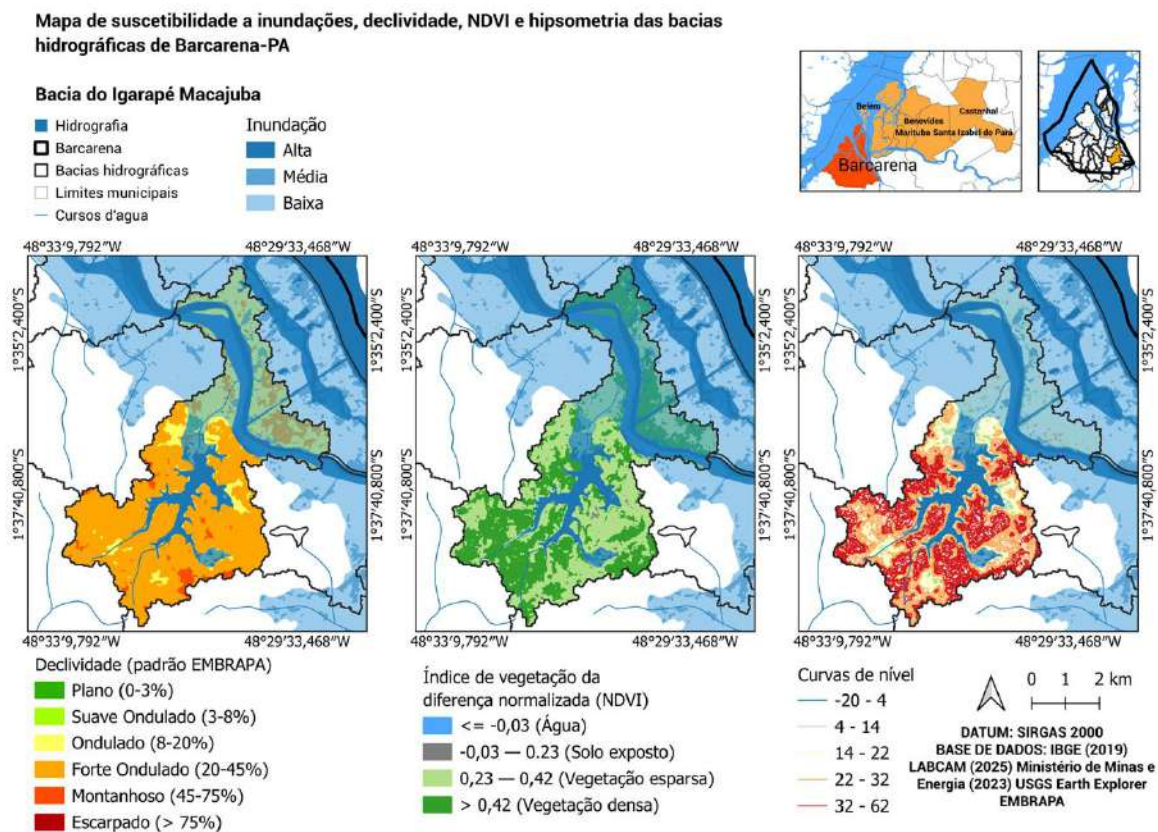


Figura 33 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Macajuba.



Bacia do Igarapé Turuí

A bacia do Igarapé Turuí encontra-se numa área rural, com densidade demográfica de aproximadamente 24 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade Forte-Ondulado representa um pouco mais que três quartos da bacia Igarapé Turuí (Tabela 28). Adjacente aos corpos d’água, entretanto, está a classe Ondulado, indicando 17,77% da área da bacia (Figura 34). Sobre a hipsometria, as cotas variam entre quatro metros e 58 m, com a cota mais frequente sendo 26 m (Tabela 29; Figura 35)

Tabela 28: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Turuí, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,1	0,00%	23,7	0,92%	459,9	17,77%	1985,8	76,74%	118,1	4,56%	2587,6	100%

Figura 34 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Turuí,, de acordo com o padrão EMBRAPA.

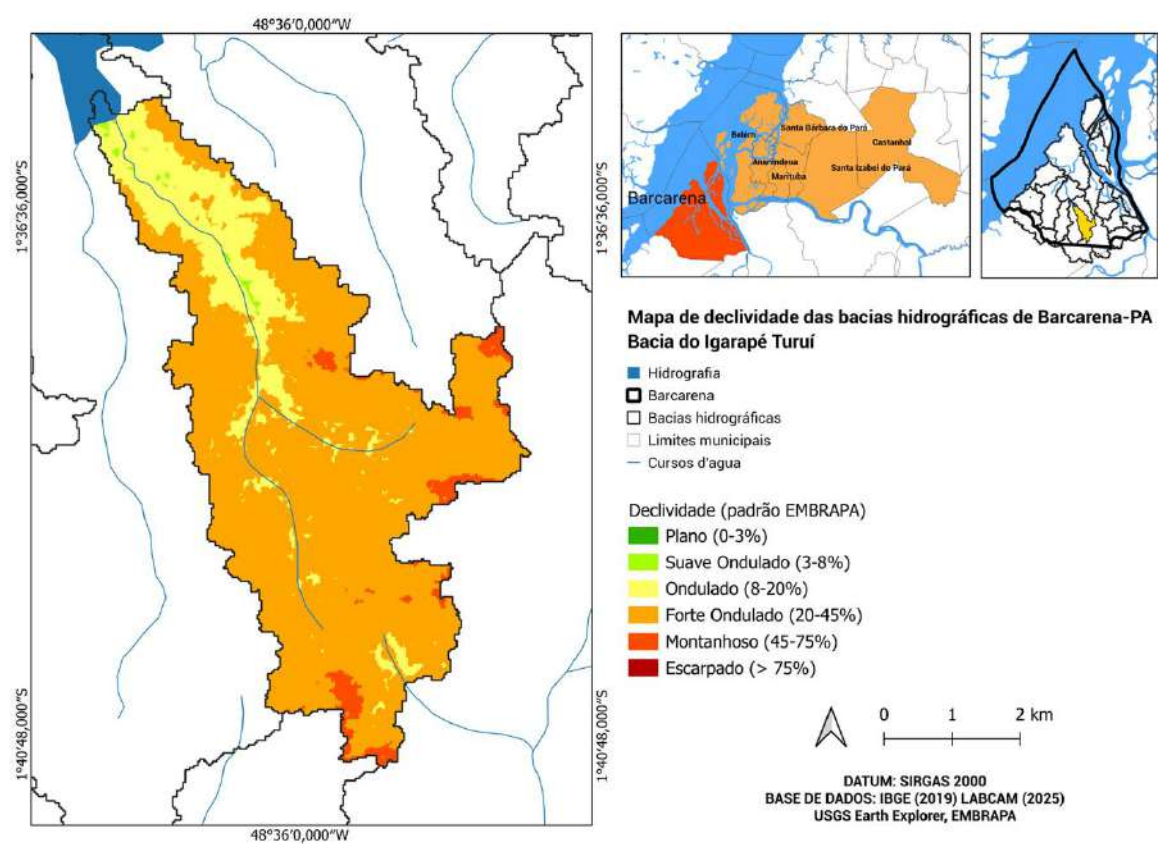
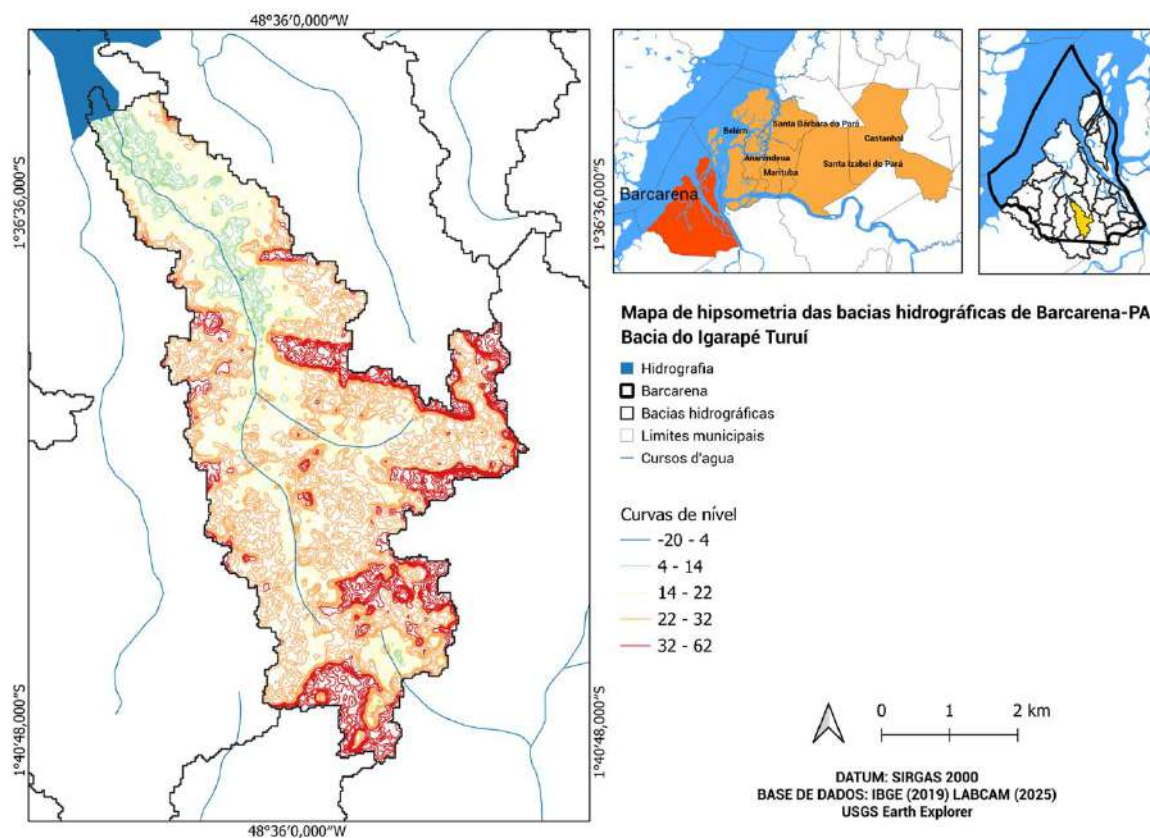


Tabela 29: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Turuí, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
28,37	28	4	58	54	58	26

Figura 35 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Turuí.



Ademais, as classes de NDVI referentes a vegetação esparsa e a vegetação densa ambas representam 49,4%, empatadas em suas áreas correspondentes, e não foi identificado um padrão específico na disposição da vegetação (Tabela 30; Figura 36). Existe, também, uma área de 10,4 ha que está localizada na mancha de inundação, representando 0,4% da área da bacia hidrográfica (Figura 37).

Tabela 30: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Turuí, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	31,0	1,20%	1279,3	49,44%	1277,3	49,36%	2587,6	100,00%

Figura 36 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Turuí, de acordo com o NDVI.

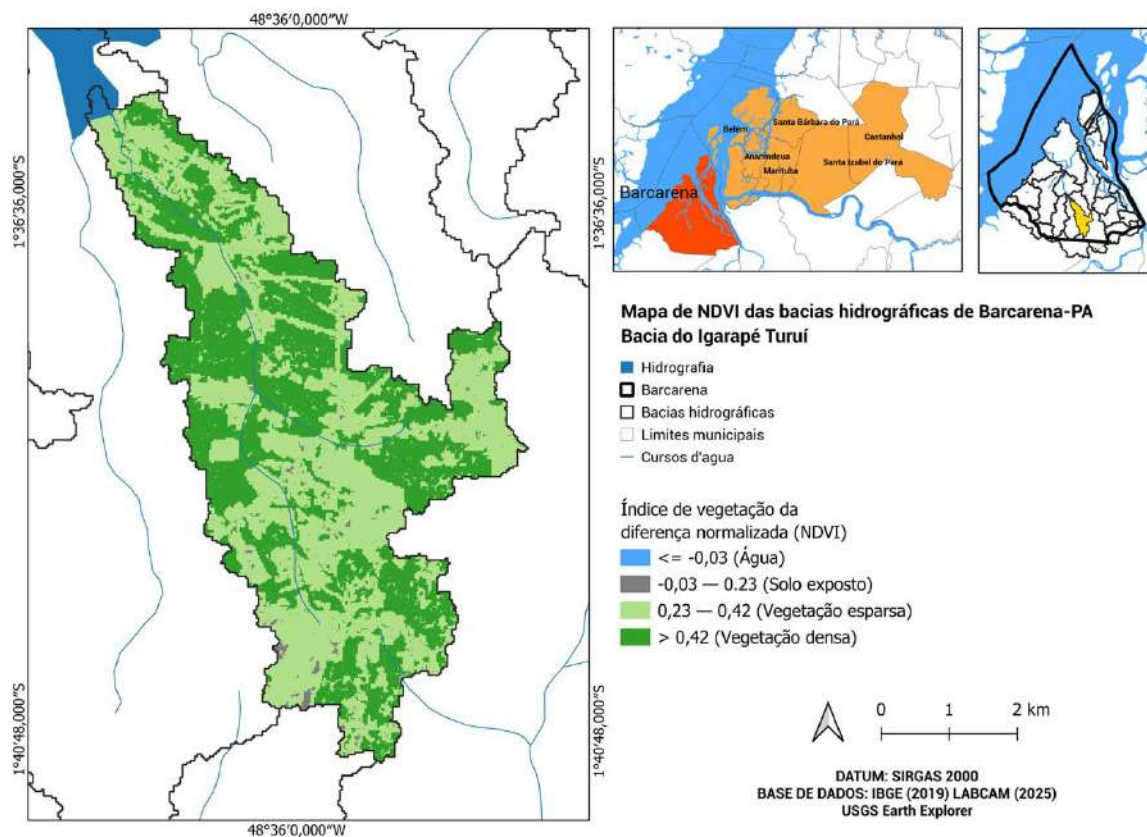
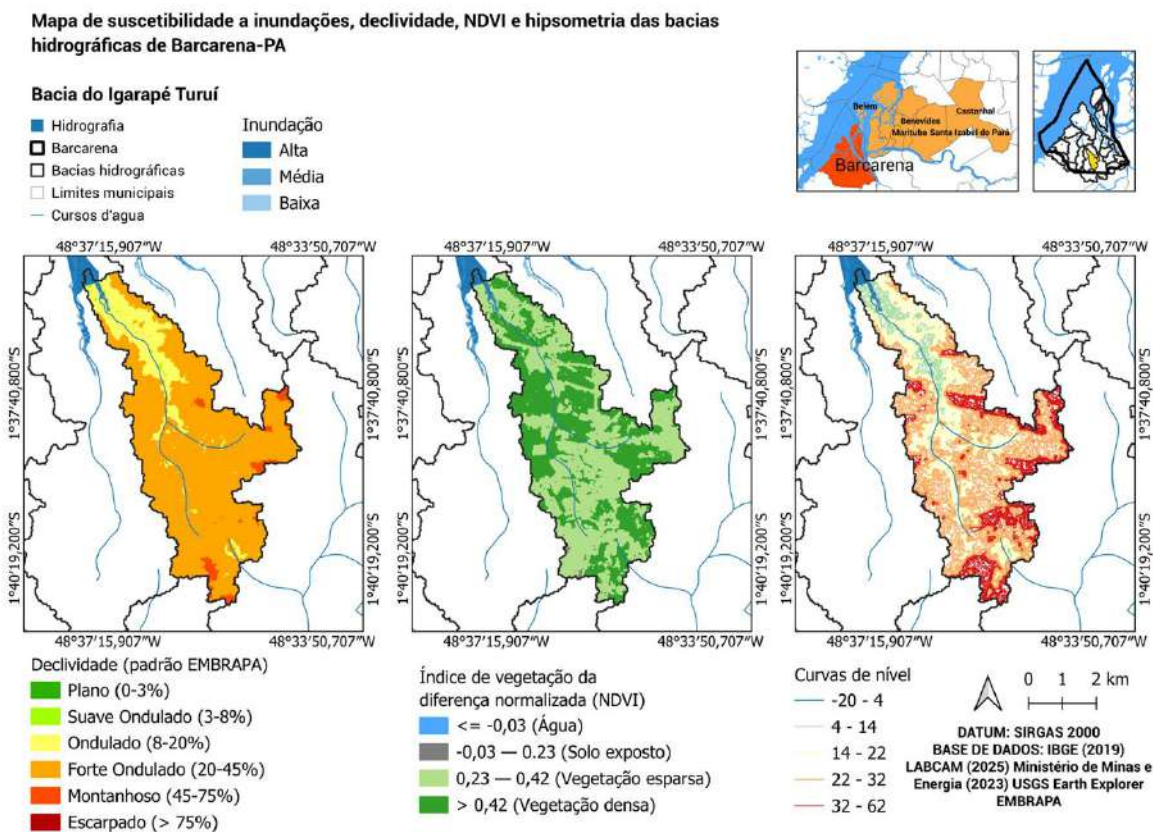


Figura 37 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Turuí.



Bacia do Igarapé Guajará da Serraria

A Bacia do Igarapé Guajará da Serraria está localizada parcialmente em área urbana e parcialmente em área rural, com densidade demográfica de 32 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade Forte Ondulado se refere a 81,67% da bacia (Tabela 31). A classificação Ondulado, por sua vez, aparece perto dos corpos d'água e consiste em cerca de 17% da área da bacia hidrográfica (

Figura 38). Sobre a hipsometria, as cotas encontradas estão entre quatro metros e 50 m, com a cota modal sendo 24 m (

Tabela 32; Figura 39).

Tabela 31: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Guajará da Serraria, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	7,4	0,19%	656,2	16,72%	3205,4	81,67%	55,9	1,42%	3925,0	100%

Figura 38 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Guajará da Serraria, de acordo com o padrão EMBRAPA.

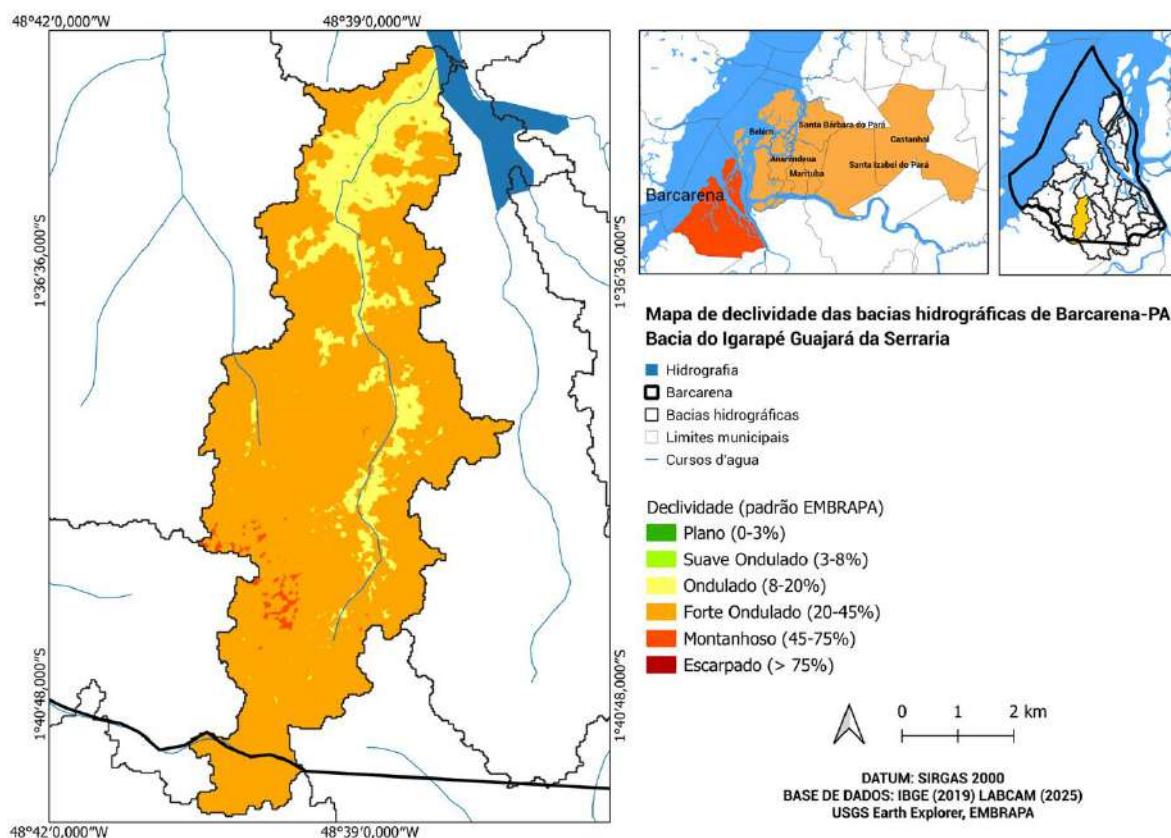
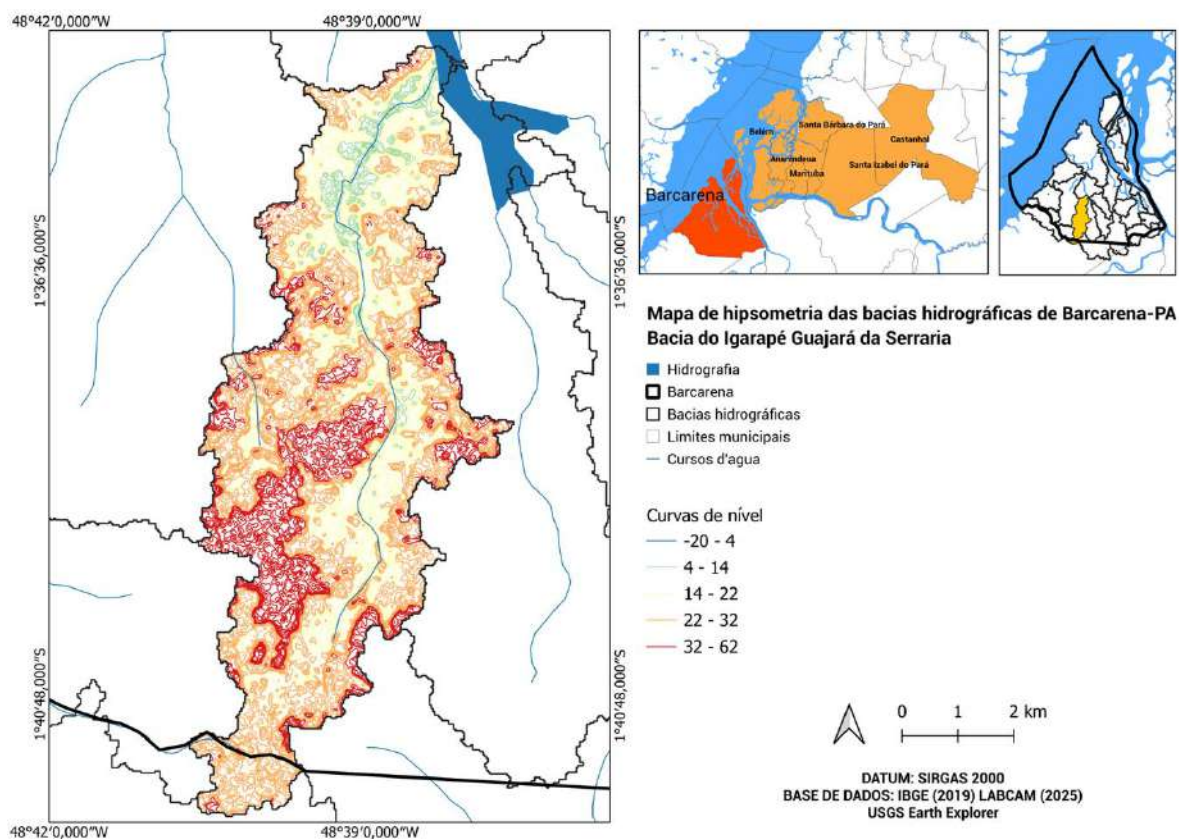


Tabela 32: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Guajará da Serraria, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
27,75	28	4	50	46	4	24

Figura 39 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Guajará da Serraria.



A vegetação é em sua maior parte densa, indicando aproximadamente o percentual de 50% — algumas das áreas de vegetação mais densas estão presentes na crista da bacia (Figura 40). Além disso, a categoria de vegetação esparsa também é bem relevante, apontando para 48,52% da bacia (Tabela 33). A área de suscetibilidade a inundação não é tão expressiva quanto em outras bacias hidrográficas, condizendo a 2,45% da área da bacia do Igarapé Guajará da Serraria (Figura 41).

Tabela 33: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Guajará da Serraria, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	56,5	1,44%	1904,2	48,52%	1964,2	50,04%	3925,0	100,00%

Figura 40 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Guajará da Serraria, de acordo com o NDVI.

