



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

SARAH LORENA FERREIRA SILVA

**DA NASCENTE À OCUPAÇÃO: Levantamento do Uso e Ocupação do Solo na
Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri, em Timon - MA**

**TERESINA
2025**

SARAH LORENA FERREIRA SILVA

DA NASCENTE À OCUPAÇÃO: Levantamento de Uso e Ocupação na Bacia
Hidrográfica do Riacho Bacuri, em Timon - MA

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Central.

Orientador: Profº. Drº Érico Rodrigues Gomes
Coorientador: Francisco das Chagas Paiva

TERESINA
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Silva, Sarah Lorena Ferreira

S586n Da nascente à ocupação : levantamento de uso e ocupação na Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri, em Timon - MA / Sarah Lorena Ferreira Silva. - 2025.

73 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Dr. Érico Rodrigues Gomes.

1. Cerrado. 2. Sensoriamento remoto. 3. Urbanização. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Maria Rosismar Farias CRB 3/631

SARAH LORENA FERREIRA SILVA

DA NASCENTE À OCUPAÇÃO: Levantamento do Uso e Ocupação do Solo na
Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri, em Timon – MA.

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Central.

Aprovada em: 11/12/2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Jacqueline Brito
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Divamélia Gomes
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais, tia, avó e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por estar ao meu lado ao longo dessa caminhada, não tão longa, mas árdua e exaustiva. Em especial, minha tia e avó, mulheres resilientes, inteligentes e admiráveis, meu alicerce e inspiração. Mesmo em momentos difíceis nunca perdem a esperança, sempre com as palavras e o direcionamento correto para as mais diversas situações, por mais complicadas que sejam. À minha irmã, pelos conselhos, momentos de distração e por sempre estar ao meu lado. Ao meu pai e mãe, pela presença e momentos de descontração.

Ao professor doutor Érico Rodrigues Gomes, por ter prontamente me aceitado como orientanda, mesmo sem termos trabalhado juntos anteriormente. Sua dedicação, rigor analítico, paixão pelo que faz e experiências transformadoras são inspiração para mim. Orgulho-me de ter sido sua orientanda nessa jornada, sua disposição em partilhar seu enorme conhecimento com seus orientandos e demais colegas em sua volta fazem toda a diferença.

A professora doutora Jacqueline Santos Brito, pelas orientações desde a escolha do tema ao desenvolvimento da pesquisa, bem como por prontamente aceitar compor a banca do exame de qualificação e da defesa desta monografia. Agradeço pelas vezes em que me tirou dúvidas, mesmo fora do horário comercial, e pelos direcionamentos quanto tudo parecia perdido. Você também é inspiração para mim.

A professora doutora Divamélia Gomes, por ter prontamente aceitado compor a banca de qualificação e defesa desta monografia, pelas contribuições e correções que tornaram possível a concretização e aprimoramento desta pesquisa. Também agradeço por compartilhar seu enorme conhecimento durante as visitas *in loco* na área de estudo. Você foi indispensável para a obtenção dos resultados desta monografia.

Ao professor doutor Celso, por ter aceitado me auxiliar com os mapas e análises dos dados geoespaciais, orientações verbais e direcionamentos incisivos. Você tem meu respeito e admiração, como professor, profissional e pesquisador. Sou profundamente grata.

Ao meu coorientador, mestre Francisco das Chagas Paiva, por ter prontamente aceitado me orientar e pela sua dedicação à pesquisa, mesmo com outras demandas e ocupações, muito obrigada pelas suas contribuições.

Agradeço a