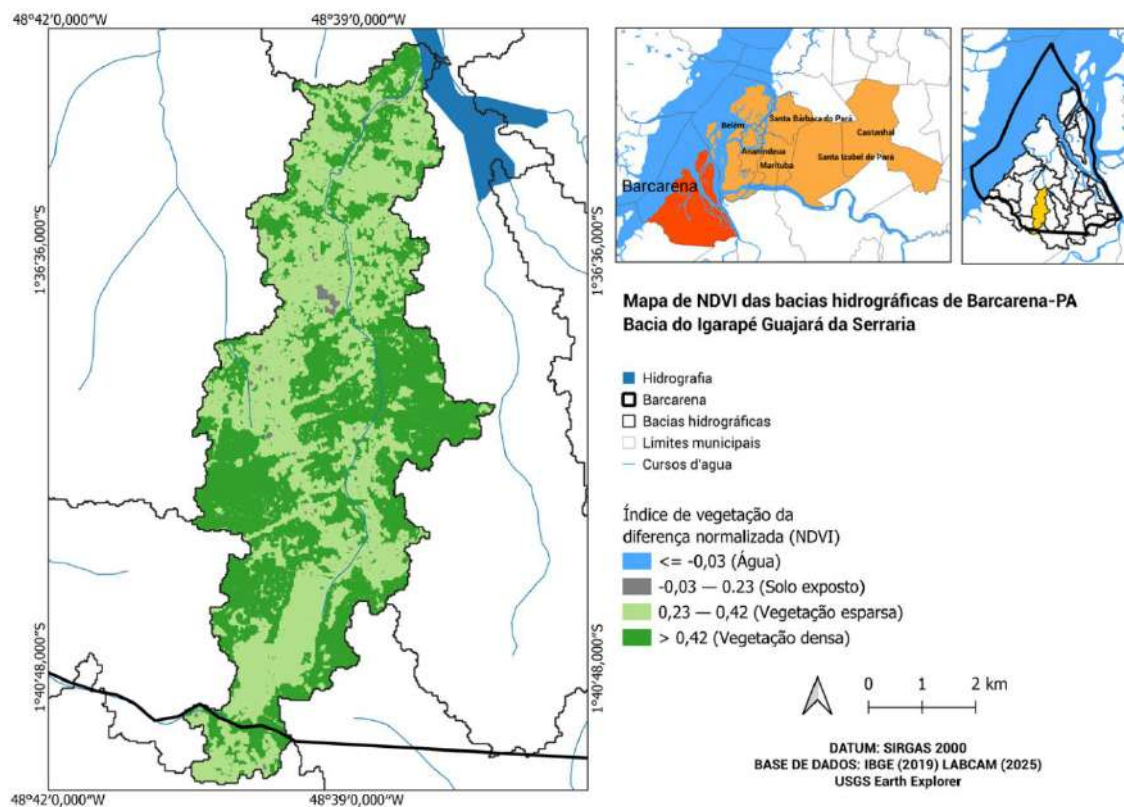
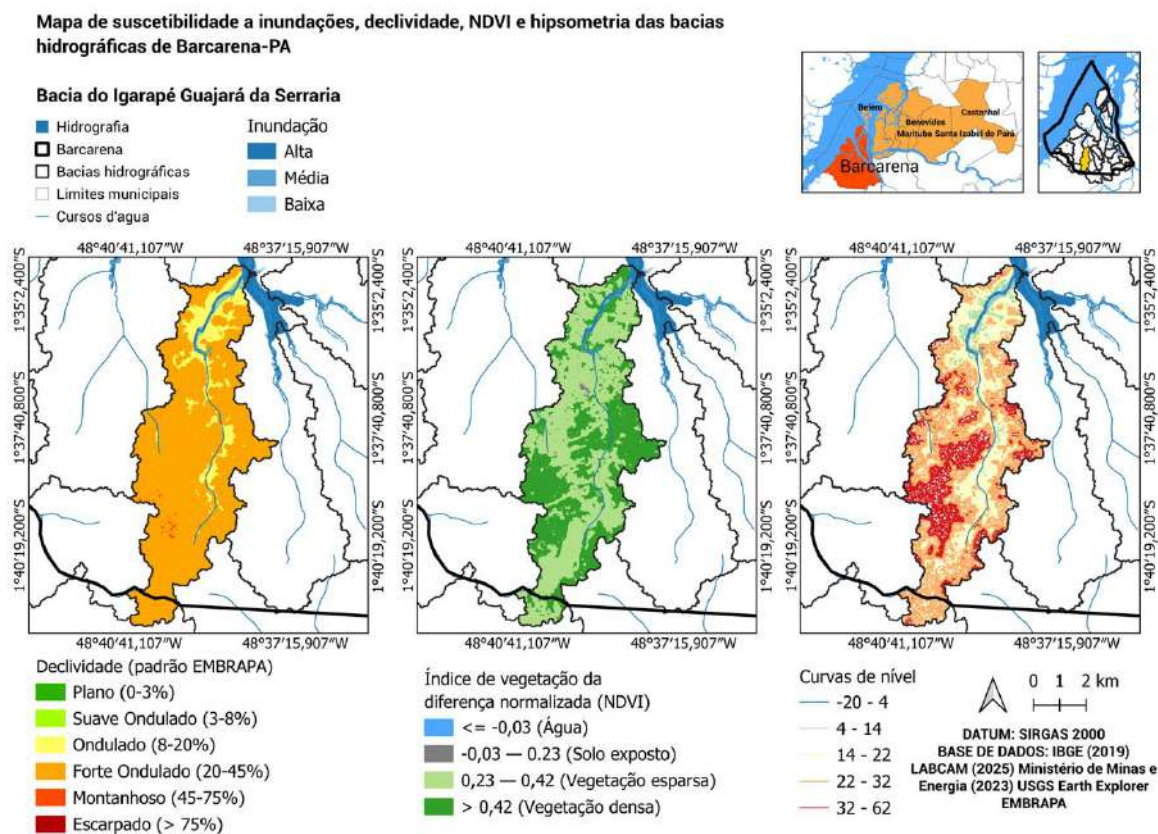


Figura 41 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Guajará da Serraria.



Bacia do Igarapé Cabresto

A bacia do Igarapé Cabresto encontra-se numa região rural, com densidade demográfica de aproximadamente 23 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A faixa de declividade mais recorrente na bacia do Igarapé Cabresto é a Forte Ondulado, que consiste em cerca de 78% da área da bacia (Tabela 34; Figura 42). As cotas de nível, por sua vez, variam entre a mínima de dois metros e a máxima de 58 m, com a maioria sendo 24 m (Tabela 35). Na região oeste, os níveis estão em categorias mais elevadas, enquanto na parte leste da bacia encontram-se as cotas mais baixas (Figura 43).

Tabela 34: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Cabresto, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,4	0,01%	4,4	0,12%	589,8	15,69%	2927,3	77,87%	237,5	6,32%	3759,4	100%

Figura 42 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Cabresto, de acordo com o padrão EMBRAPA.

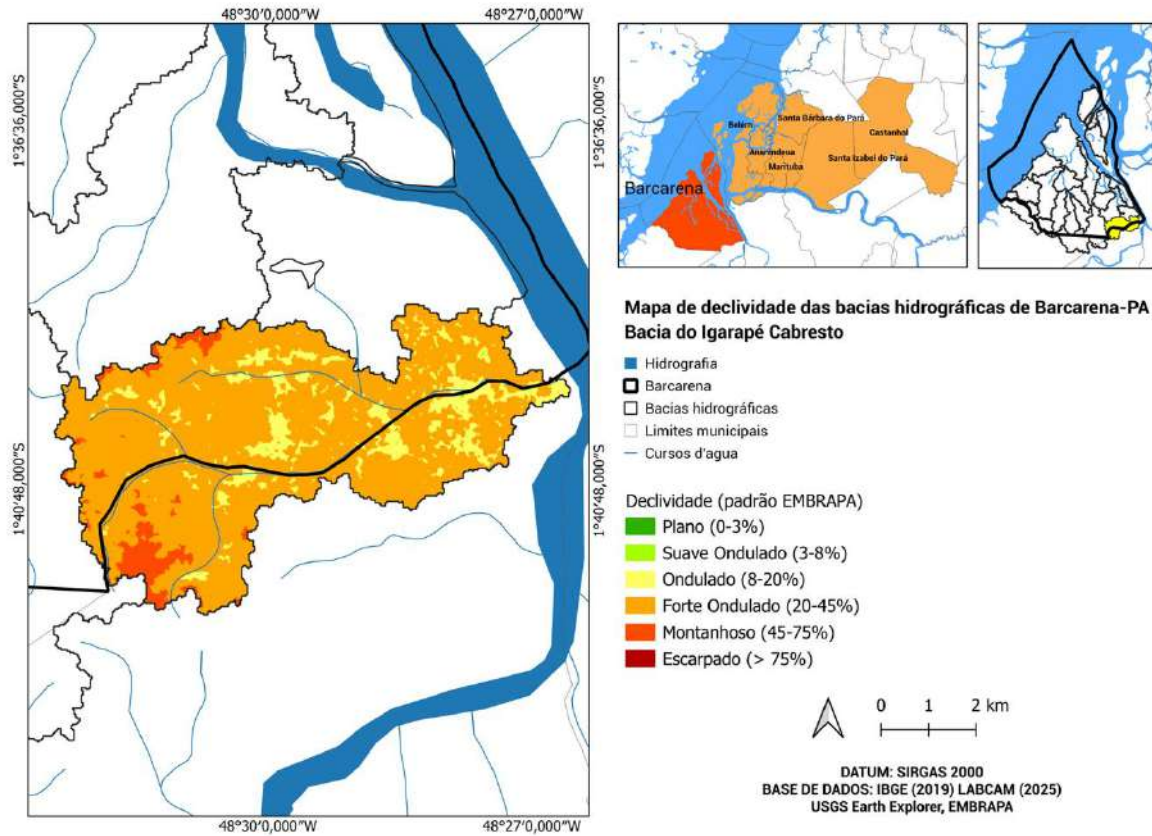
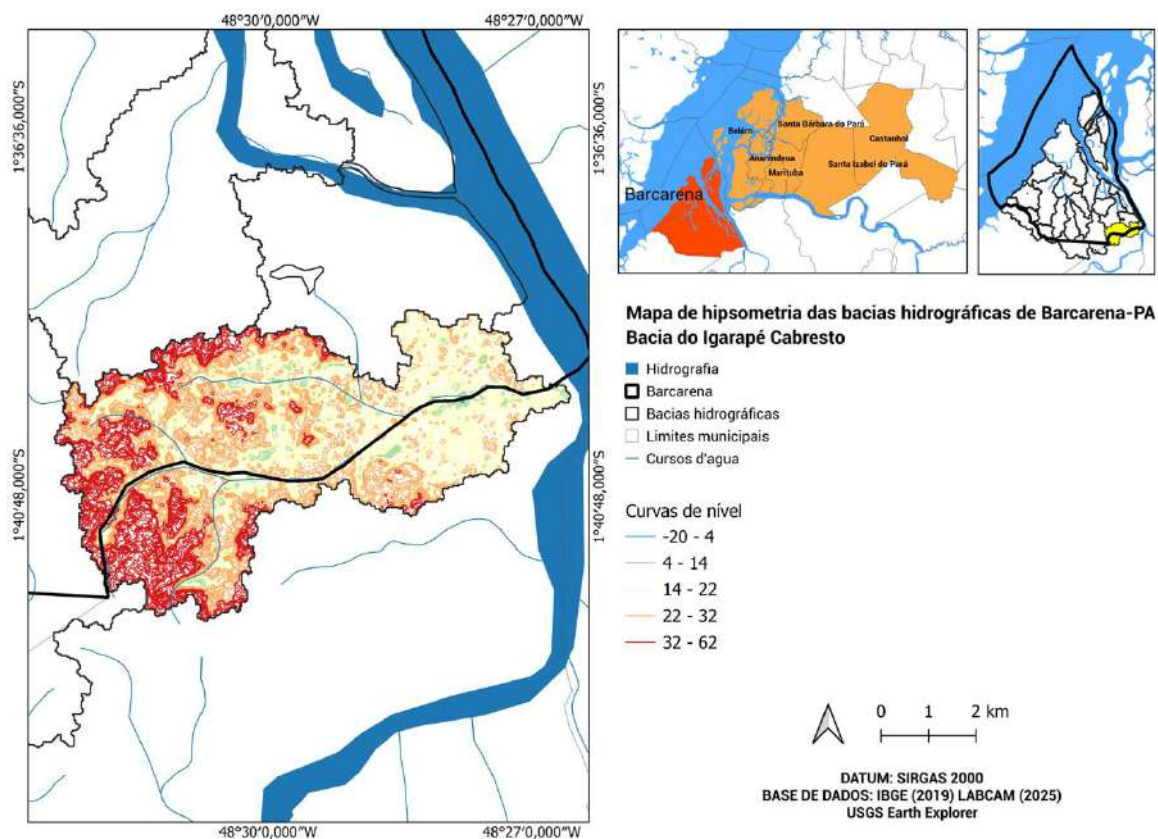


Tabela 35: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Cabresto, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
27,79	26	2	58	56	2	24

Figura 43 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Cabresto.



Quanto aos índices de NDVI, foram encontrados percentuais iguais referentes à vegetação esparsa e à vegetação densa — cada um representa 49,65% da bacia (Tabela 36). Essas duas categorias de vegetação estão dispostas de maneira dispersa na extensão da bacia (Figura 44). No quesito da mancha de inundação, a bacia apresenta 994,4 ha de área suscetível a alagamento (Figura 45).

Tabela 36: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Cabresto, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	26,6	0,71%	1866,4	49,65%	1866,4	49,65%	3759,4	100,00%

Figura 44 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Cabresto, de acordo com o NDVI.

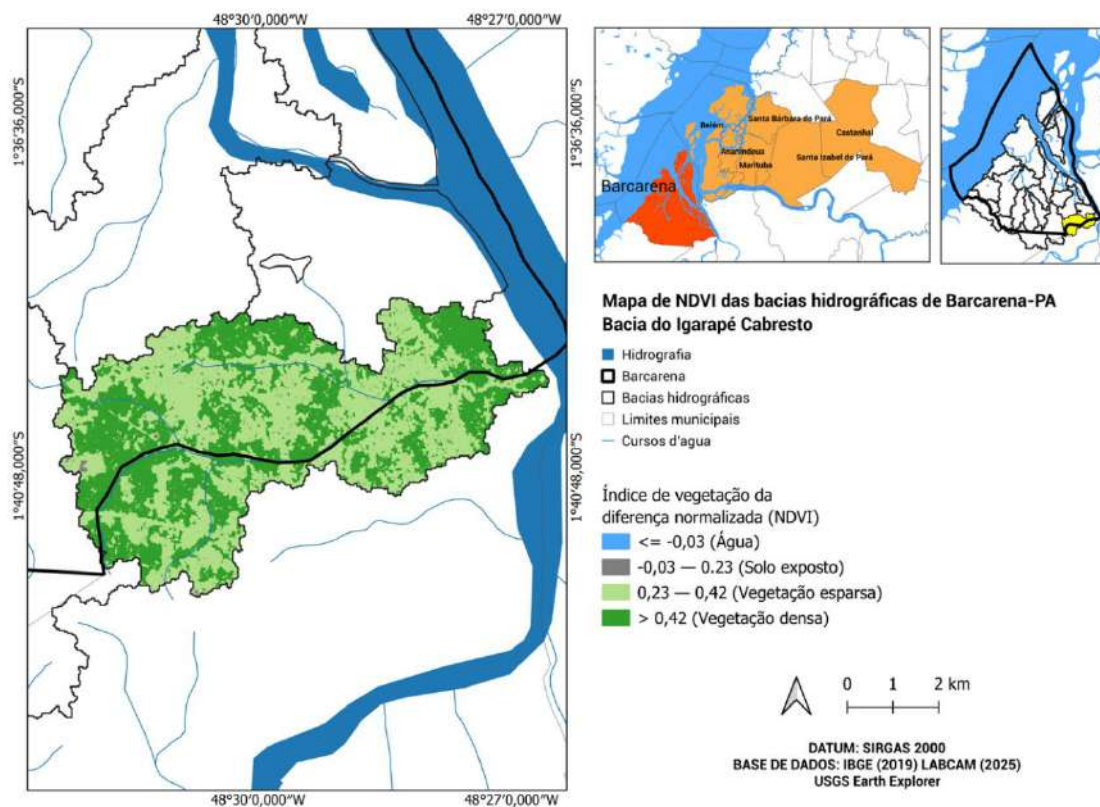
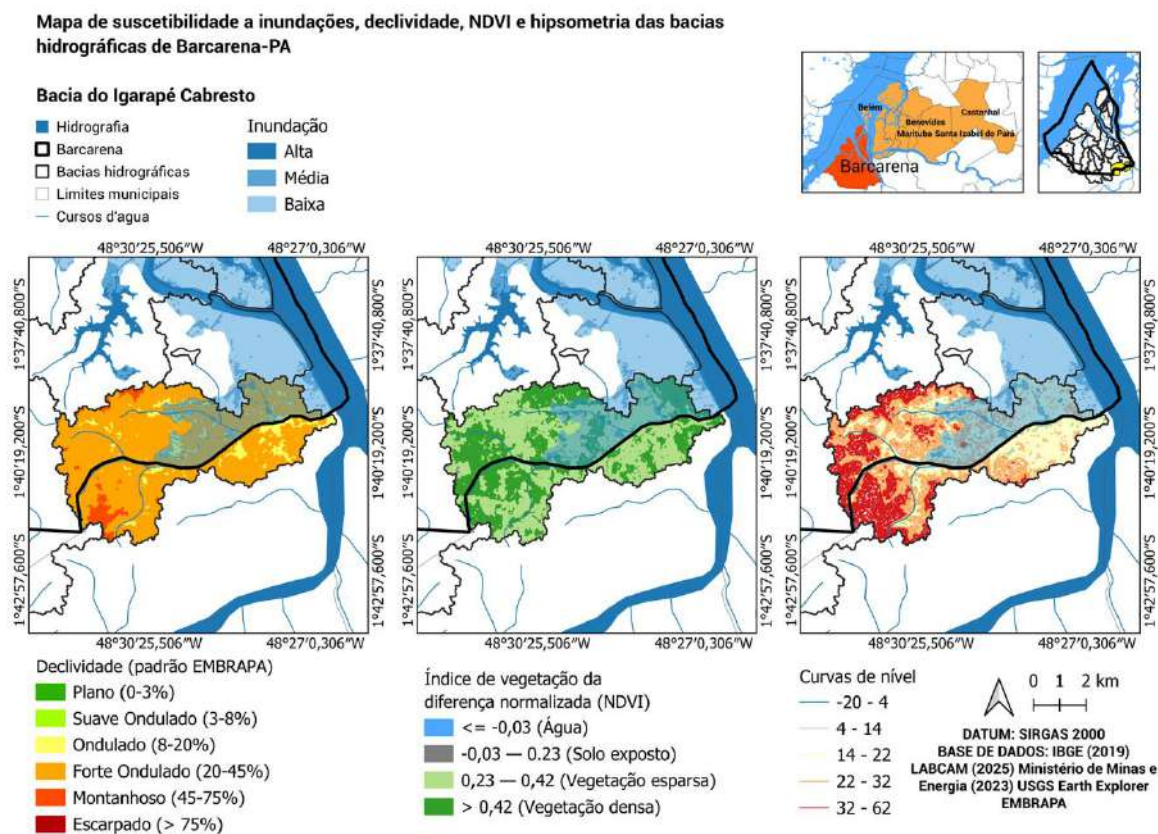


Figura 45 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Cabresto.



Bacia do Igarapé Caeté

A bacia do Igarapé Caeté se localiza numa área rural, com densidade demográfica de 19 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A faixa de declividade massivamente predominante é a Forte Ondulado, que compõe quase 90% da área da bacia (Tabela 37). Em alguns pontos, também é possível ver a classe Ondulado e a classe Montanhoso, que representam 5,15% e 5,57% respectivamente (Figura 46). No âmbito da hipsometria, as cotas da bacia do Caeté são predominantemente das classificações mais altas, com a cota mínima sendo seis metros, a cota máxima sendo 54 m e a cota modal sendo 26 m (Tabela 38; Figura 47).

Tabela 37: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Caeté, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	1,0	0,02%	219,8	5,15%	3806,4	89,25%	237,6	5,57%	4264,8	100%

Figura 46 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Caeté, de acordo com o padrão EMBRAPA.

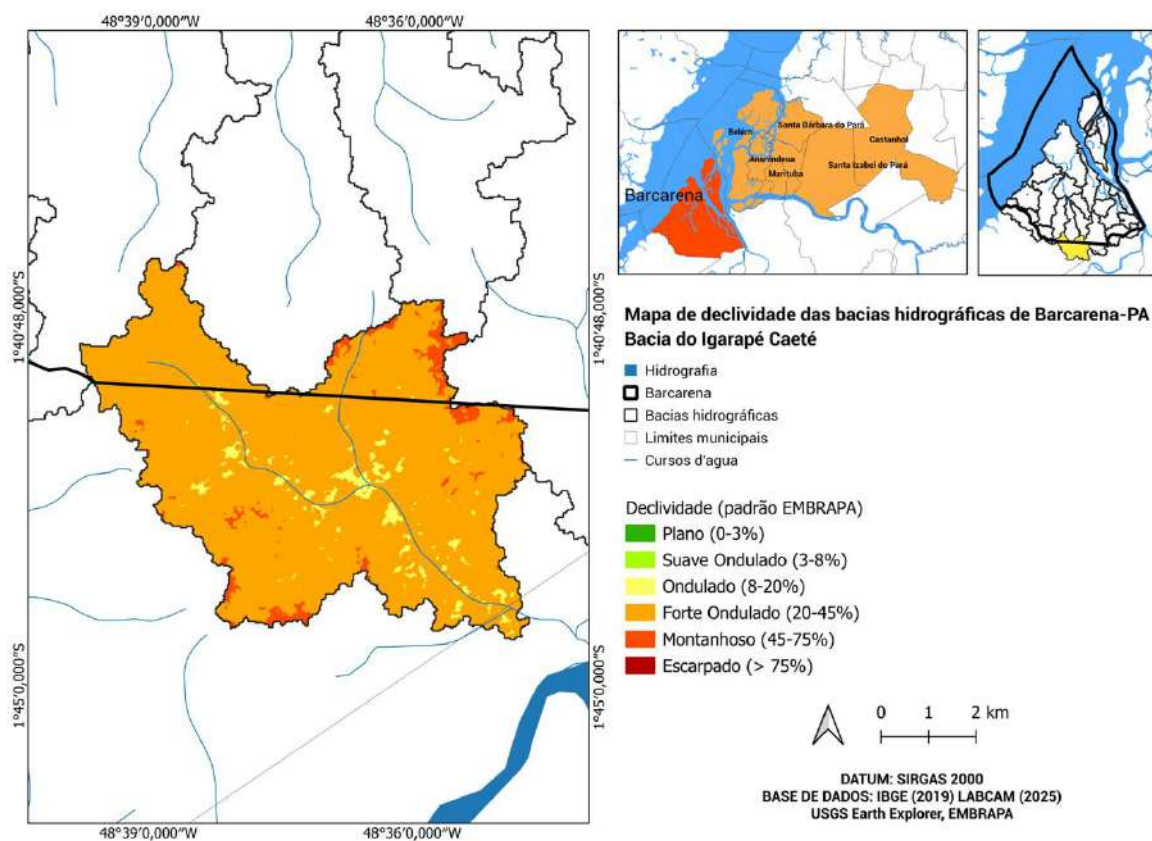
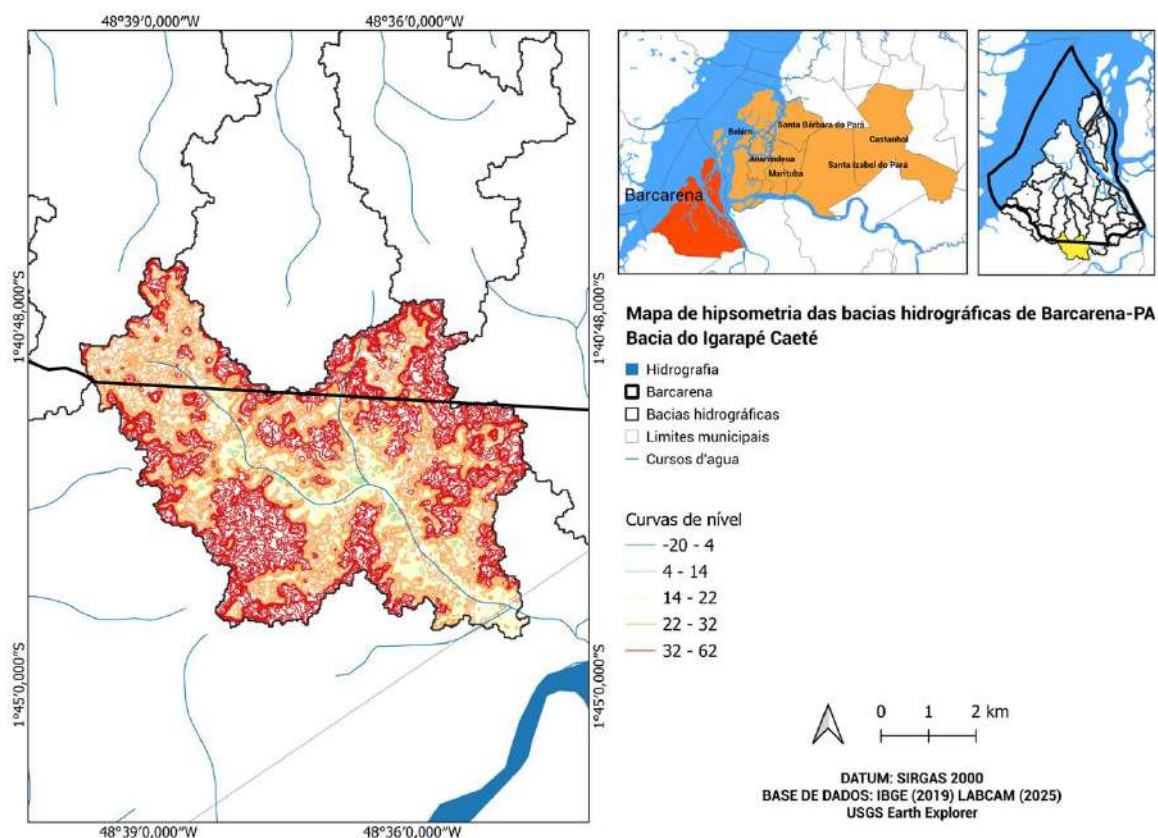


Tabela 38: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Caeté, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
31,89	32	6	54	48	6	26

Figura 47 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Caeté.

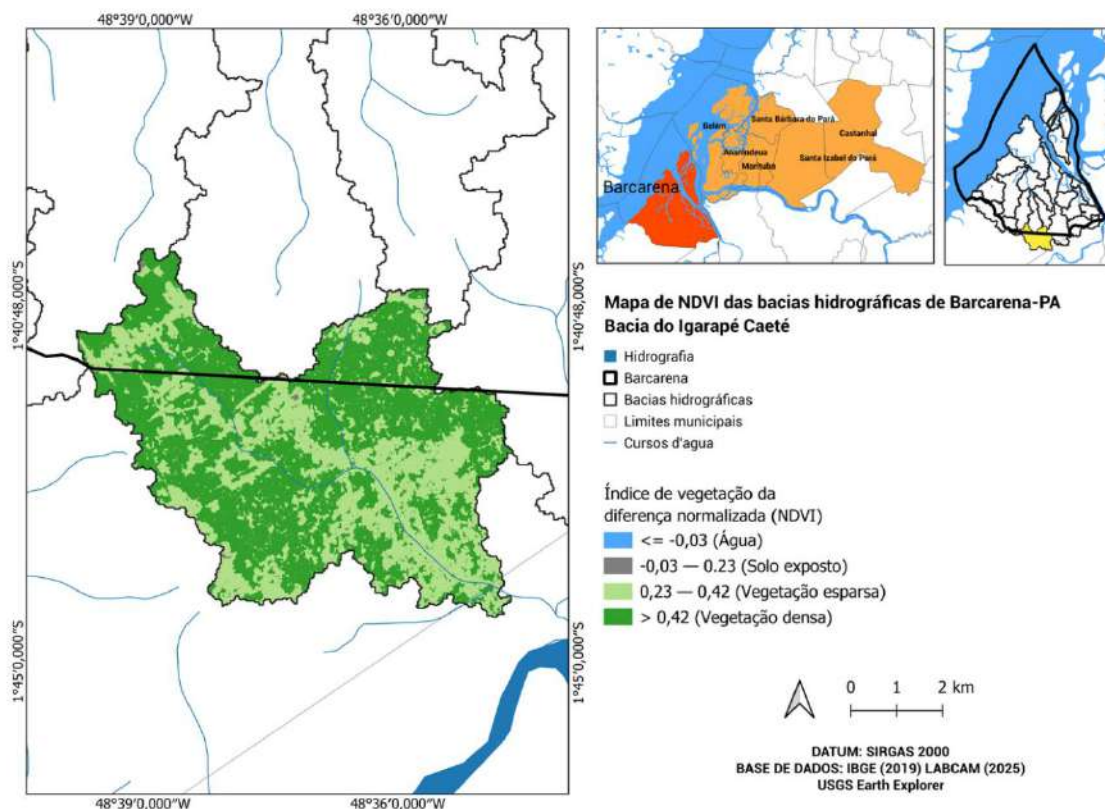


A vegetação da bacia é principalmente da categoria densa, indicando 57,63%, também contando com relevante porcentagem da categoria esparsa, representada por 41,86% (Tabela 39). A vegetação esparsa ocorre predominantemente no vale da bacia, enquanto a vegetação densa é observada principalmente nas cristas. (Figura 48). A mancha de suscetibilidade a inundação não está presente na bacia.

Tabela 39: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Caeté, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	21,9	0,51%	1785,1	41,86%	2457,8	57,63%	4264,8	100,00%

Figura 48 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Caeté, de acordo com o NDVI.



Bacia do Rio Itaporanga

A bacia do Rio Itaporanga encontra-se parcialmente em área rural e parcialmente em área urbana, apresentando uma densidade demográfica de aproximadamente 61 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade de maior porcentagem é a Forte Ondulado, que se refere a 60,88% da bacia e que se localiza em sua maior parte na região sul (Tabela 40). A classe Ondulado, por sua vez, encontra-se na parte norte e caracteriza 36,27% da bacia Rio Itaporanga (Figura 49). Sobre a hipsometria, a cota mínima encontrada é -16 m, enquanto a máxima é 52 m e a maioria das cotas estão no nível 26 m (Tabela 41; Figura 50).

Tabela 40: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Itaporanga, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
7,1	0,11%	85,9	1,31%	2379,7	36,27%	3994,7	60,88%	93,7	1,43%	6561,1	100%

Tabela 41: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Itaporanga, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
23,00	22	-16	52	68	-16	26

Figura 49 — Mapa de declividade da bacia do Rio Itaporanga, de acordo com o padrão EMBRAPA.

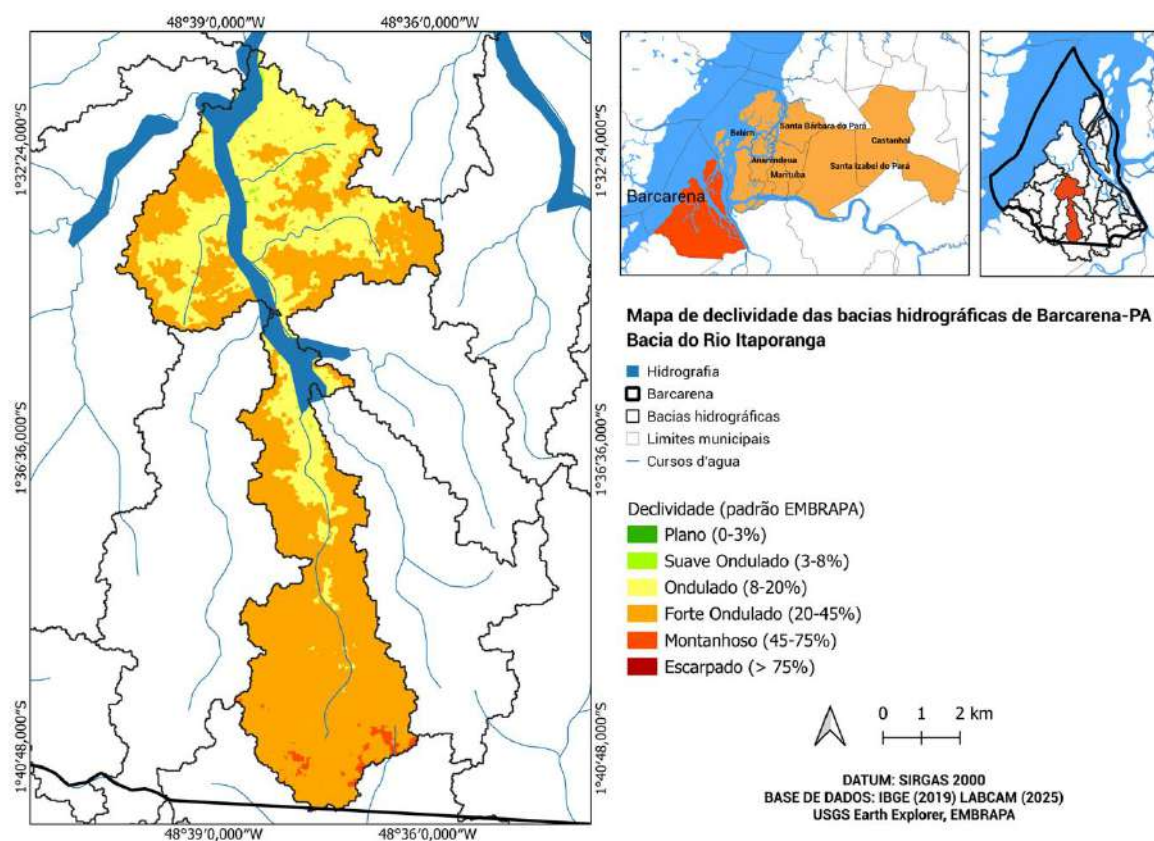
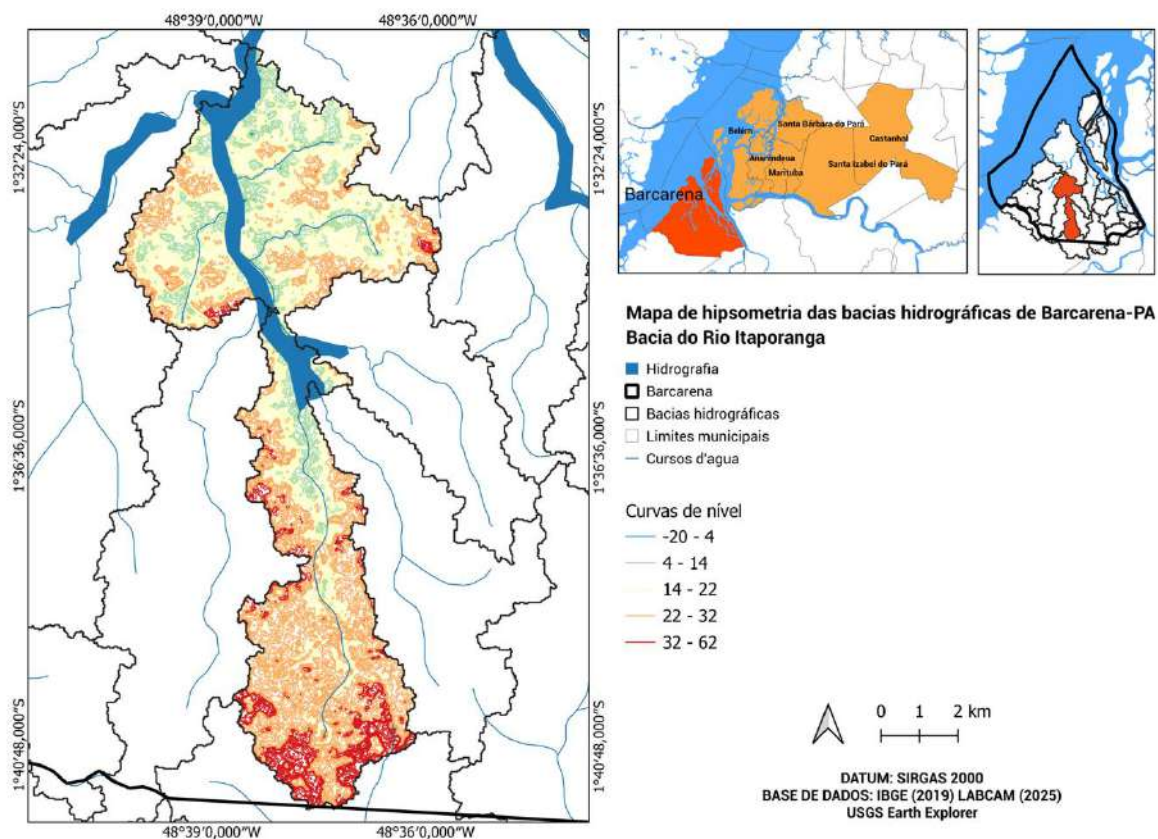


Figura 50 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Itaporanga.



No campo da vegetação, um pouco mais que metade da bacia está na categoria densa, e essa vegetação está disposta de maneira generalizada pela bacia, também sendo expressiva a categoria esparsa, com 41,38% (Tabela 42; Figura 51). A porcentagem da bacia que está suscetível a inundações é de 12,59%, ou seja, aproximadamente um oitavo da área (Figura 52).

Tabela 42: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Itaporanga, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
1,6	0,02%	429,7	6,55%	2716,3	41,38%	3417,2	52,05%	6564,8	100,00%

Figura 51 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Itaporanga, de acordo com o NDVI.

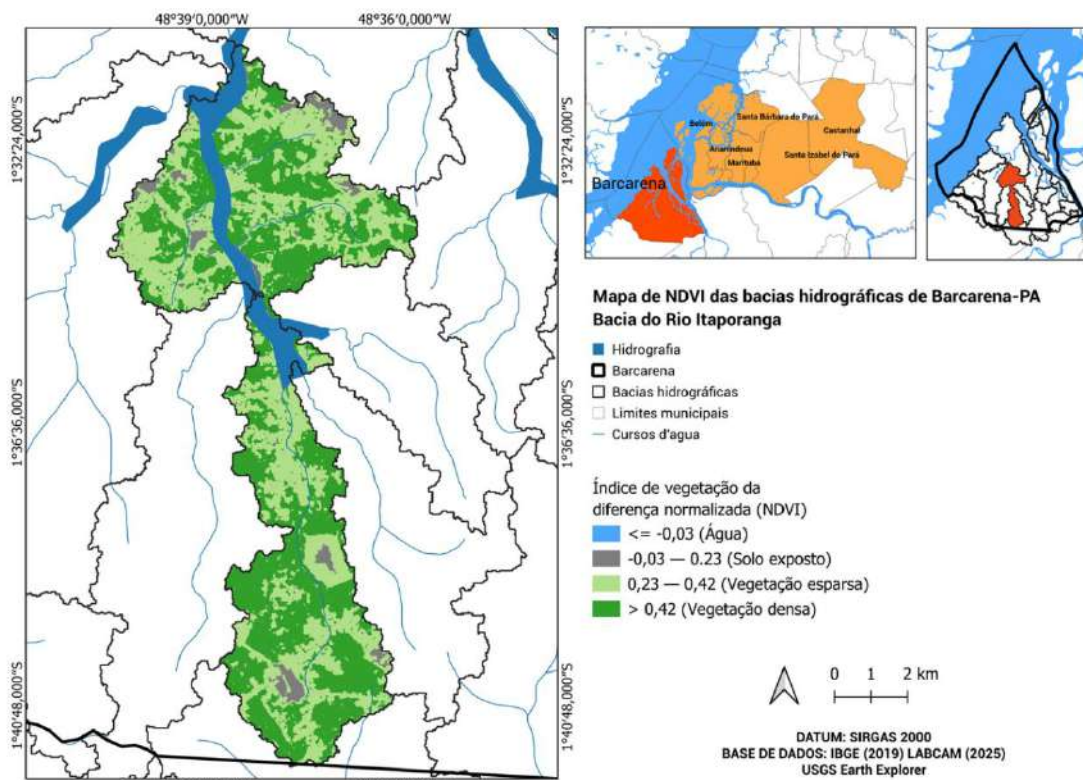
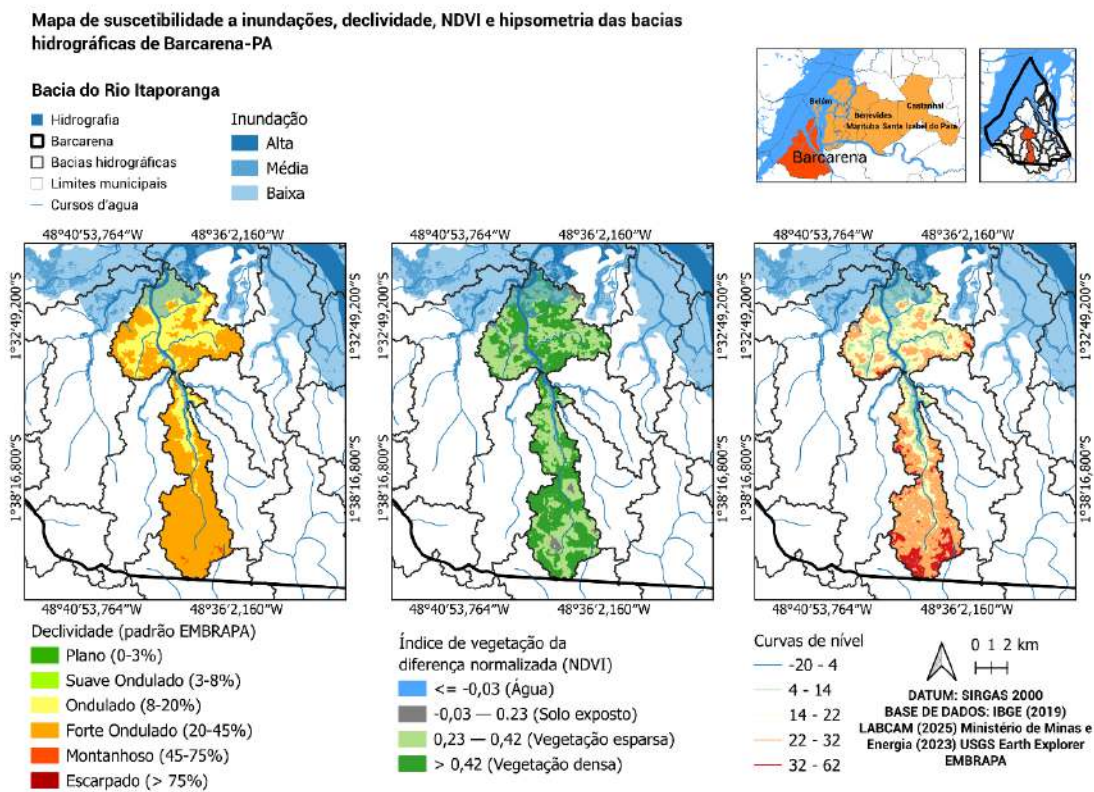


Figura 52 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Itaporanga.



Bacia do Rio Barcarena

A bacia do Rio Barcarena encontra-se majoritariamente em área urbana, com uma densidade demográfica de 105 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). Quanto a faixa de declividade, possui 72,82% de área referente à categoria Forte Ondulado, além cerca de um quarto da bacia referente à categoria Ondulado — que se localiza na região adjacente ao rio (Tabela 43; Figura 53). As cotas mais baixas, chegando a –14 m, estão situadas próximas aos corpos d’água, e as cotas mais elevadas, que alcançam até 60 m, estão posicionadas na região sul da bacia (Tabela 44;

Figura 54).

Tabela 43: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Barcarena, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
3,4	0,05%	50,1	0,73%	1778,6	25,84%	5012,3	72,82%	39,2	0,57%	6883,7	100%

Figura 53 — Mapa de declividade da bacia do Rio Barcarena, de acordo com o padrão EMBRAPA.

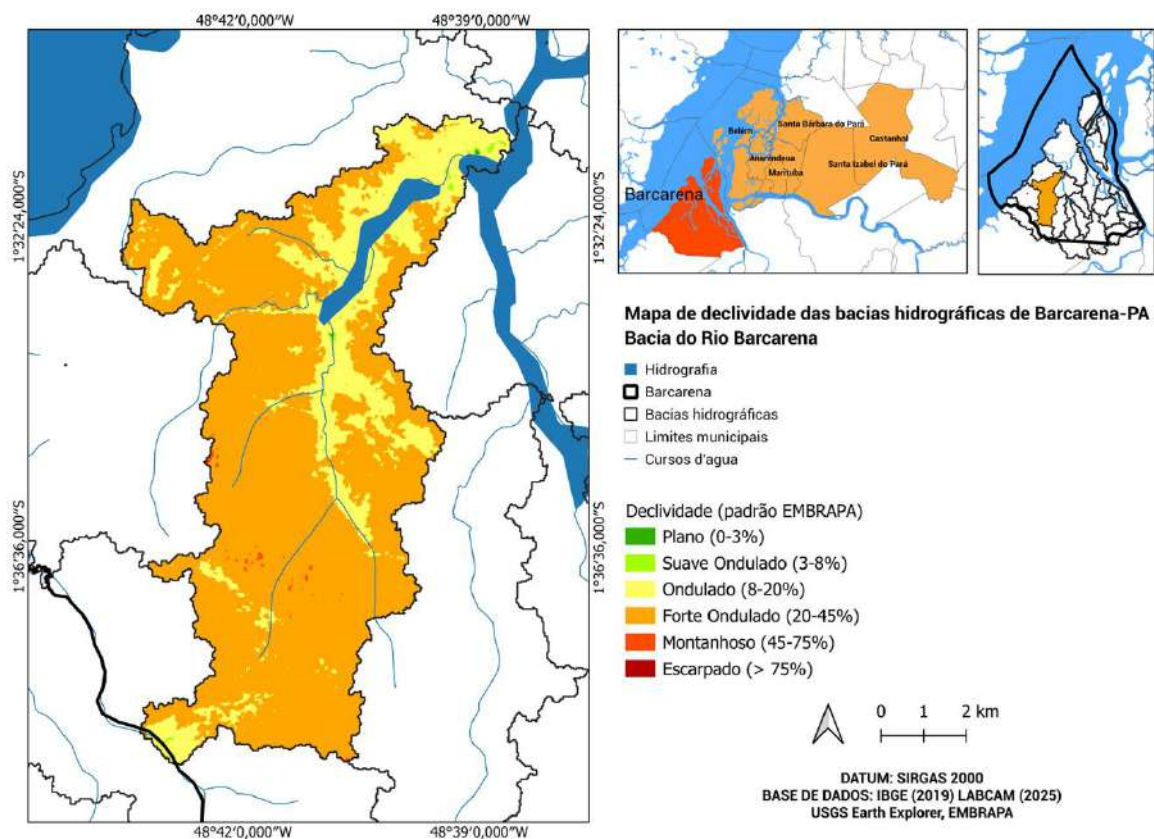


Figura 54 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Barcarena.

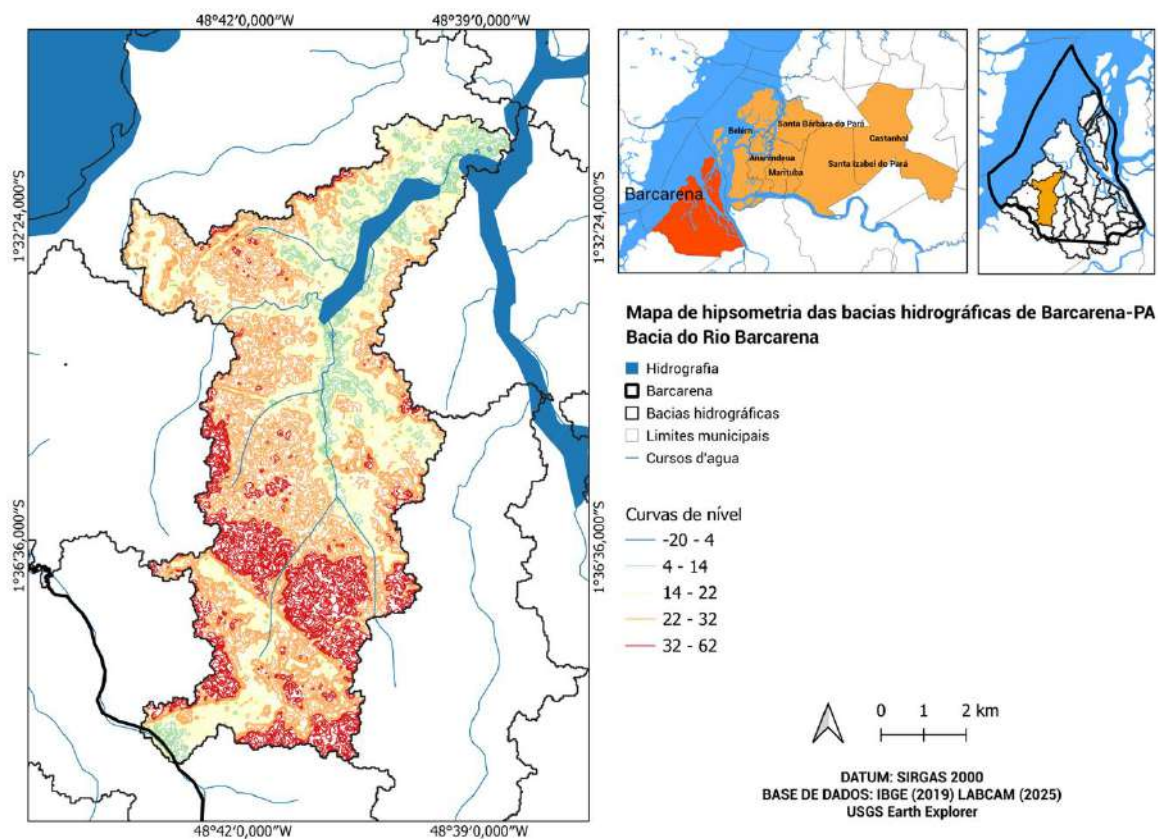


Tabela 44: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Barcarena, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
26,02	26	-14	60	74	-14	22

Quanto ao índice NDVI, mais da metade da bacia (52,11%) possui vegetação esparsa, com a segunda categoria mais comum sendo a de vegetação densa, representando 36,50% da bacia e disposta por toda a sua extensão (Tabela 45). Contudo, também existe uma quantidade relevante de solo exposto, caracterizada por 11,11% da área da bacia (Figura 55). Além disso, 17,08% da área da bacia do rio Barcarena está localizada na zona de suscetibilidade a inundações (Figura 56).

Tabela 45: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Barcarena, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
19,5	0,28%	764,6	11,11%	3587,3	52,11%	2512,6	36,50%	6884,0	100,00%

Figura 55 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Barcarena, de acordo com o NDVI.

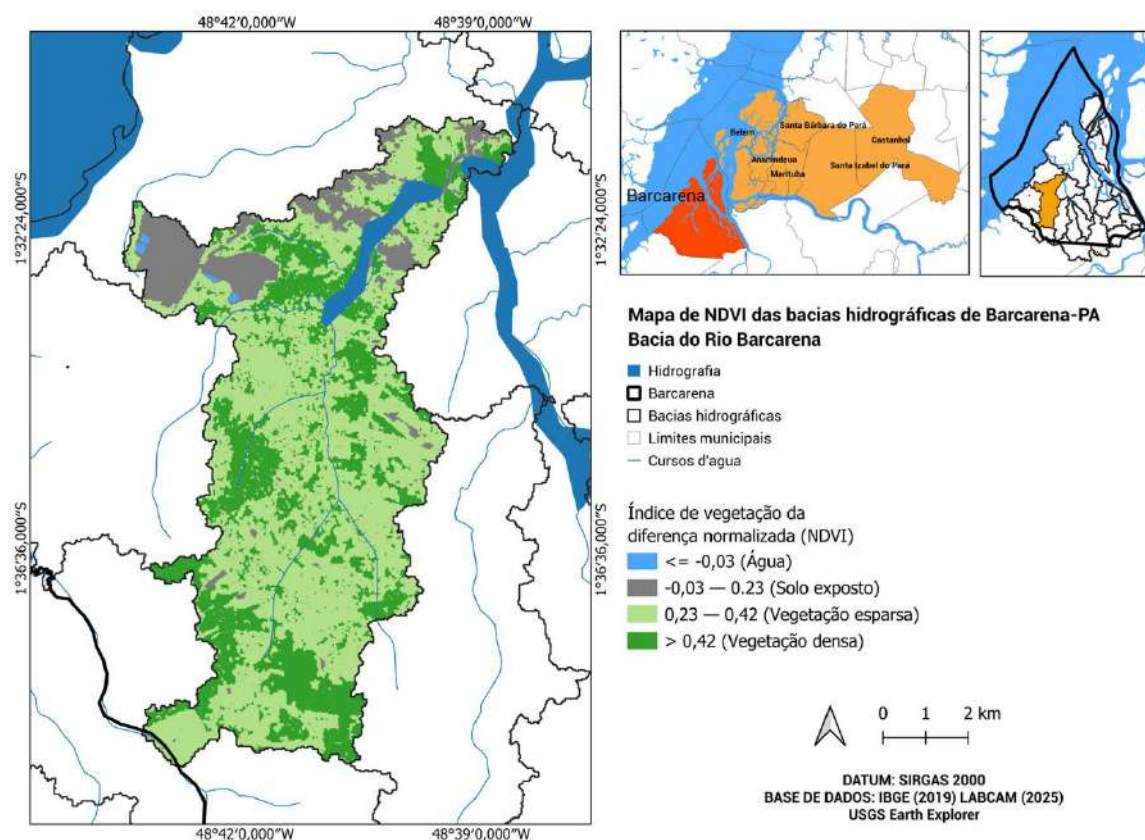
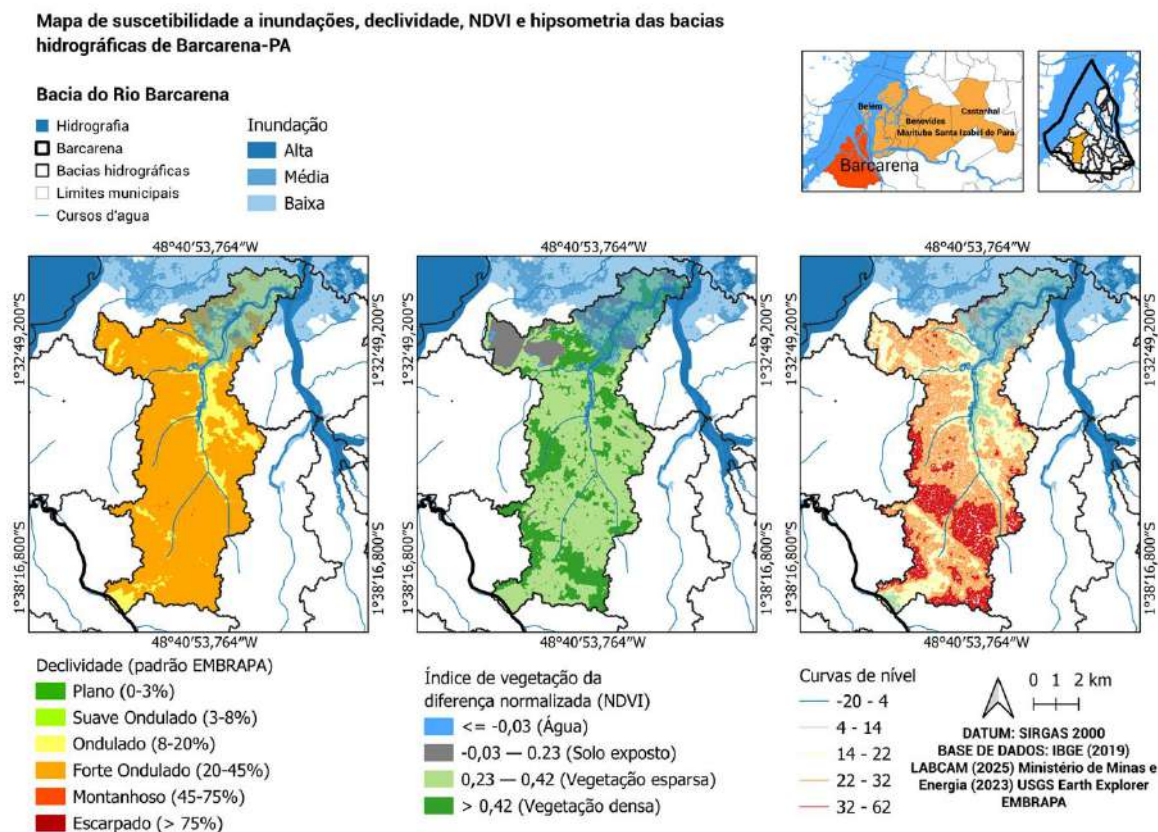


Figura 56 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Barcarena.



Bacia do Furo do Arrozal

A bacia do Furo do Arrozal apresenta áreas rurais e áreas urbanas, contando com uma densidade demográfica de aproximadamente 252 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A faixa de declividade predominante do Furo do Arrozal é a classe Ondulado, que configura 68,84% da bacia (Tabela 46). Algumas regiões, contudo, principalmente ao norte, contam com a presença da categoria Forte Ondulado, que reflete 19,26% da bacia (Figura 57). No geral, comparada a maioria das bacias hidrográficas de Barcarena, a bacia do Furo do Arrozal possui cotas menos elevadas: suas cotas, indo de -20 m até 40 m, têm como moda a cota de 18 m (Tabela 47; Figura 58)

Tabela 46: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Furo do Arrozal, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
539,0	4,51%	885,0	7,40%	8234,5	68,84%	2303,8	19,26%	0,0	0,00%	11962,3	100%

Figura 57 — Mapa de declividade da bacia do Furo do Arrozal, de acordo com o padrão EMBRAPA.

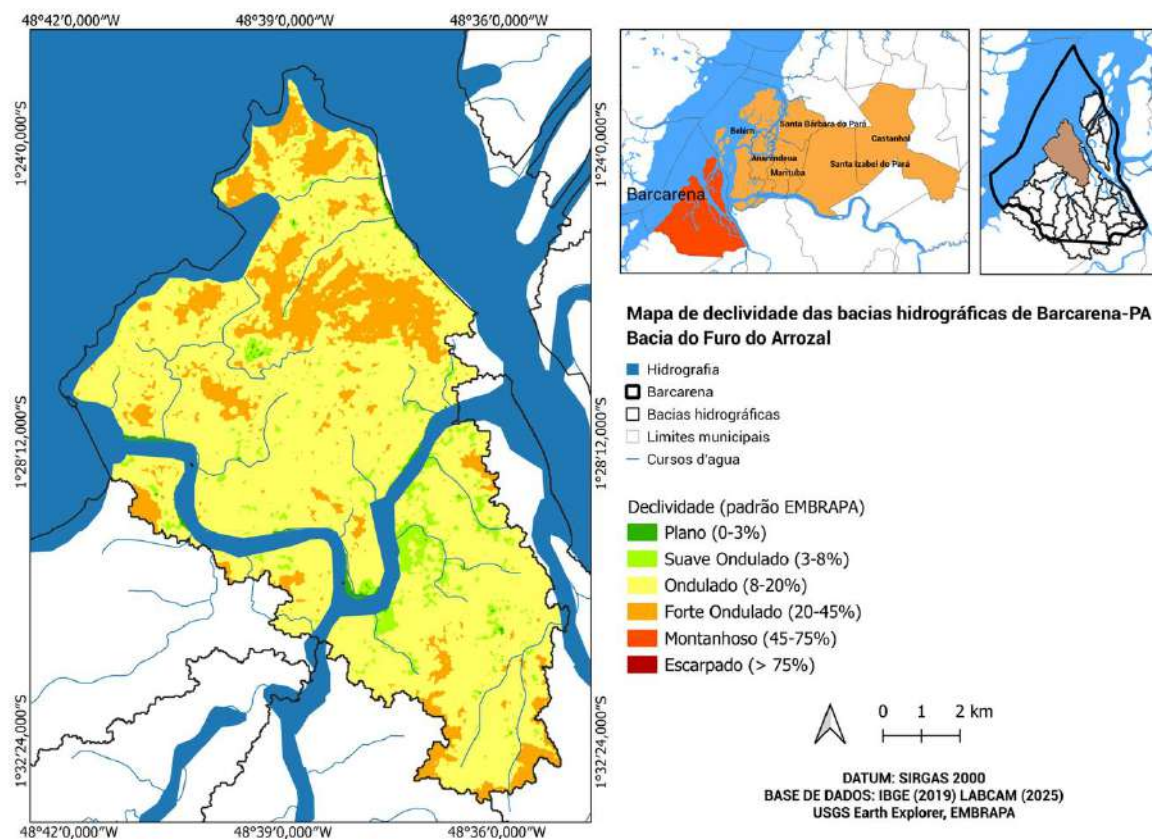
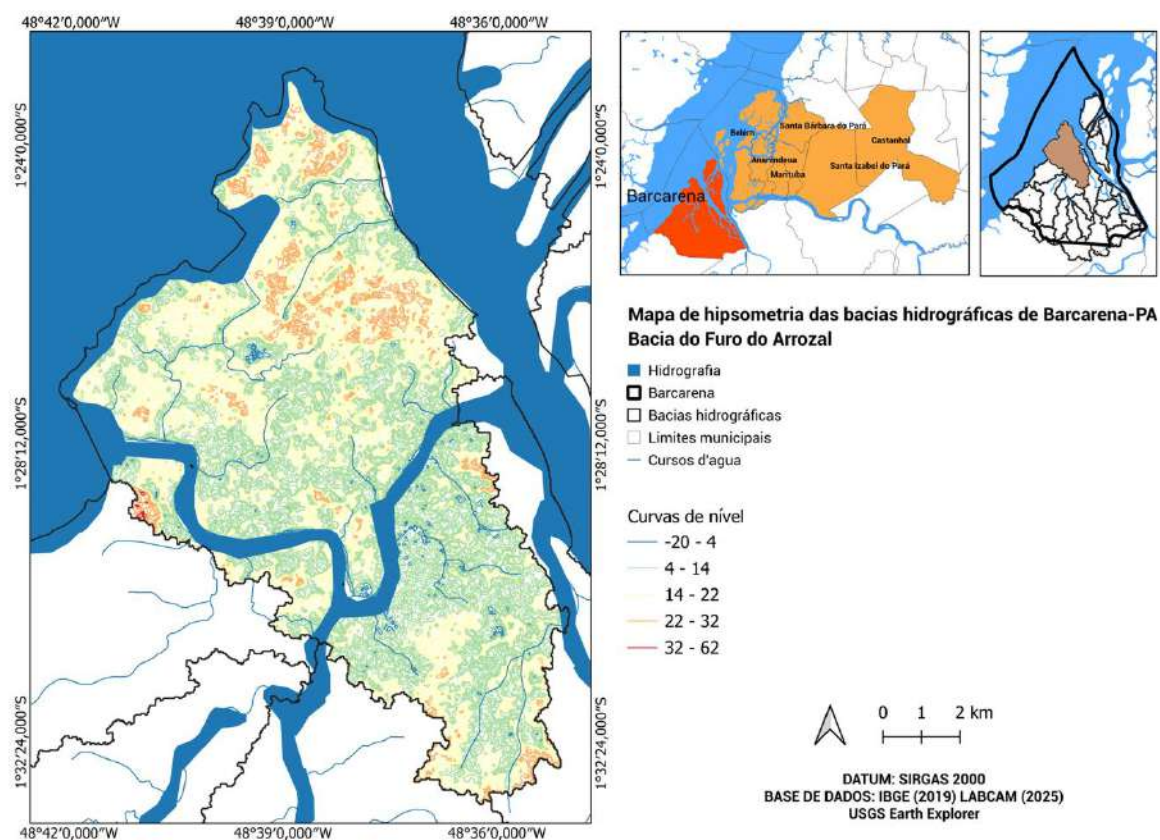


Tabela 47: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Furo do Arrozal, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
15,46	16	-20	40	60	-20	18

Figura 58 — Mapa de hipsometria da bacia do Furo do Arrozal.



No que se refere às áreas verdes, foi identificada a prevalência das categorias densa e esparsa, com 47,22% e 42,43% respectivamente, dispostas de forma generalizada na bacia (Tabela 48; Figura 59). Quanto à suscetibilidade a inundação, a bacia Furo do Arrozal apresenta mais de 90% de sua área localizada na mancha de alagamento (Figura 60).

Tabela 48: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Furo do Arrozal, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
401,9	3,36%	835,8	6,99%	5077,0	42,43%	5650,2	47,22%	11964,9	100,00%

Figura 59 — Mapa de áreas verdes da bacia do Furo do Arrozal, de acordo com o NDVI.

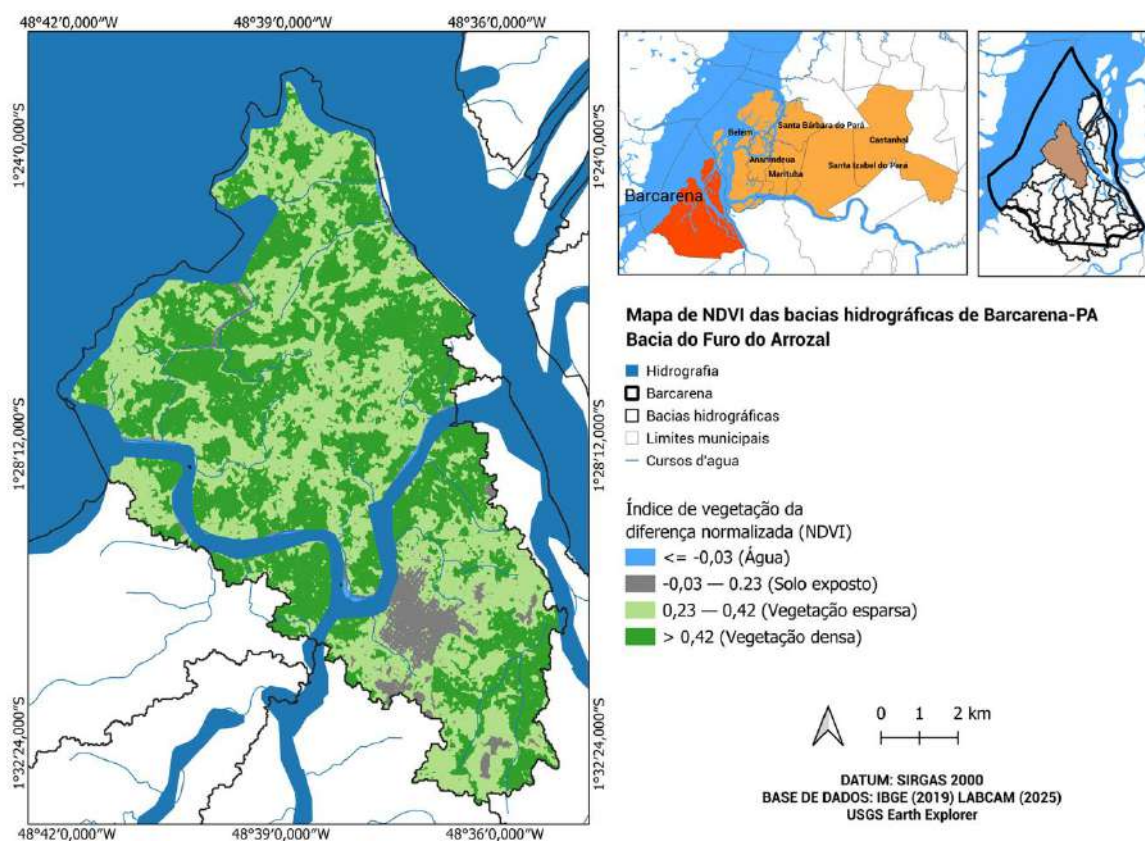
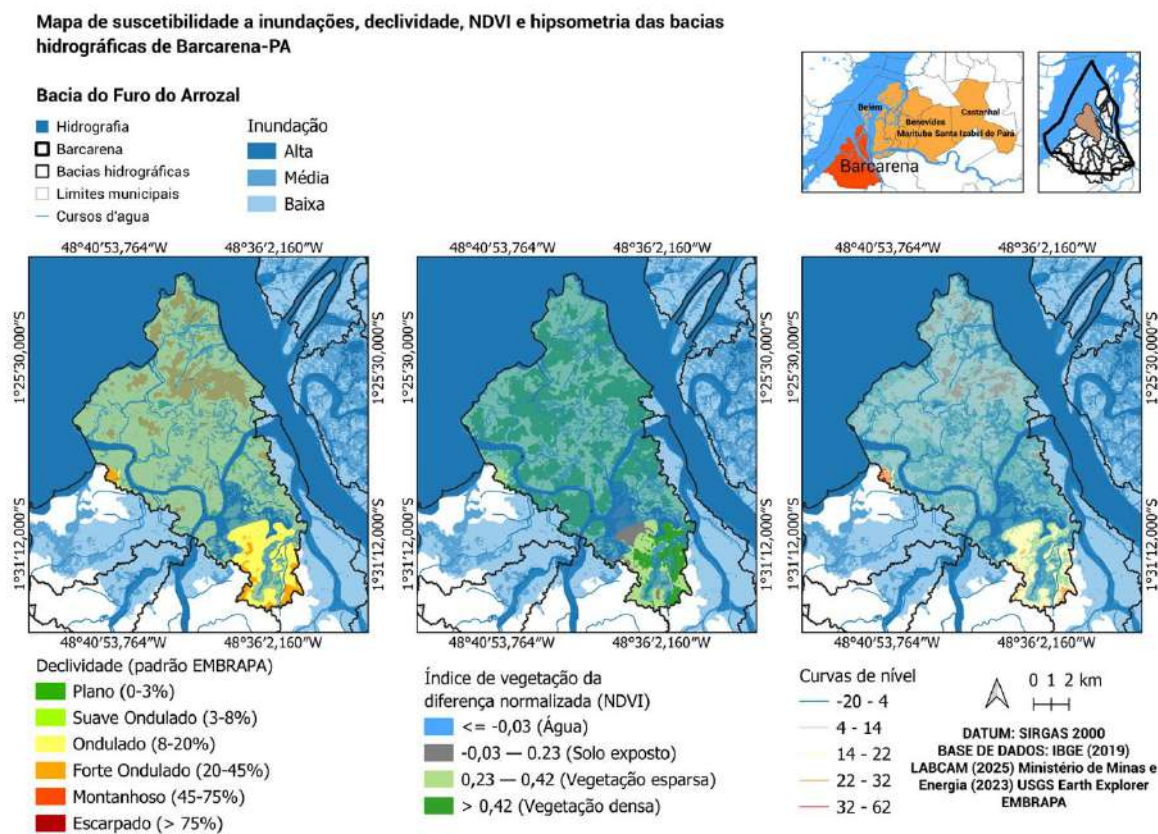


Figura 60 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Furo do Arrozal.



Bacia Mucura

A Bacia Mucura encontra-se numa área considerada rural, com uma densidade demográfica de aproximadamente 16 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade predominante na região da bacia Mucura é a Ondulada, representando 79,36% da área da bacia (Tabela 49). Em determinadas áreas, especialmente na porção norte, observa-se a presença da categoria Forte Ondulado, que corresponde a 15,95% da bacia (Figura 61). A bacia Mucura apresenta altitudes menos elevadas se comparado a maioria das outras bacias analisadas, variando de -6 m a 34 m, com a cota de 20 m sendo a mais frequente (Tabela 50; Figura 62)

Tabela 49: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia Mucura, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
52,1	2,42%	49,1	2,28%	1710,5	79,36%	343,8	15,95%	0,0	0,00%	2155,5	100%

Figura 61 — Mapa de declividade da bacia Mucura, de acordo com o padrão EMBRAPA.

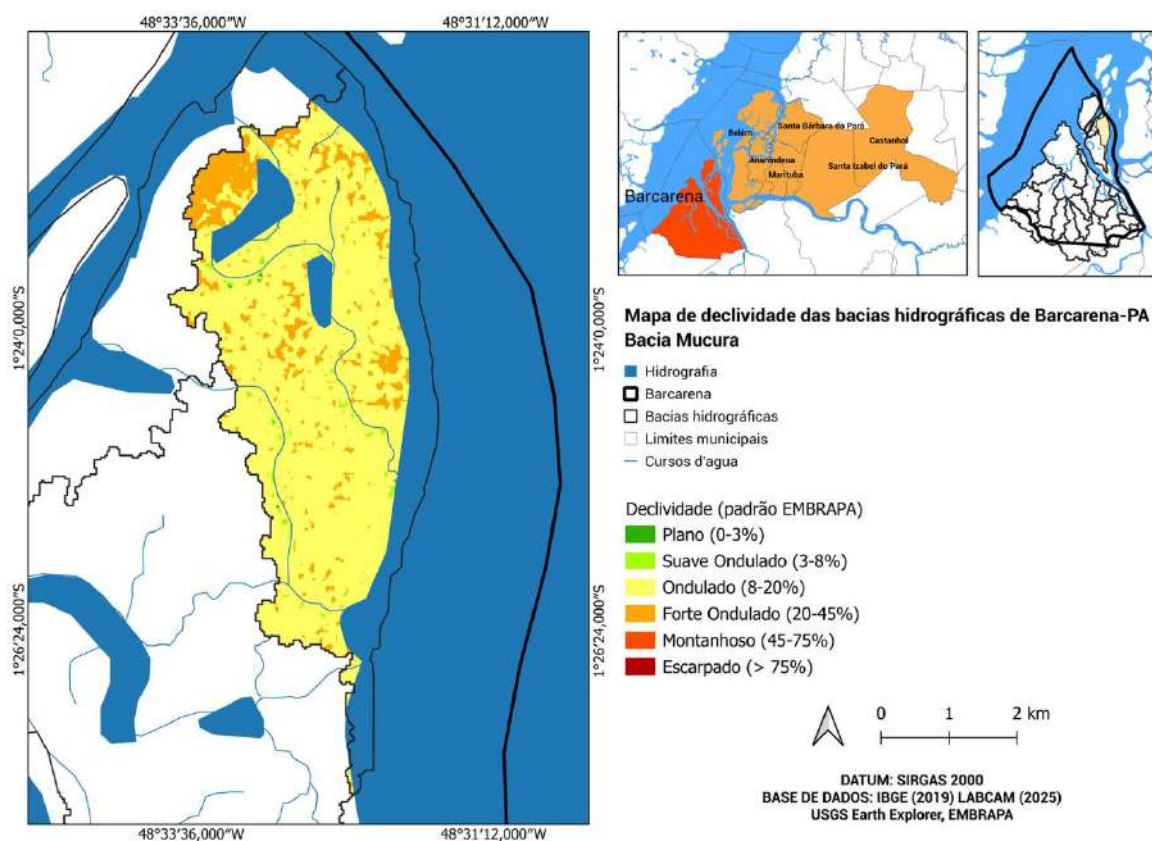
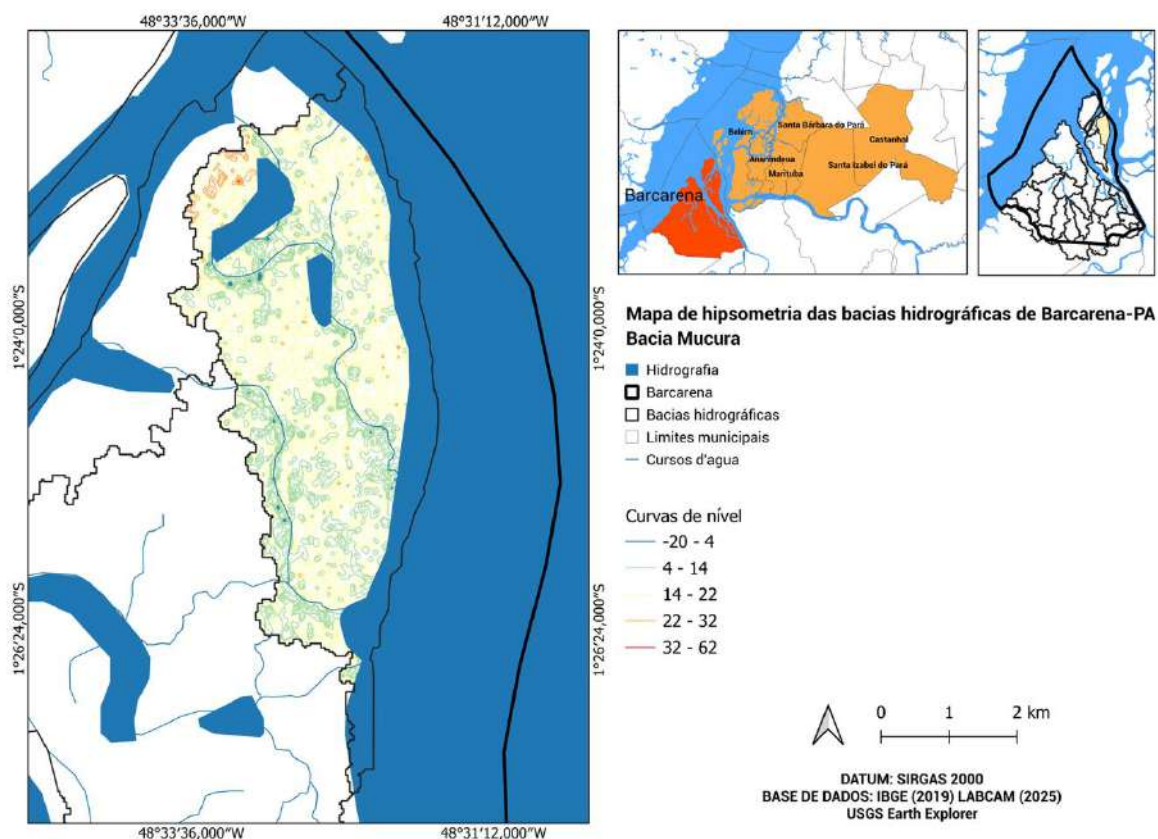


Tabela 50: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia Mucura, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
16,35	16	-6	34	40	-6	20

Figura 62 — Mapa de hipsometria da bacia Mucura.



Quanto à cobertura vegetal, predomina a categoria de vegetação densa, com percentual de 70,35%, que está localizada por toda a extensão da bacia — a categoria vegetação esparsa, por sua vez, representa aproximadamente um quarto da bacia, e está presente principalmente nas áreas de vale (Tabela 51; Figura 63). A bacia Mucura está totalmente inserida na mancha de inundação, com 12,24% de sua área na classificação correspondente a alta suscetibilidade (Figura 64).

Tabela 51: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia Mucura, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
25,8	1,20%	89,7	4,16%	523,9	24,29%	1517,0	70,35%	2156,4	100,00%

Figura 63 — Mapa de áreas verdes da bacia Mucura, de acordo com o NDVI.

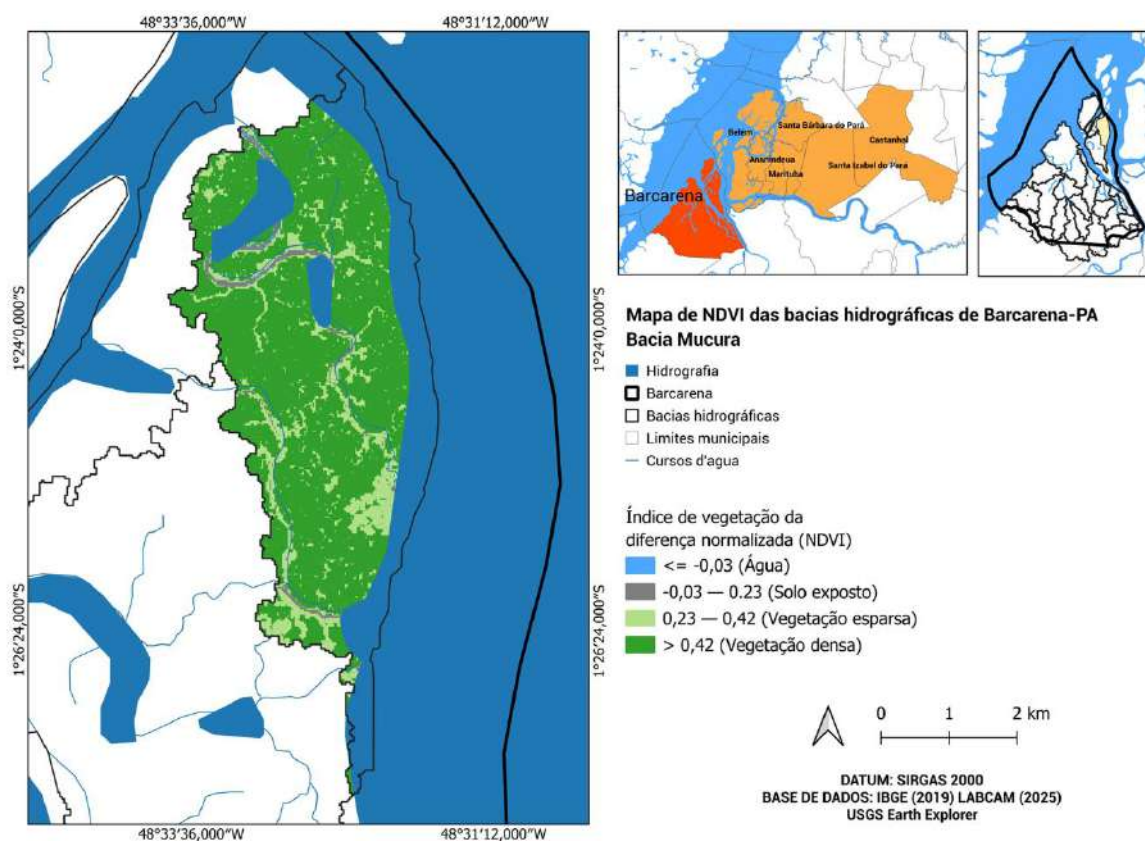
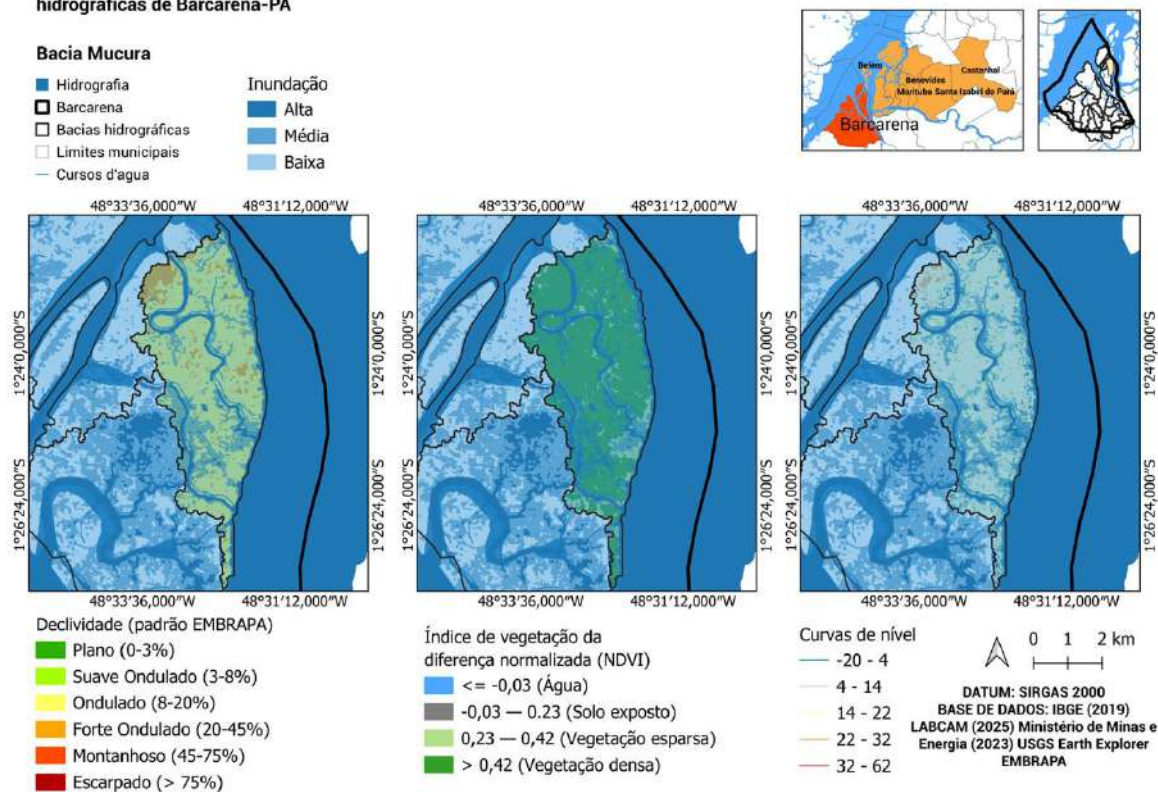


Figura 64 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia Mucura.

Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria das bacias hidrográficas de Barcarena-PA



Bacia do Murucupi

A Bacia do Murucupi está majoritariamente em área urbana, com densidade demográfica de aproximadamente 472 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). Em relação à declividade, a bacia do Murucupi apresenta predominantemente a classificação Ondulado, que corresponde a 50,16% de sua extensão (Tabela 52). A categoria Forte Ondulado, por sua vez, representa 46,40% da área, e é a segunda mais frequente encontrada (Figura 65). As menores altitudes, que chegam a -4 m, são encontradas nas áreas próximas aos corpos d'água, enquanto os pontos mais altos possuem até 46 m de altitude (Tabela 53; Figura 66).

Tabela 52: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Murucupi, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
26,6	0,63%	117,1	2,78%	2110,6	50,16%	1952,2	46,40%	0,9	0,02%	4207,4	100%

Figura 65 — Mapa de declividade da bacia Murucupi, de acordo com o padrão EMBRAPA.

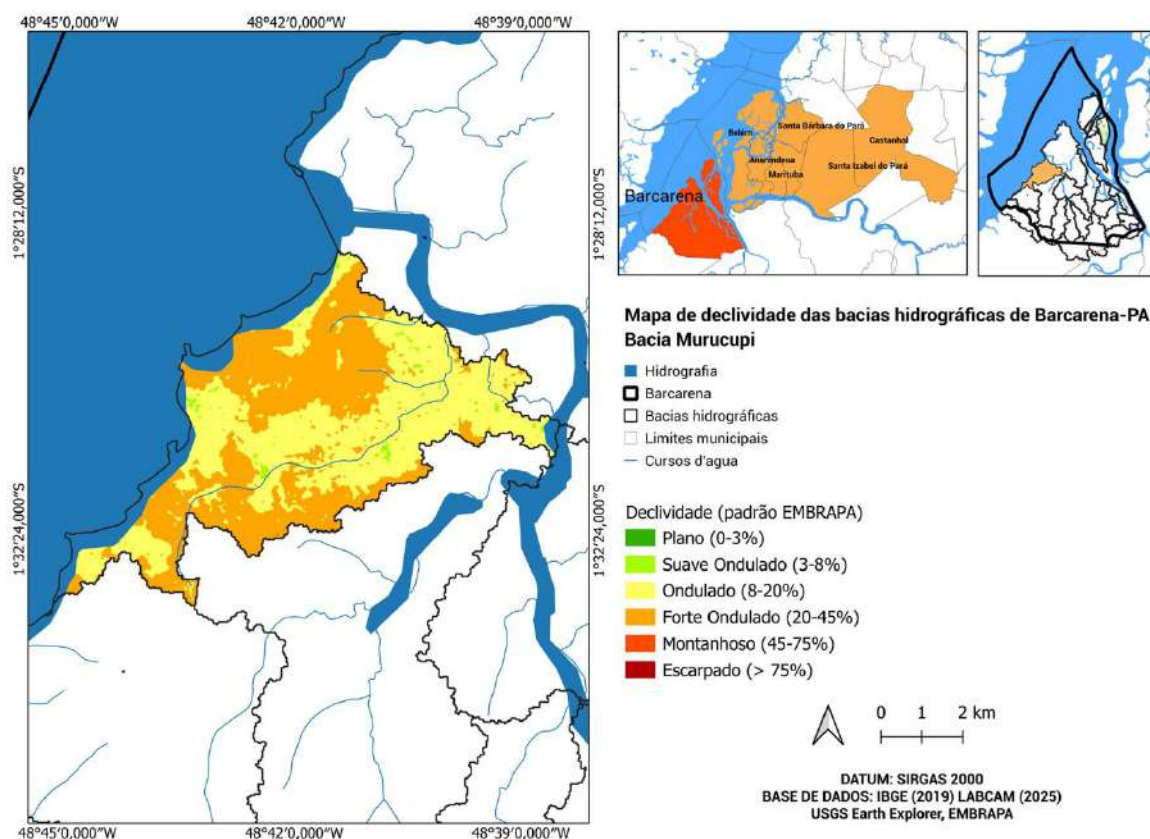
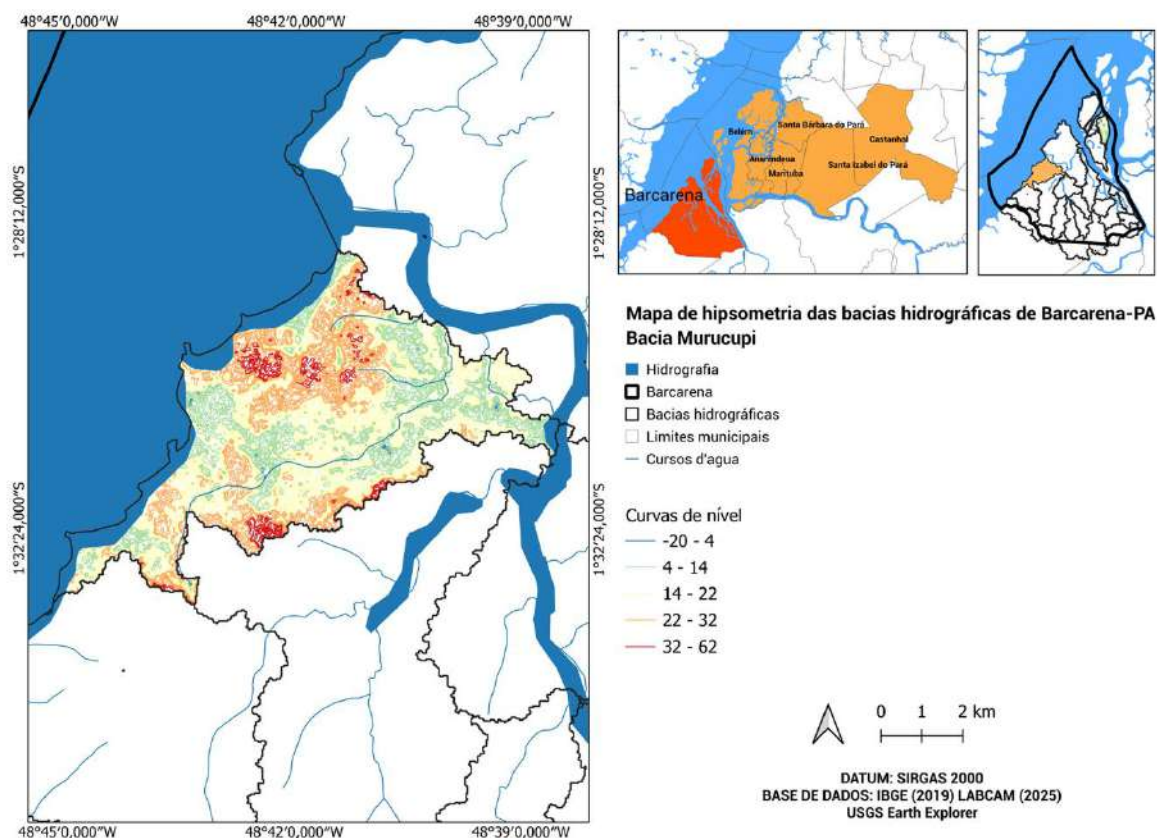


Tabela 53: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Murucupi, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
19,96	20	-4	46	50	-4	20

Figura 66 — Mapa de hipsometria da bacia Murucupi.



No que se refere ao índice NDVI, observa-se que 44,21% da bacia é composta por vegetação esparsa — presente no vale da bacia —, sendo solo exposto a segunda categoria mais comum, cobrindo 34,13% da área (Tabela 54; Figura 67). Além disso, um pouco mais que a metade da bacia é suscetível a inundação (Figura 68).

Tabela 54: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Murucupi, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
19,1	0,45%	1436,2	34,13%	1860,4	44,21%	892,6	21,21%	4208,3	100,00 %

Figura 67 — Mapa de áreas verdes da bacia Murucupi, de acordo com o NDVI.

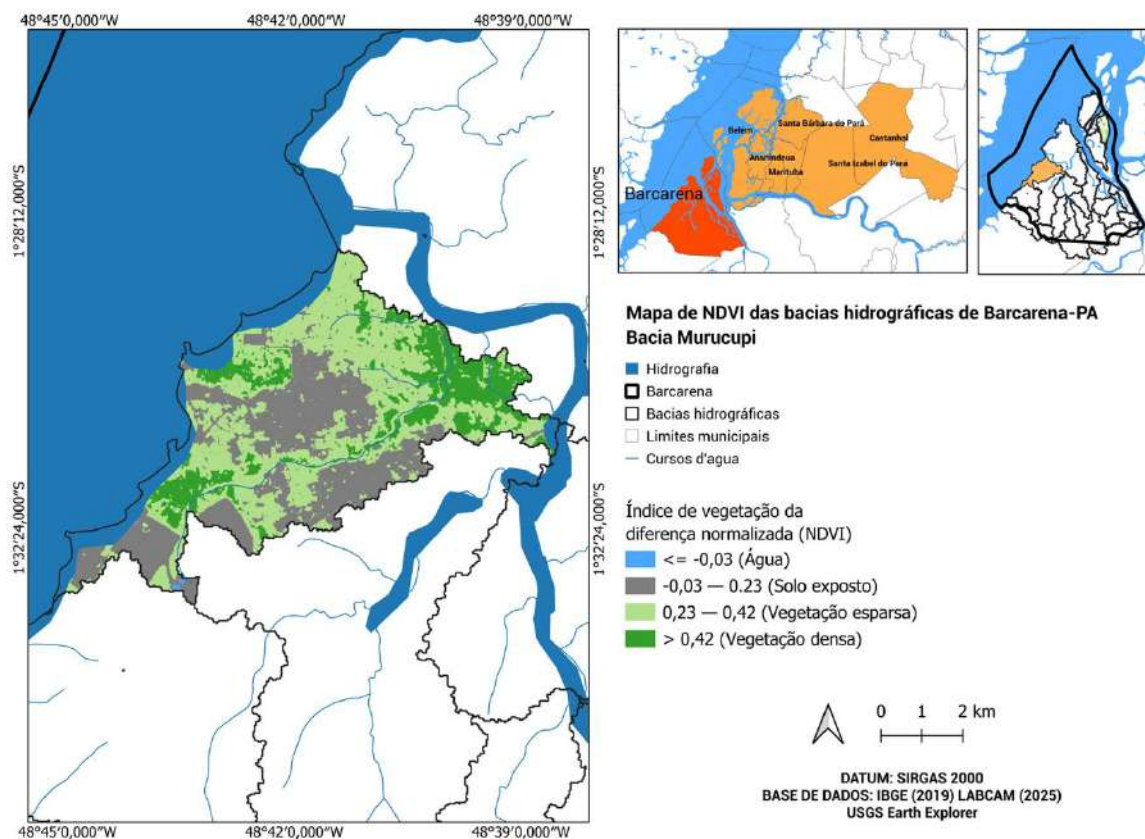
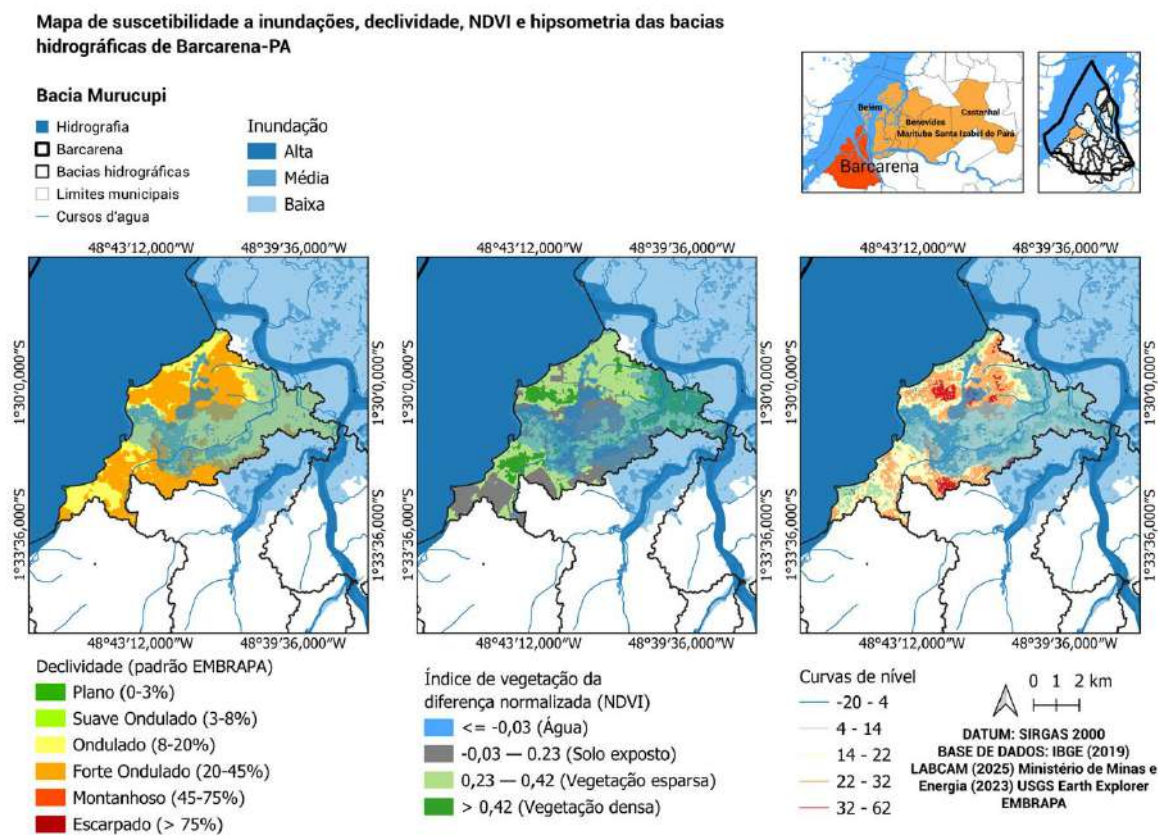


Figura 68 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia Murucupi.



Bacia do Rio Arienga

A bacia do Rio Arienga localiza-se em região rural, com densidade demográfica de aproximadamente 30 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A declividade predominante é da classe Forte Ondulado, abrangendo 51,42% da área total, concentrando-se majoritariamente na região leste da bacia (Tabela 55). Já a classe Ondulado está localizada principalmente na porção oeste, representando 46,41% da área (Figura 69). Em relação à hipsometria, os valores altimétricos variam de 0 m a 50 m, sendo a cota de 20 m a mais recorrente na bacia (Tabela 56; Figura 70)

Tabela 55: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Arienga, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
11,1	0,16%	102,7	1,45%	3287,9	46,41%	3642,8	51,42%	39,4	0,56%	7083,9	100%

Figura 69 — Mapa de declividade da bacia do Rio Arienga, de acordo com o padrão EMBRAPA.

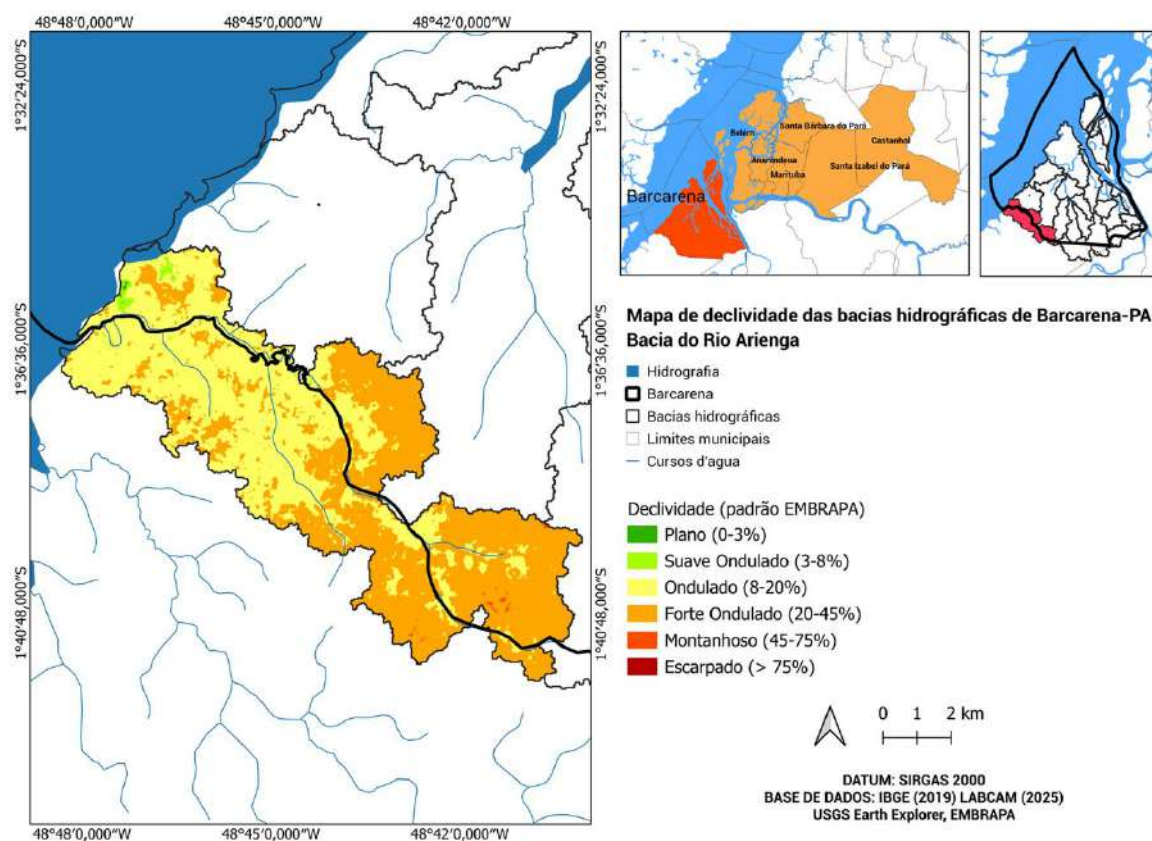
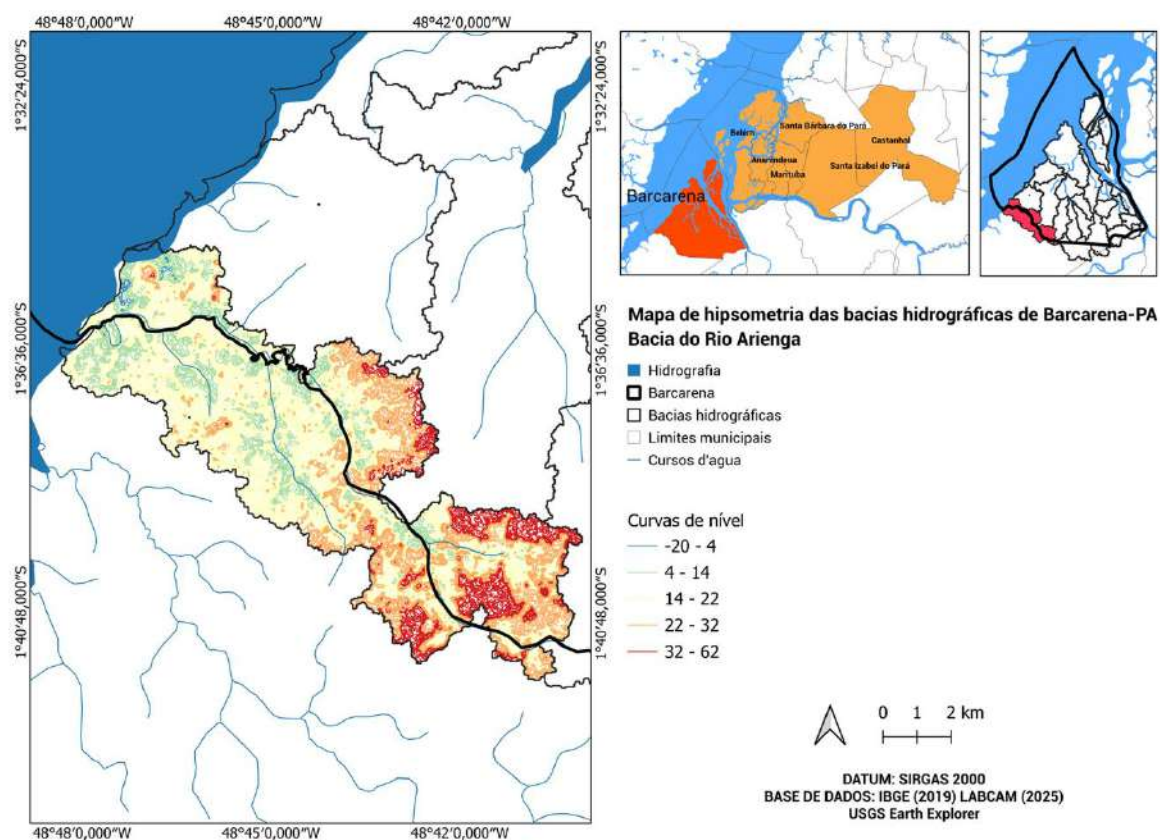


Tabela 56: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Arienga, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
22,53	20	0	50	50	50	20

Figura 70 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Arienga.



Quanto à cobertura vegetal, destaca-se a predominância da vegetação esparsa, que ocupa quase 50% da área, seguida por uma participação significativa da vegetação densa, com 48% — essa vegetação está difundida de forma generalizada na superfície da bacia (Tabela 57; Figura 71). Ademais, 2,5% da área da bacia está situada na mancha de inundação (Figura 72).

Tabela 57: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Arienga, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,2	0,00%	151,7	2,15%	3524,7	49,85%	3393,8	48,00%	7070,4	100,00%

Figura 71 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Arienga, de acordo com o NDVI.

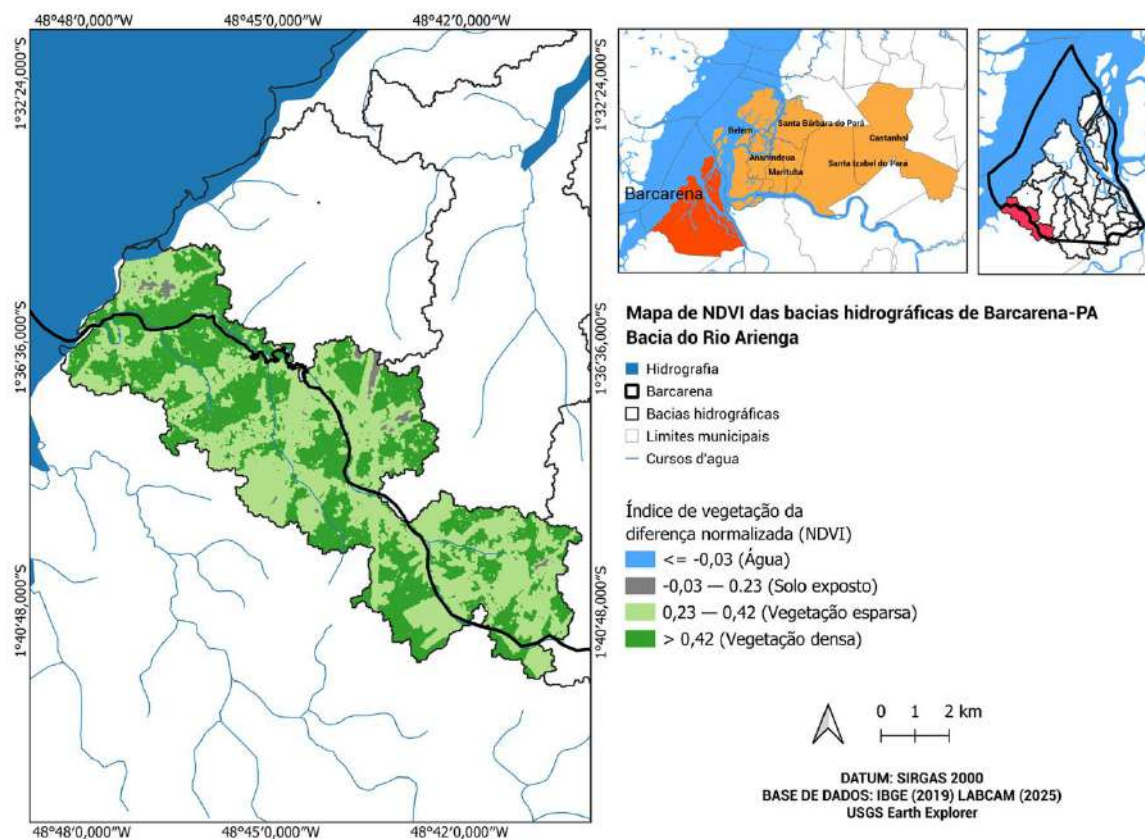
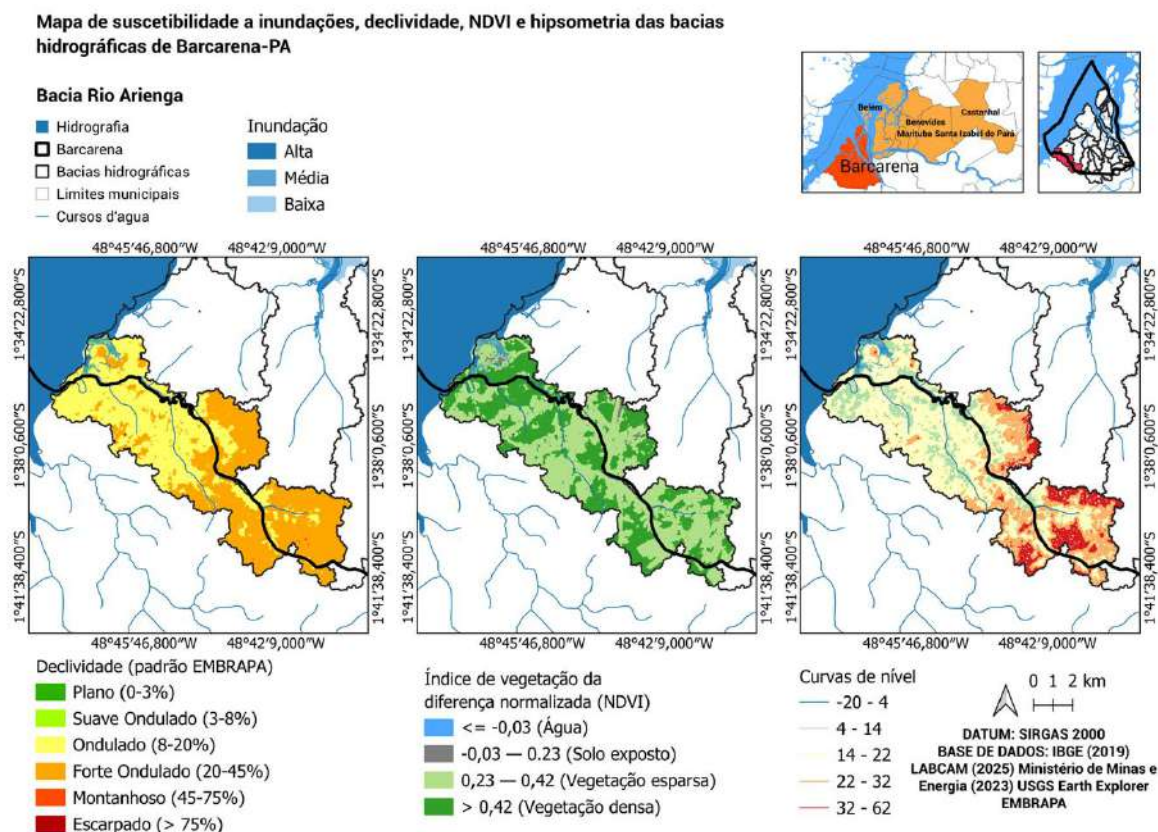


Figura 72 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Arienga.



Bacia do Igarapé Tauá

A Bacia do Igarapé Tauá localiza-se numa área predominantemente urbana, com densidade demográfica de aproximadamente 75 hab/km² referente aos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade predominante é a Forte Ondulado, abrangendo 51,80% da área total, com maior concentração na porção leste da bacia (Tabela 58). A segunda classe mais representativa é a Ondulado, que ocupa 45,75% da área, predominando na região oeste (Figura 73). As altitudes variam entre dois metros e 58 m, sendo a cota modal de 18 m (Tabela 59). Observa-se que as elevações mais altas se concentram ao leste, enquanto as menores estão localizadas ao oeste da bacia (Figura 74).

Tabela 58: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Tauá, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
7,5	0,19%	51,6	1,28%	1843,7	45,75%	2087,7	51,80%	39,6	0,98%	4030,2	100%

Figura 73 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Tauá, de acordo com o padrão EMBRAPA.

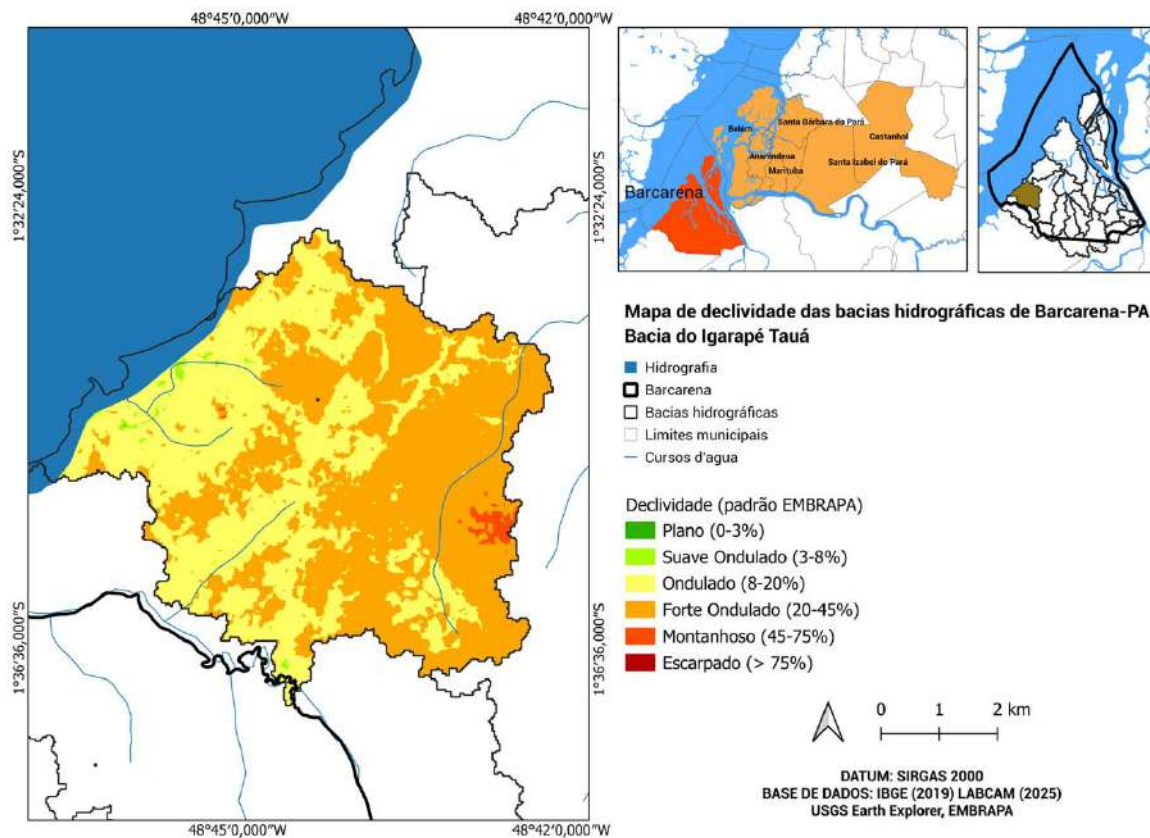
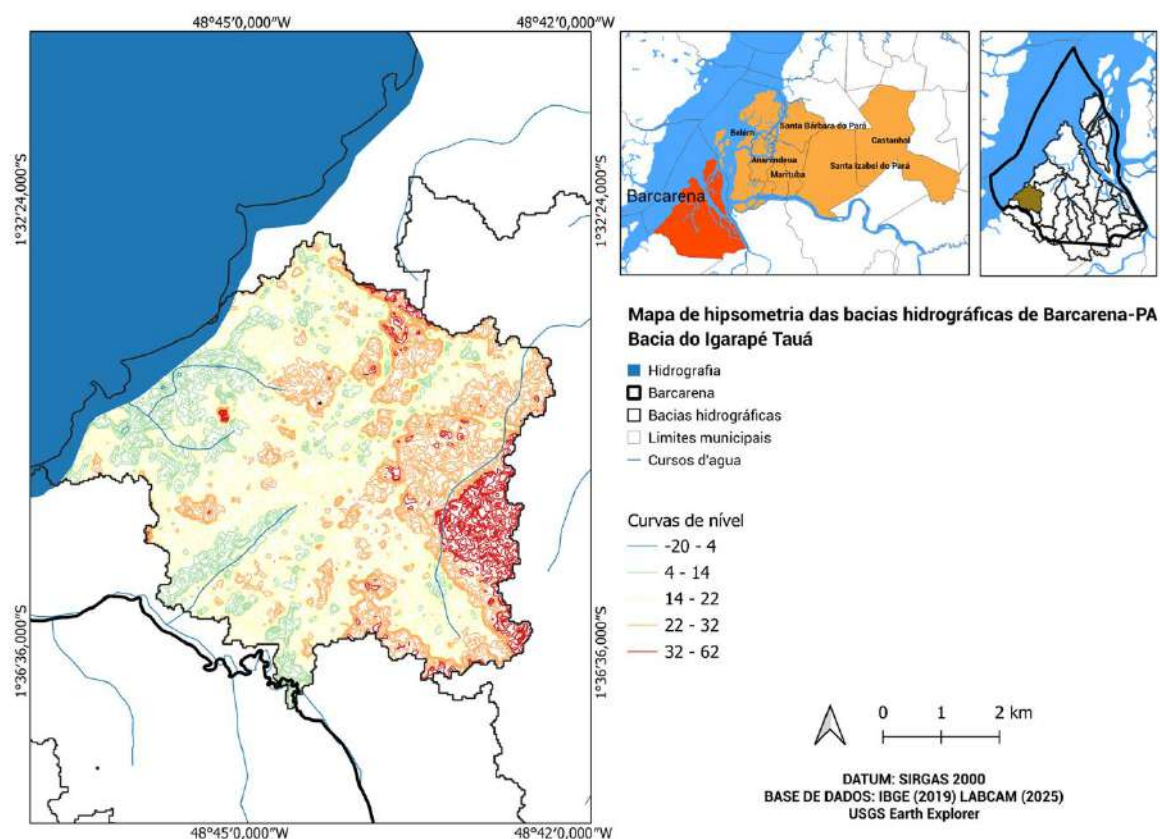


Tabela 59: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Tauá, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
22,36	20	2	58	56	2	18

Figura 74 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Tauá.



Em relação à cobertura vegetal e áreas permeáveis, destaca-se a vegetação esparsa, que cobre 55,02% da bacia, enquanto o solo exposto representa cerca de 25% da área (Tabela 60; Figura 75). Quanto ao risco de inundação, 1,11% da área da bacia está sujeita a esse risco, com a classe mais expressiva sendo a média suscetibilidade (Figura 76).

Tabela 60: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Tauá, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
20,2	0,50%	1020,0	25,31%	2217,3	55,02%	772,6	19,17%	4030,2	100,00 %

Figura 75 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Tauá, de acordo com o NDVI.

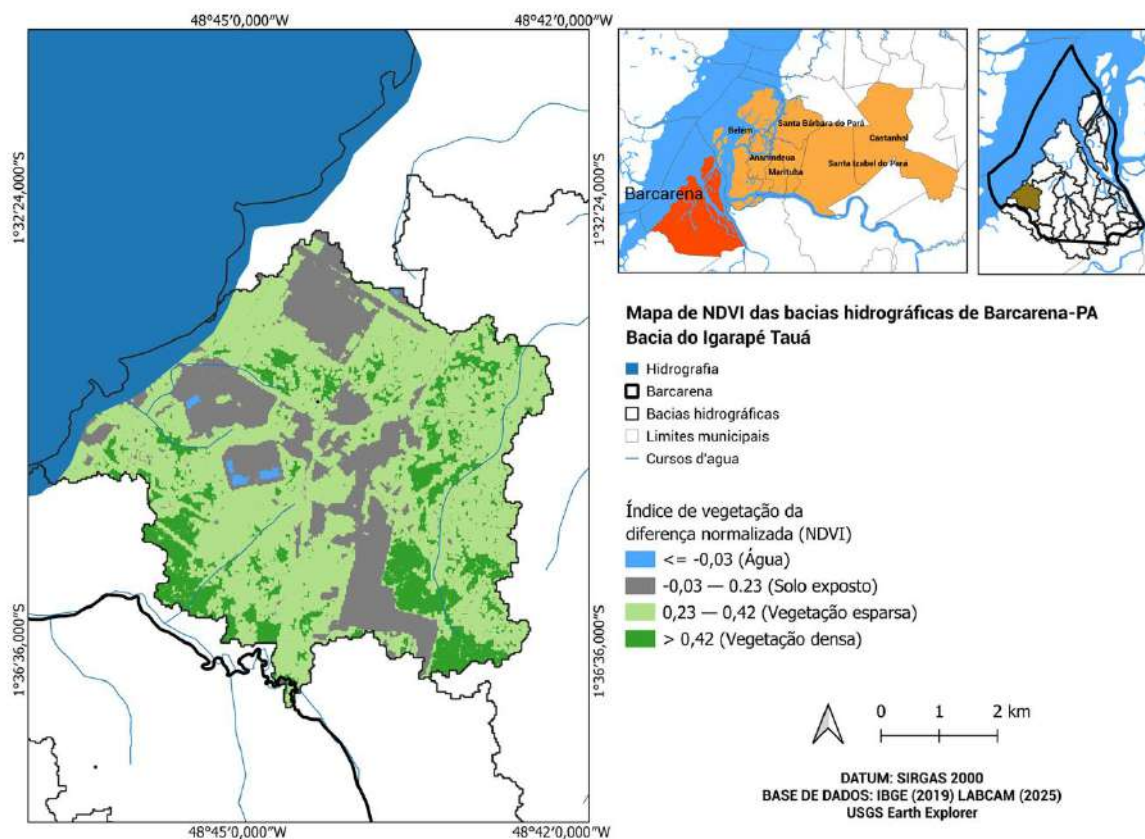
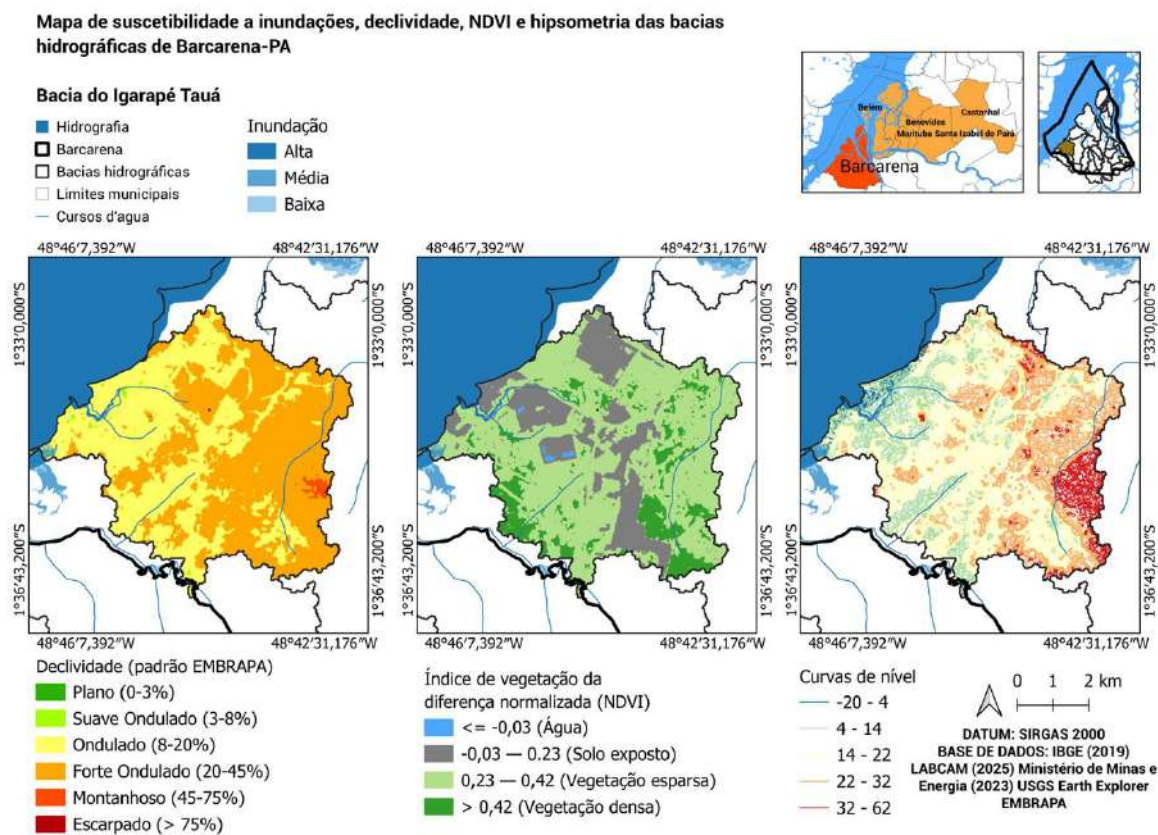


Figura 76 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Tauá.



Bacia do Guajaraúna

A Bacia do Guajaraúna encontra-se numa área considerada rural, com aproximadamente 21 hab/km² de densidade demográfica nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade predominante é a Forte Ondulado, que corresponde a 85% da área total (Tabela 61). É possível identificar, também, a presença das categorias Ondulado e Montanhoso, que representam respectivamente 9,08% e 5,88% da área da bacia (Figura 77). Em relação à hipsometria, a cota mais frequente é de 26 m (Tabela 62). As extremidades da bacia concentram as cotas mais altas, chegando à altitude de 62 m, enquanto as cotas mais baixas seguem próximas ao curso d'água (Figura 78).

Tabela 61: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Guajaraúna, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	2,0	0,04%	460,7	9,08%	4312,8	85,00%	298,2	5,88%	5073,8	100%

Figura 77 — Mapa de declividade da bacia do Guajaraúna, de acordo com o padrão EMBRAPA.

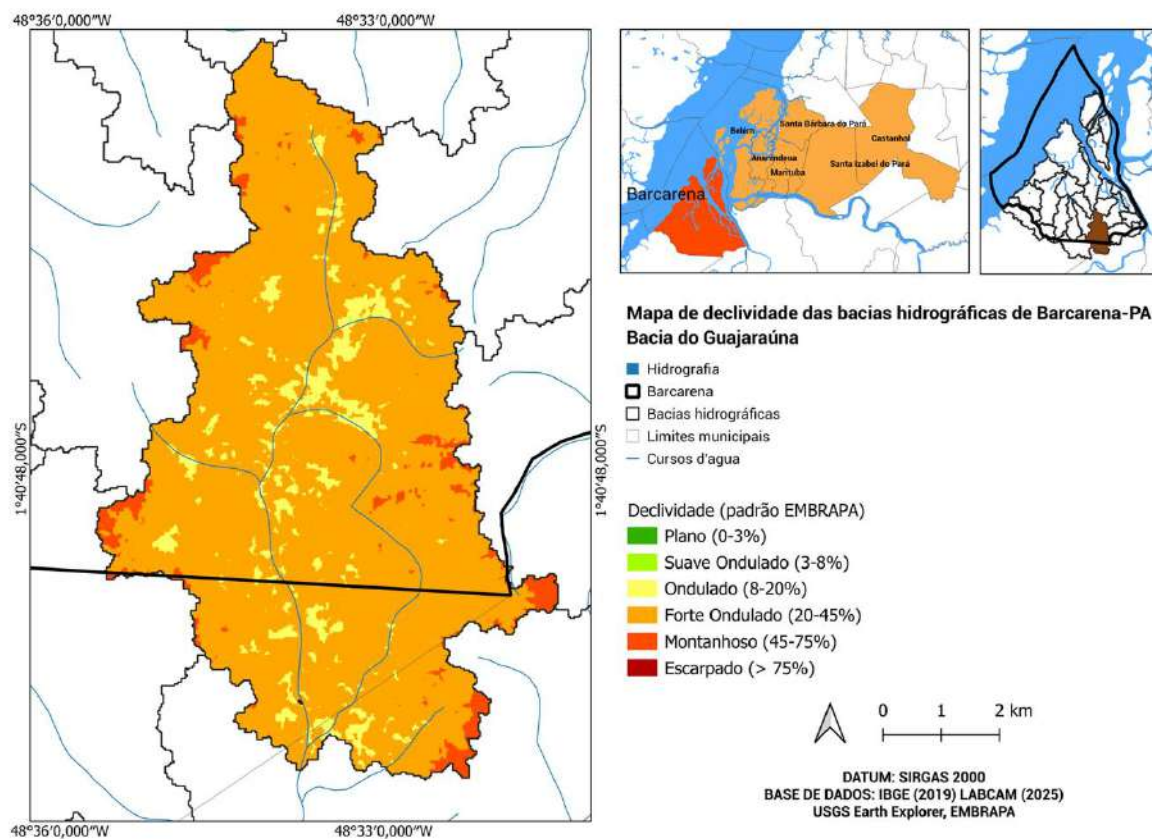
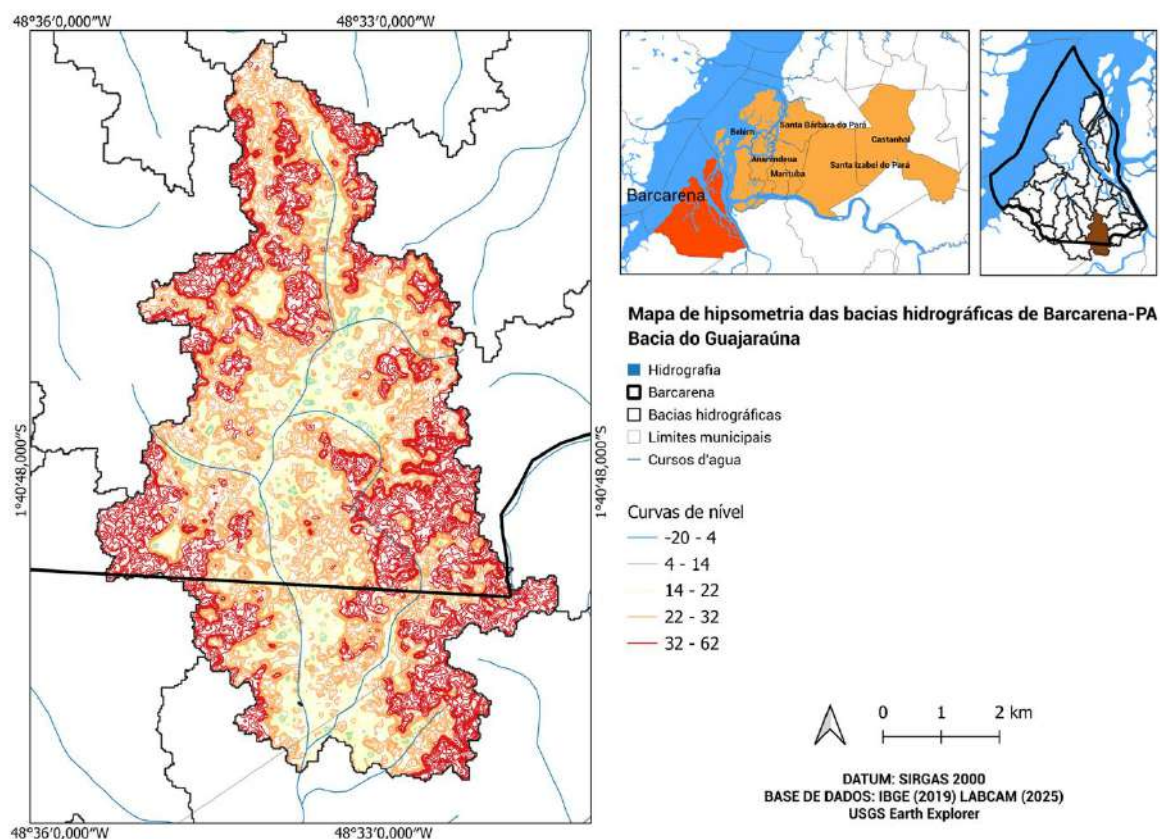


Tabela 62: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Guajaraúna, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
30,76	30	6	62	56	6	26

Figura 78 — Mapa de hipsometria da bacia do Guajaraúna.

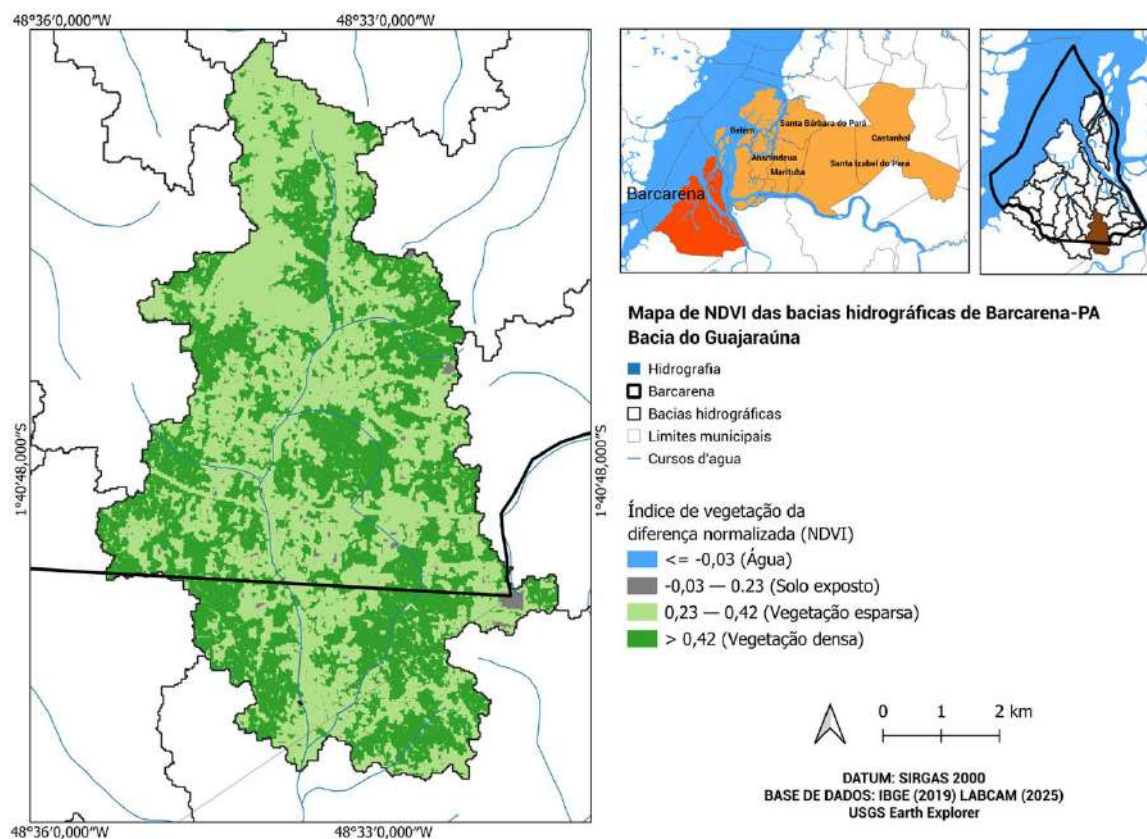


Quanto à cobertura vegetal, destaca-se a predominância da vegetação esparsa, que cobre mais da metade da área da bacia, enquanto a vegetação densa tem ocorrência de 47,43% (Tabela 63). O vale da bacia concentra a classe vegetação esparsa, enquanto a crista e talude apresentam as classes densa e esparsa (Figura 79). A mancha de suscetibilidade a inundação não está presente na bacia.

Tabela 63: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Guajaraúna, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
0,0	0,00%	59,9	1,18%	2607,3	51,39%	2406,5	47,43%	5073,8	100,00%

Figura 79 — Mapa de áreas verdes da bacia do Guajaraúna, de acordo com o NDVI.



Bacia do Rio Arapiranga

A Bacia do Arapiranga encontra-se em uma região rural, com densidade demográfica de aproximadamente 24 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade mais recorrente é a Ondulado, abrangendo 63,09% da área total (Tabela 64). Já a categoria Forte Ondulado aparece principalmente na região norte, correspondendo a 31,14% da bacia (Figura 80). As altitudes encontradas variam entre -10 m e 50 m, com a cota de 20 m sendo a mais frequente (Tabela 65; Figura 81).

Tabela 64: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Rio Arapiranga, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
152,4	3,03%	137,1	2,73%	3168,7	63,09%	1563,9	31,14%	0,1	0,00%	5022,2	100%

Figura 80 — Mapa de declividade da bacia do Rio Arapiranga, de acordo com o padrão EMBRAPA.

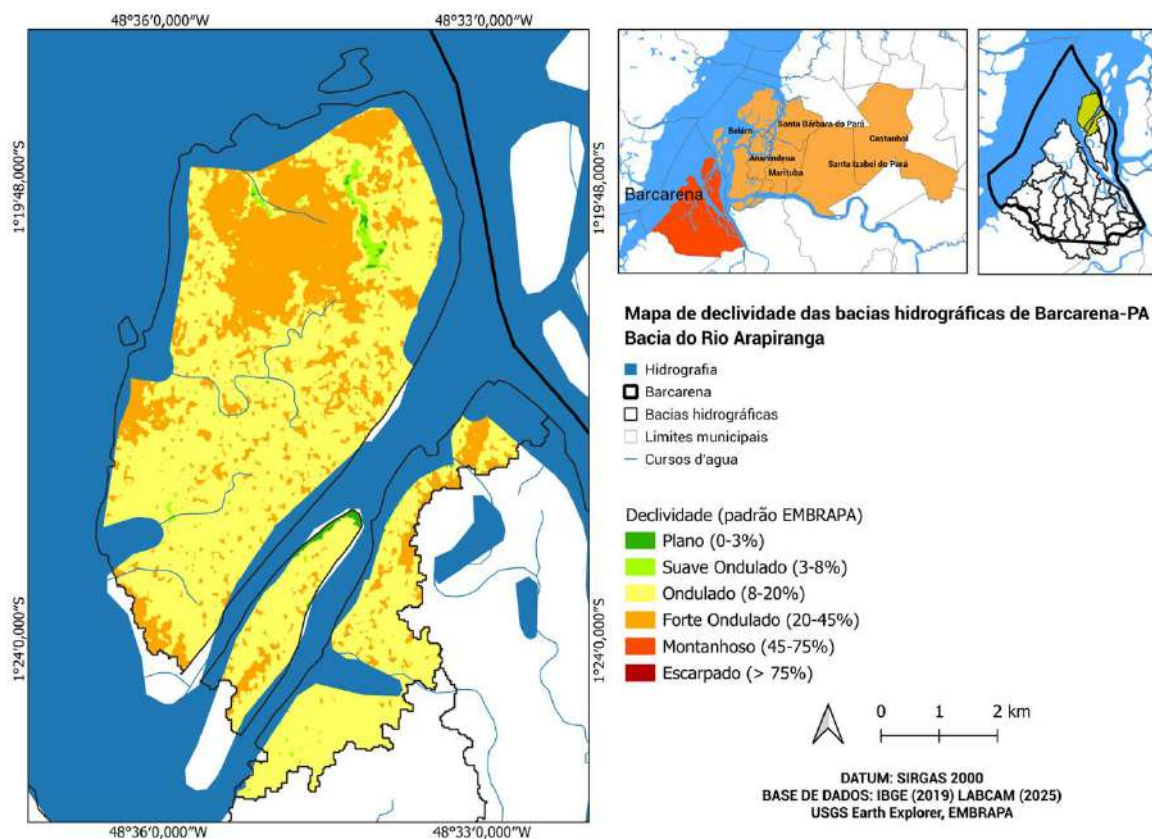


Figura 81 — Mapa de hipsometria da bacia do Rio Arapiranga.

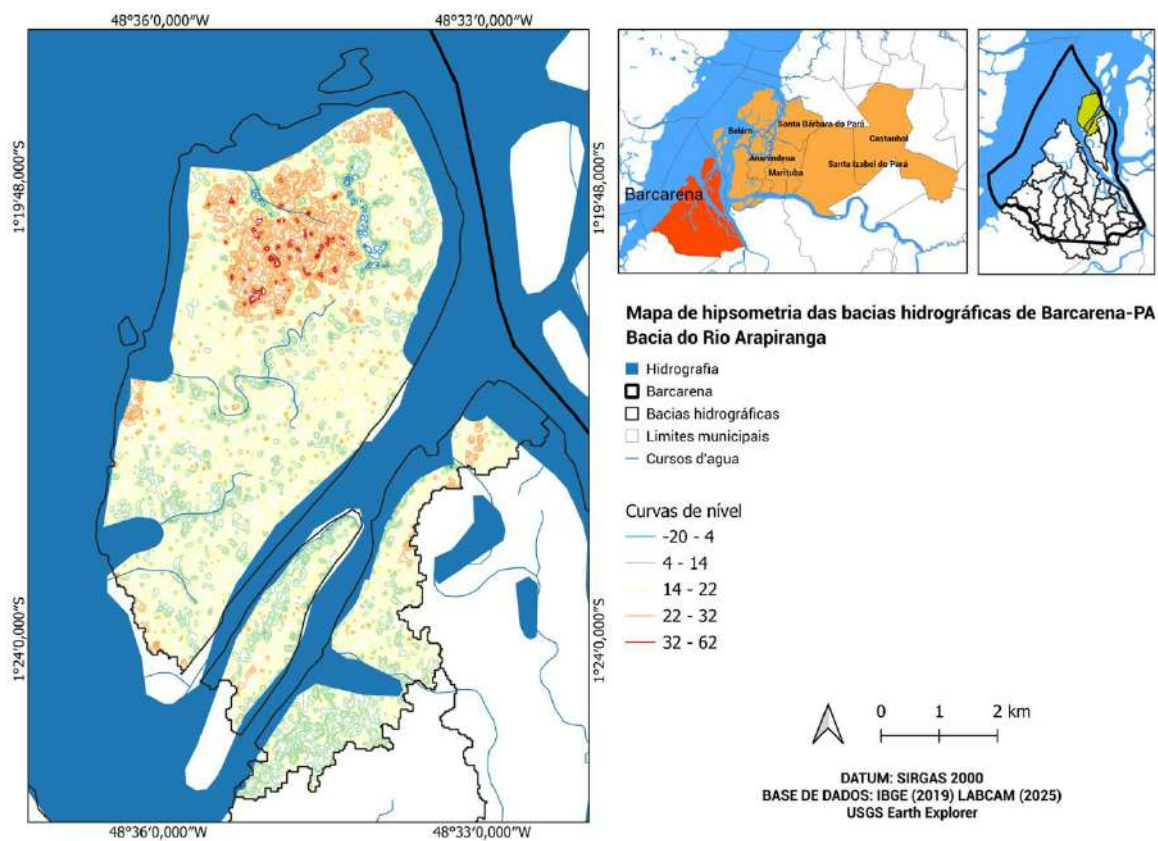


Tabela 65: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Rio Arapiranga, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
18,38	18	-10	50	60	-10	20

Em relação à cobertura vegetal, predomina a categoria de vegetação densa, que ocupa cerca de 60% da área da bacia — essa classe está disposta por toda a bacia de maneira generalizada — sendo a segunda mais frequente a categoria de vegetação esparsa, representando um percentual de 36,5% (Tabela 66; Figura 82). A bacia está praticamente toda inserida na mancha de inundação, com mais da metade de sua área com baixa suscetibilidade e aproximadamente um terço com médio risco (Figura 83).

Tabela 66: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Rio Arapiranga, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
57,5	1,14%	123,6	2,46%	1834,6	36,50%	3010,5	59,90%	5026,2	100,00%

Figura 82 — Mapa de áreas verdes da bacia do Rio Arapiranga, de acordo com o NDVI.

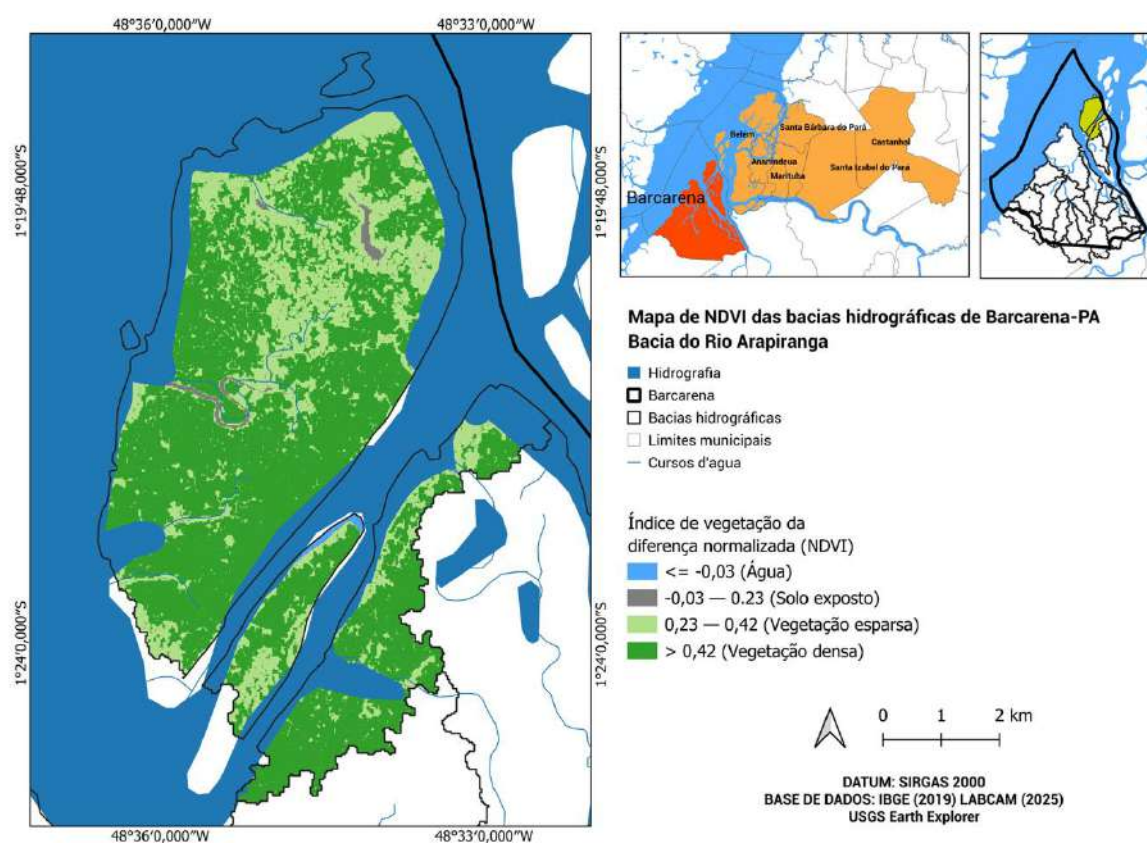
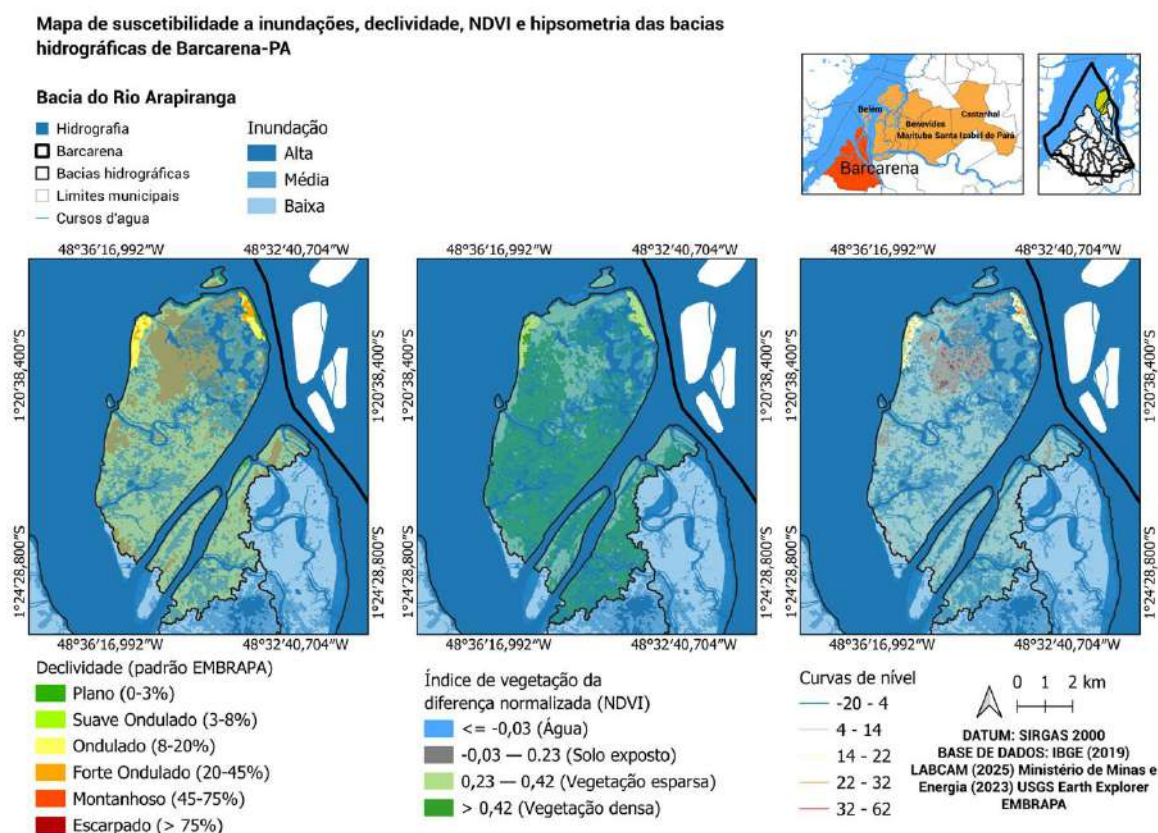


Figura 83 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Rio Arapiranga.



Bacia do Igarapé Piramanha

A Bacia do Igarapé Piramanha está localizada numa área rural, com densidade demográfica de 32 hab/km² nos setores censitários que a englobam (IBGE 2022). A classe de declividade predominante é a Ondulado, que abrange 87,99% da área total (Tabela 67). As classes Forte Ondulado (4,52%) e Suave Ondulado (4,88%) também estão presentes, embora de forma distribuída e menos expressiva ao longo da bacia (Figura 84). Em relação à hipsometria, as altitudes variam entre -8 m e 32 m, sendo a cota modal de 16 m a mais frequente na região (Tabela 68; Figura 85).

Tabela 67: Área e percentual da área de acordo com a faixa de declividade na bacia do Igarapé Piramanha, segundo o padrão EMBRAPA.

Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
97,2	2,62%	181,0	4,88%	3265,3	87,99%	167,7	4,52%	0,0	0,00%	3711,2	100%

Figura 84 — Mapa de declividade da bacia do Igarapé Piramanha, de acordo com o padrão EMBRAPA.

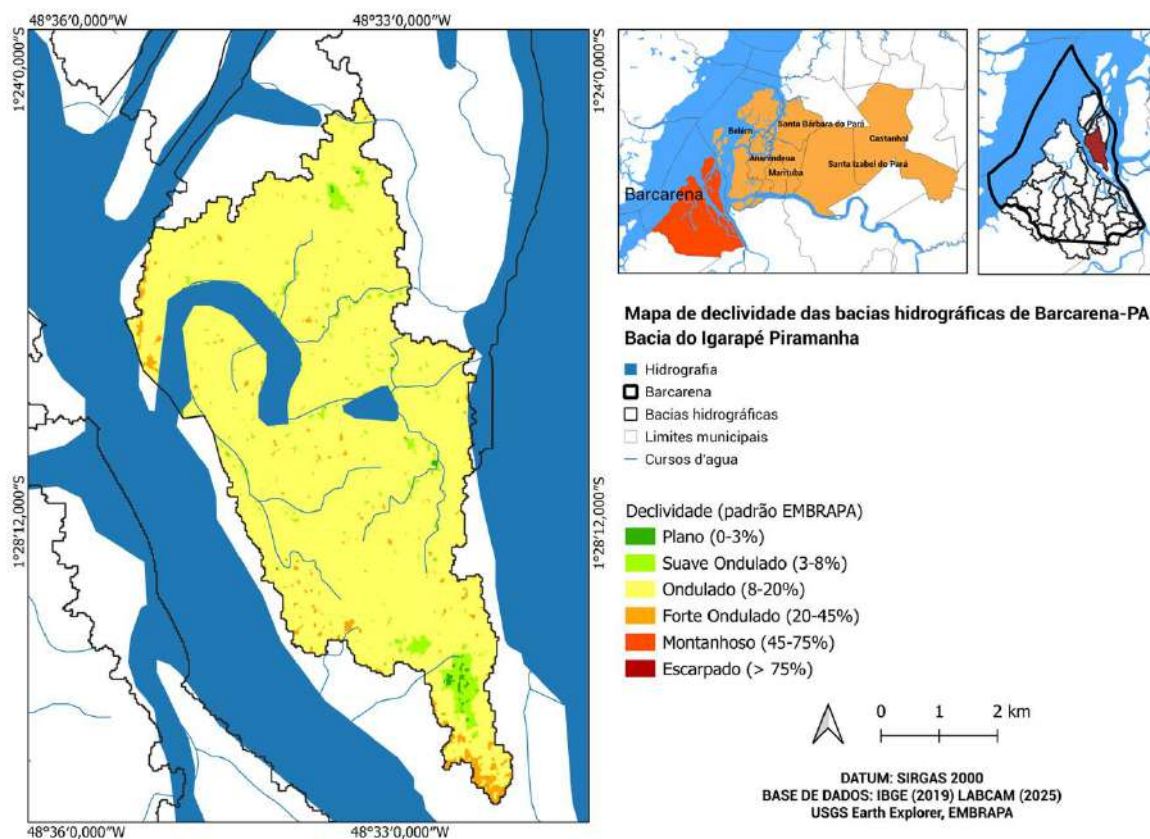


Figura 85 — Mapa de hipsometria da bacia do Igarapé Piramanha.

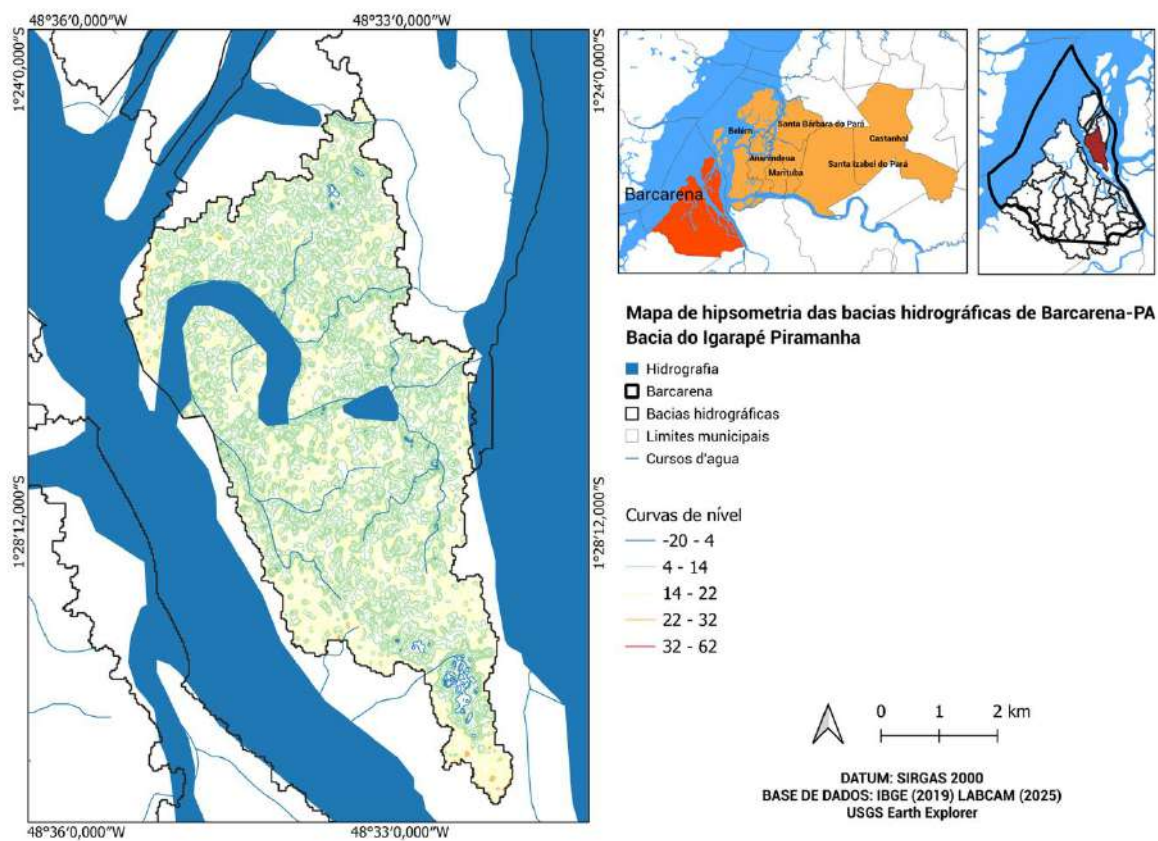


Tabela 68: Cota média, mediana, cota mínima, cota máxima, minoria, maioria e intervalo entre cotas da bacia do Igarapé Piramanha, em metros.

Cota média (m)	Mediana (m)	Cota mínima (m)	Cota máxima (m)	Intervalo entre cotas (m)	Minoria (m)	Maioria (m)
14,38	14	-8	32	40	-8	16

No que diz respeito à cobertura vegetal, destaca-se a predominância da vegetação densa, que ocupa 63,41% da área, e está disposta de maneira generalizada na superfície da bacia (Tabela 69). A vegetação esparsa aparece como a segunda categoria mais presente, representando quase um terço da cobertura total (Figura 86). A bacia do Igarapé Piramanha está completamente inserida na mancha de alagamento, observando-se que metade da área corresponde à média suscetibilidade a inundação (Figura 87).

Tabela 69: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis na bacia do Igarapé Piramanha, de acordo com o índice de NDVI.

Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa		Total	
Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
49,2	1,32%	147,0	3,96%	1162,7	31,31%	2354,6	63,41%	3713,5	100,00%

Figura 86 — Mapa de áreas verdes da bacia do Igarapé Piramanha, de acordo com o NDVI.

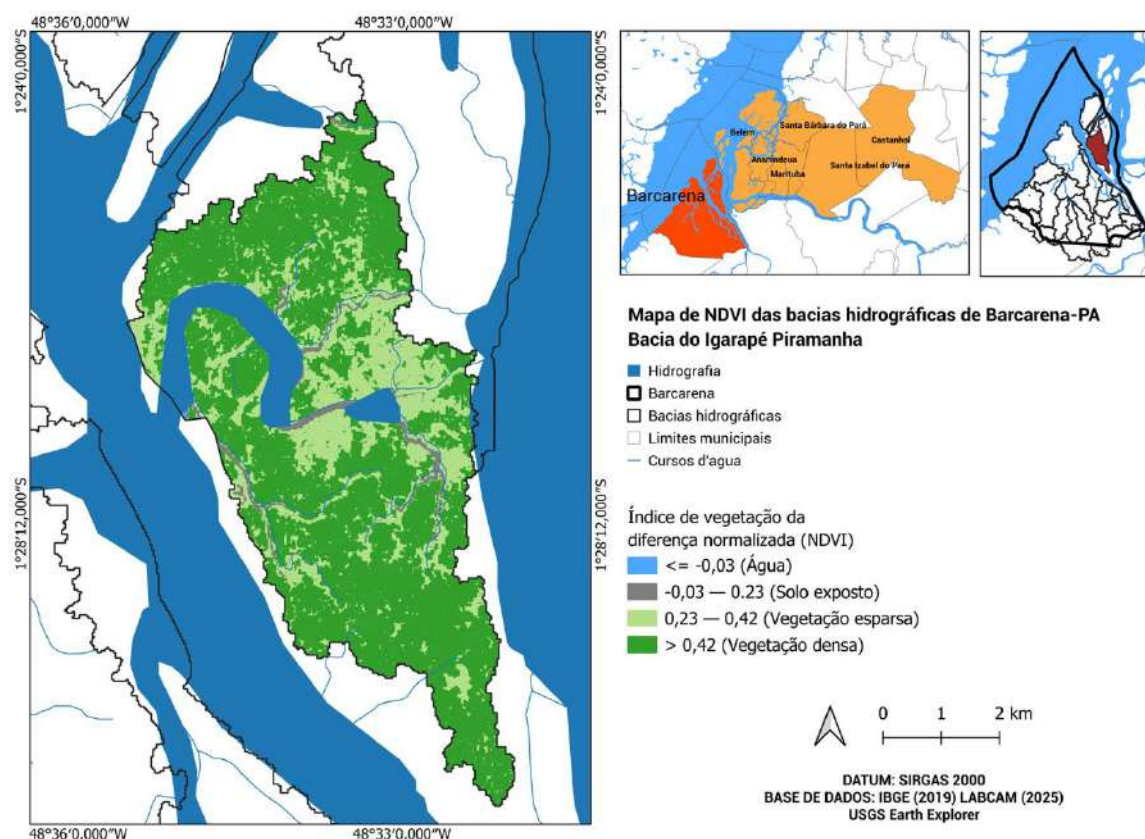
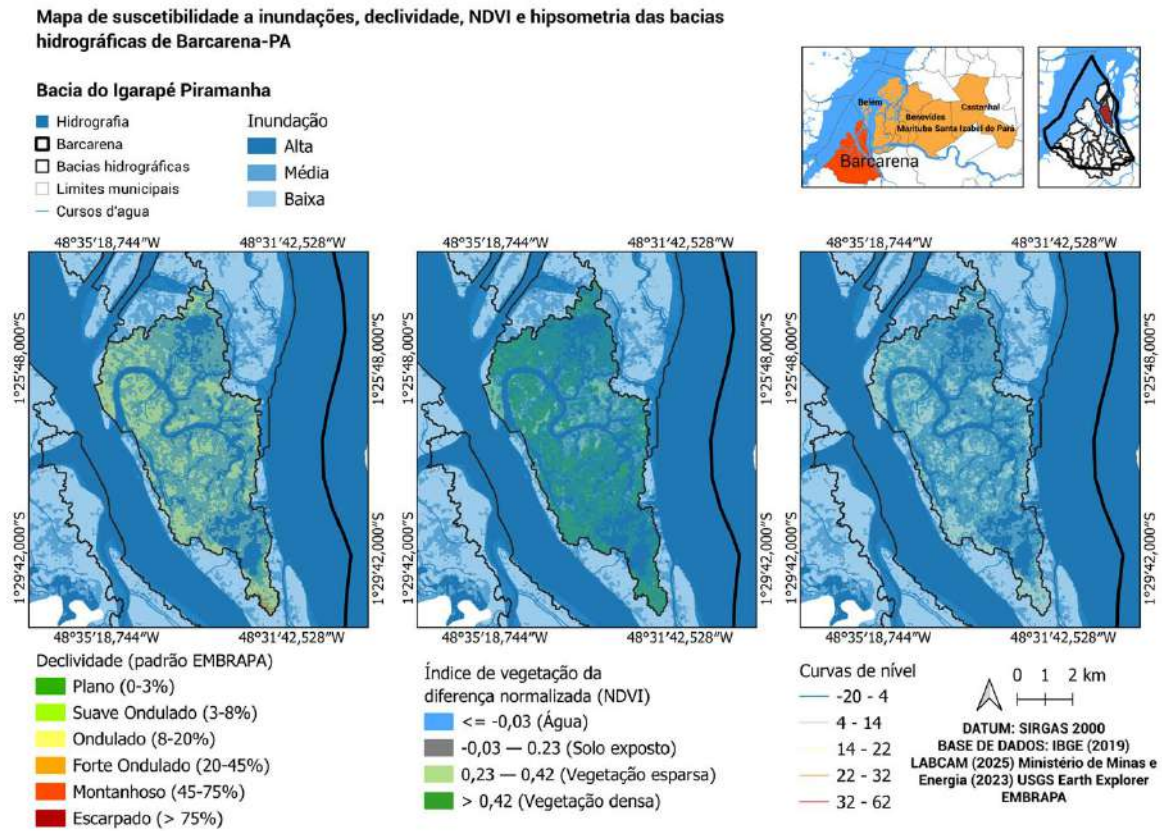


Figura 87 — Mapa de suscetibilidade a inundações, declividade, NDVI e hipsometria da bacia do Igarapé Piramanha.



As Tabelas 70, 71 e 72 sintetizam os principais resultados obtidos a partir da análise das vinte bacias hidrográficas de Barcarena, contemplando as dimensões de declividade, cobertura vegetal e suscetibilidade a inundações. De modo geral, observa-se o predomínio das classes de declividade Ondulado e Forte Ondulado, indicando que o relevo do município é em sua maioria acidentado — influenciando, desse modo, os processos de escoamento superficial e erosão. As bacias situadas ao sul (como Guajará da Serraria, Cabresto, Caeté e outras) apresentam maiores cotas altimétricas e percentuais superiores de declividade, configurando áreas com maior potencial erosivo e necessidade de manejo especial do uso do solo. Por outro lado, as bacias ao norte (como Piramanha, Arapiranga, Furo do Arrozal e outras) apresentam topografia mais baixas em comparação, estando sujeitas à ocorrência de alagamentos (Tabela 70).

Em relação à cobertura vegetal (Tabela 71), os resultados indicam a predominância de vegetação densa, seguida da vegetação esparsa — revelando que, embora o município ainda mantenha considerável cobertura verde, há indícios de degradação em áreas urbanizadas e industriais, como nas bacias do Murucupi, Tauá e Rio Barcarena, onde se observa aumento de

solo exposto e vegetação esparsa. Esse padrão sugere processos de substituição da vegetação nativa por superfícies impermeáveis, o que reduz a infiltração da água e intensifica os problemas de drenagem.

Por fim, os dados demonstram que a maior parte das bacias apresenta áreas com baixa suscetibilidade a inundações, mas com expressiva presença de zonas de risco médio e alto, especialmente nas bacias do Furo do Arrozal, Mucura, Murucupi, Piramanha e Arapiranga, que se encontram quase integralmente dentro da mancha de alagamento. (Tabela 72). Essa sobreposição de fatores de relevo, vegetação e ocupação evidencia uma vulnerabilidade ambiental diversificada, na qual convivem riscos de erosão e de inundação.

Tabela 70: Área e percentual da área, classificado de acordo com as faixas de declividade segundo o padrão EMBRAPA, em cada bacia hidrográfica de Barcarena-PA.

Bacia hidrográfica	Classe de Declividade									
	Plano		Suave Ondulado		Ondulado		Forte Ondulado		Montanhoso	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Todas as bacias	1618,3	1,82%	2103,5	2,36%	38280,9	43,02%	45619,7	51,26%	1368,8	1,54%
Acará	113,3	3,02%	56,2	1,50%	2013,7	53,70%	1559,8	41,59%	7,1	0,19%
Arapiranga	152,4	3,03%	137,1	2,73%	3168,7	63,09%	1563,9	31,14%	0,1	0,00%
Arienga	11,1	0,16%	102,7	1,45%	3287,9	46,41%	3642,8	51,42%	39,4	0,56%
Bacuri	0,0	0,00%	4,4	0,21%	689,1	32,72%	1402,0	66,57%	10,5	0,50%
Cabresto	0,4	0,01%	4,4	0,12%	589,8	15,69%	2927,3	77,87%	237,5	6,32%
Caeté	0,0	0,00%	1,0	0,02%	219,8	5,15%	3806,4	89,25%	237,6	5,57%
Furo do Arrozal	539,0	4,51%	885,0	7,40%	8234,5	68,84%	2303,8	19,26%	0,0	0,00%
Guajará da Serraria	0,0	0,00%	7,4	0,19%	656,2	16,72%	3205,4	81,67%	55,9	1,42%
Guajaraúna	0,0	0,00%	2,0	0,04%	460,7	9,08%	4312,8	85,00%	298,2	5,88%
Icaraú	271,5	5,98%	160,8	3,54%	2428,9	53,53%	1666,8	36,73%	9,5	0,21%
Itaporanga	7,1	0,11%	85,9	1,31%	2379,7	36,27%	3994,7	60,88%	93,7	1,43%
Macajuba	102,0	3,08%	119,8	3,62%	1090,2	32,95%	1854,1	56,04%	142,5	4,31%
Mucura	52,1	2,42%	49,1	2,28%	1710,5	79,36%	343,8	15,95%	0,0	0,00%
Murucupi	26,6	0,63%	117,1	2,78%	2110,6	50,16%	1952,2	46,40%	0,9	0,02%
Piramanha	97,2	2,62%	181,0	4,88%	3265,3	87,99%	167,7	4,52%	0,0	0,00%
Rio Barcarena	3,4	0,05%	50,1	0,73%	1778,6	25,84%	5012,3	72,82%	39,2	0,57%
São Felipe	0,4	0,02%	38,2	1,71%	833,9	37,44%	1316,3	59,09%	38,8	1,74%
Tauá	7,5	0,19%	51,6	1,28%	1843,7	45,75%	2087,7	51,80%	39,6	0,98%
Tucumandeua	234,3	12,78%	25,9	1,41%	1059,6	57,78%	514,0	28,03%	0,0	0,00%
Turuí	0,1	0,00%	23,7	0,92%	459,9	17,77%	1985,8	76,74%	118,1	4,56%

Tabela 71: Área e percentual da área de áreas verdes e permeáveis, classificado de acordo com o índice de NDVI, em cada bacia hidrográfica de Barcarena-PA.

Bacia hidrográfica	Classe de NDVI							
	Água		Solo exposto		Vegetação esparsa		Vegetação densa	
	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)	Área (ha)	(%)
Todas as bacias	1101,8	1,24%	5817,8	6,54%	39252,7	44,11%	42823,7	48,12%
Acará	64,0	1,71%	146,8	3,91%	1527,1	40,70%	2013,8	53,68%
Arapiranga	57,5	1,14%	123,6	2,46%	1834,6	36,50%	3010,5	59,90%
Arienga	0,2	0,00%	151,7	2,15%	3524,7	49,85%	3393,8	48,00%
Bacuri	0,0	0,00%	11,4	0,54%	1113,8	52,89%	980,8	46,57%
Cabresto	0,0	0,00%	26,6	0,71%	1866,4	49,65%	1866,4	49,65%
Caeté	0,0	0,00%	21,9	0,51%	1785,1	41,86%	2457,8	57,63%
Furo do Arrozal	401,9	3,36%	835,8	6,99%	5077,0	42,43%	5650,2	47,22%
Guajará da Serraria	0,0	0,00%	56,5	1,44%	1904,2	48,52%	1964,2	50,04%
Guajaraúna	0,0	0,00%	59,9	1,18%	2607,3	51,39%	2406,5	47,43%
Icaraú	258,1	5,69%	188,4	4,15%	1393,4	30,70%	2699,1	59,46%
Itaporanga	1,6	0,02%	429,7	6,55%	2716,3	41,38%	3417,2	52,05%
Macajuba	13,0	0,39%	115,8	3,50%	1541,1	46,58%	1638,7	49,53%
Mucura	25,8	1,20%	89,7	4,16%	523,9	24,29%	1517,0	70,35%
Murucupi	19,1	0,45%	1436,2	34,13%	1860,4	44,21%	892,6	21,21%
Piramanha	49,2	1,32%	147,0	3,96%	1162,7	31,31%	2354,6	63,41%
Rio Barcarena	19,5	0,28%	764,6	11,11%	3587,3	52,11%	2512,6	36,50%
São Felipe	0,0	0,00%	93,9	4,22%	1314,2	59,00%	819,4	36,78%
Tauá	20,2	0,50%	1020,0	25,31%	2217,3	55,02%	772,6	19,17%
Tucumandeua	171,8	9,37%	67,2	3,66%	416,6	22,71%	1178,6	64,26%
Turuí	0,0	0,00%	31,0	1,20%	1279,3	49,44%	1277,3	49,36%

Tabela 72: Área e porcentagem de área com suscetibilidade a inundações, de acordo com as classes alta, média e baixa, em cada bacia hidrográfica de Barcarena-PA.

Bacia hidrográfica	Classe de suscetibilidade a inundação						Mancha total	
	Alta		Média		Baixa			
	Área (ha)	(%)*	Área (ha)	(%)*	Área (ha)	(%)*	Área (ha)	(%)*
Acará	356,7	9,51%	699,8	18,65%	2061,7	54,95%	3118,2	83,11%
Arapiranga	580,2	11,54%	1689,7	33,62%	2627,0	52,27%	4896,9	97,43%
Arienga	27,9	0,39%	82,9	1,17%	66,7	0,94%	177,4	2,50%
Bacuri	16,7	0,79%	31,8	1,51%	18,4	0,88%	67,0	3,18%
Cabresto	0,0	0,00%	115,6	3,08%	878,8	23,38%	994,4	26,45%
Caeté	0,0	0,00%	0,0	0,00%	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Furo do Arrozal	1096,0	9,16%	1982,6	16,57%	7715,6	64,49%	10794,1	90,21%
Guajará da Serraria	29,0	0,74%	22,0	0,56%	45,3	1,15%	96,2	2,45%
Guajaraúna	0,0	0,00%	0,0	0,00%	0,0	0,00%	0,0	0,00%
Icaraú	374,4	8,25%	231,3	5,10%	2042,9	45,01%	2648,7	58,35%
Itaporanga	174,6	2,66%	146,5	2,23%	505,3	7,70%	826,4	12,59%
Macajuba	354,6	10,72%	224,4	6,78%	878,8	26,56%	1457,7	44,06%
Mucura	263,9	12,24%	535,6	24,84%	1356,9	62,93%	2156,4	100,00%
Murucupi	49,6	1,18%	653,3	15,52%	1574,3	37,41%	2277,2	54,11%
Piramanha	817,6	22,02%	1922,3	51,77%	973,6	26,22%	3713,5	100,00%
Rio Barcarena	103,6	1,50%	200,0	2,91%	872,4	12,67%	1176,0	17,08%
São Felipe	0,5	0,02%	76,6	3,44%	566,8	25,45%	644,0	28,91%
Tauá	16,3	0,40%	20,3	0,50%	8,2	0,20%	44,8	1,11%
Tucumandeua	266,1	14,51%	233,5	12,73%	1141,2	62,22%	1640,9	89,46%
Turuí	5,9	0,23%	4,0	0,15%	0,5	0,02%	10,4	0,40%

*Percentual referente a área total das respectivas bacias.

PERSPECTIVAS

Com a conclusão dessa pesquisa e sendo formanda do curso de Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, pretendo dar continuidade na minha formação acadêmica, aprofundando meus estudos na linha do urbanismo e planejamento urbano por meio da pós-graduação.

DIFICULDADES

Entre os principais fatores negativos que dificultaram a pesquisa esteve a quantidade limitada de informações disponíveis referentes ao município de Barcarena, assim como poucos estudos voltados para a delimitação de bacias na região.

CONCLUSÕES

A análise urbanístico-ambiental de Barcarena evidencia um cenário de contradições profundas entre desenvolvimento econômico e justiça socioambiental. Embora o município apresente um crescimento populacional expressivo, aliado à expansão de atividades industriais e à presença de uma infraestrutura portuária estratégica, os dados demonstram que esse avanço não tem sido acompanhado por melhorias significativas na qualidade de vida da população, especialmente das comunidades mais vulneráveis — como, por exemplo, os aglomerados/favelas e comunidades urbanas, que apresentaram um aumento percentual de quase 280% em seu número de domicílios entre 2010 e 2022.

Apesar do discurso oficial do Plano Diretor de Barcarena enfatizar a sustentabilidade e a proteção ambiental, a recorrência de desastres provocados por atividades industriais mostra uma fragilidade na fiscalização, regulamentação e responsabilização dos agentes causadores de danos. O caso de Barcarena ilustra como o modelo de desenvolvimento vigente, centrado na exploração mineral e na atração de investimentos, impõe um alto custo ambiental e social, comprometendo recursos hídricos, ecossistemas e modos de vida — a sobreposição de áreas de risco ambiental com comunidades de baixa renda evidencia um padrão de injustiça ambiental que não pode ser ignorado. Portanto, é fundamental que futuros planejamentos urbanos e ambientais da Região Metropolitana de Belém considerem as especificidades territoriais e sociais de municípios como Barcarena.

De modo geral, a pesquisa verificou o predomínio das classes de declividade Ondulado e Forte-ondulado, com destaque para as bacias situadas ao sul do município, como Guajará da Serraria, Cabresto, Rio Barcarena e Caeté, que apresentaram percentuais superiores a 70% da

categoria Forte Ondulado. Esse fator, somado à hipsometria mais elevada, torna essas áreas mais suscetíveis a processos erosivos, exigindo atenção especial para o uso do solo e o manejo das águas pluviais. Já as bacias localizadas ao norte, como Piramanha, Furo do Arrozal, Mucura e Arapiranga, apresentaram cotas mais baixas e predominância da classe Ondulado, além de alguns pontos de Suave-Ondulado, configurando áreas mais vulneráveis às inundações, como evidenciado pelos mapas de suscetibilidade.

Quanto à cobertura vegetal, observou-se uma relativa predominância da vegetação densa (cerca de 48% da área total das bacias) — no entanto, em áreas urbanizadas e industriais, como nas bacias do Murucupí, Tauá e Rio Barcarena, há relevante incidência de vegetação esparsa e solo exposto, indicando maior pressão antrópica e potencial de impermeabilização do solo. Esses padrões contribuem para a intensificação dos problemas de drenagem e para o aumento da suscetibilidade a enchentes.

Assim, percebe-se que Barcarena combina áreas de risco por elevação e declividade acentuada com outras de risco por baixa cota e alagamentos recorrentes, configurando um quadro de vulnerabilidade socioambiental diversificada. O levantamento e a delimitação das bacias hidrográficas urbanas buscam uma abordagem territorial integrada para o planejamento urbano, considerando aspectos como declividade, hipsometria e cobertura vegetal. Nesse sentido, os mapas temáticos gerados, aliados à análise das diretrizes do Plano Diretor, apontam para a necessidade de um planejamento orientado pelas bacias hidrográficas e não apenas por limites administrativos.

BIBLIOGRAFIA

BARCARENA. **Lei Complementar Municipal nº 49, de 17 de outubro de 2016**. Revisão do Plano Diretor de desenvolvimento urbano de Barcarena. Barcarena, PA: Prefeitura Municipal de Barcarena, 2016.

BRASIL. **Lei nº 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: seção 1, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm>. Acesso em: 10 set. 2025.

BULLARD, R. D. **Dumping in Dixie: Race, Class, and Environmental Quality**. 3. ed. Boulder: Westview Press, 2000.

CARMO, E. D. Nunca foram acidentes, sempre são desastres e crimes: narrativas, disputas e resistências na zona de sacrifício de Barcarena. **Revista Debates Insubmissos**, Caruaru, ano

3, v. 3, n. 8, p. 96-125, jan./abr. 2020. Disponível em:
<<https://periodicos.ufpe.br/revistas/debatesinsubmissos/>>. Acesso em: 22 mar. 2025.

CARMO, M. B. S.; COSTA, S. M. F. DA. Os paradoxos entre os urbanos no município de Barcarena, Pará. **URBE Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, n. 3, p. 291–305, set. 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/urbe/a/7bG7P5h5yx5SgmQ373ptH4w/>> Acesso em: 15 ago. 2024.

CARNEIRO, T. **Moradores denunciam contaminação de rios e igarapés pelo minério caulim no Pará; empresa confirma escapamento**. G1 - Pará, 7 nov. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2022/11/07/moradores-denunciam-contaminacao-de-rios-e-igarapes-pelo-minerio-caulim-no-para-empresa-confirma-escapamento.ghtml>>. Acesso em: 15 mar. 2025.

COUTINHO, E. C. S. *et al.* Grandes projetos minero-metalúrgicos e seus danos socioambientais: a história do distrito industrial de Barcarena. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 1-14, mar. 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n3-073.

FONSECA, D. D. F; BANDEIRA, I. C. N; FERREIRA, S. R. L. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Barcarena–PA**. SGS/CPRM, 2023. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24414>>. Acesso em: 09 set 2025.

G1 PARÁ. **Tanque com substâncias tóxicas transborda dentro de refinaria em Barcarena, no Pará**. G1 - Pará, 23 mar. 2025. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2025/03/23/tanque-com-substancias-toxicas-transborda-dentro-de-refinaria-em-barcarena-no-para.ghtml>> Acesso em: 24 mar. 2025.

HERCULANO, S. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, São Paulo, v. 3, n. 1, art. 2, jan./abr. 2008. Disponível em: <<https://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/art-2-2008-6.pdf>> Acesso em: 10 out. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Área territorial brasileira 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Bacias e divisões hidrográficas do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/31653-bacias-e-divisoes-hidrograficas-do-brasil.html>> Acesso em: 21 mar. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, IBGE, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2022**. Rio de Janeiro, IBGE, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br>> Acesso em: 10 fev. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e estados**: Barcarena. Rio de Janeiro, IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/barcarena.html>> Acesso em: 10 fev. 2025.

NASCIMENTO, N. S. F.; HAZEU, M. T. Grandes empreendimentos e contradições sociais na Amazônia: a degradação da vida no município de Barcarena, Pará. **Argumentum**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 288–301, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufes.br/argumentum/article/view/10533>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

LEMONS, M. A. Q; PIMENTEL, M. A. S. Mineração e desastres ambientais com rejeitos de bauxita e caulim no município de Barcarena-Pará-Brasil-Amazônia. **Territorium**, [S.l.], n. 28, p. 137-156, 2021. DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_28-1_8

PANTOJA, D. N. S. M. *et al.* Avaliação dos parâmetros microbiológicos e físico-químicos de poços individuais no município de Barcarena/PA. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.2, p.557-566, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.002.0048>.

PAZ, A. C.; FRÉDOU, F. L.; FRÉDOU, T. Caracterização da atividade pesqueira em Vila do Conde (Barcarena, Pará), no estuário amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, v. 6, n. 2, p. 307–318, mai. 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bgoeldi/a/WB5JHqX8ywrkdn4rpYSp3zk/>> Acesso em: 12 ago. 2024

PEDROSA, H. F. S. **Avaliação do impacto da aplicação das diretrizes do plano diretor de maceio sobre o escoamento superficial**. Orientador: Prof. Dr. Vladimir Caramori Borges de Souza. 2008. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

PINTO, N. M. M. **Reabilitação de áreas contaminadas por atividade industrial e a sustentabilidade urbana**. 2020. 180 f. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/items/bb67cd00-08f6-4766-84af-2735c14cabdc>>. Acesso em: 10 set. 2025.

PIRATOBA, A. R. A. *et al.* Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 3, p. 435–456, mai. 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/f45JMMTdfXvPWLmM6mbDX6K>>. Acesso em: 17 fev. 2025.

PORTELLA, M. O. Efeitos colaterais da mineração no meio ambiente. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, v. 5, n. 3, p. 263-276, 2015. DOI:10.5102/rbpp.v5i3.3410

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/ccyh4cf7NMdbpJdhSzCRNtR/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 09 set. 2025.

RODRIGUES, J. C. HAZEU, M. T. Projetos de infraestrutura, desastres e indicativos para novos desastres em Barcarena, Pará, Brasil. **DRd - Desenvolvimento Regional em debate**, v. 9, p. 818-838, 12 dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v9i0.2457>

SCHWEIGERT, Laudelino Roberto. **Plano diretor e sustentabilidade ambiental da cidade**. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/items/fc0cfb47-7267-4551-b396-38e804c98b99>>. Acesso em: 10 set. 2025.

VITOR, G. A.; LANDO, G. A.; DUARTE, C. A. L.; MARQUES, D. de A. V.; D'ANGELO, I. B. M. Health and sanitation in Brazil: a narrative review on the association of basic sanitation conditions with waterborne diseases. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.22913.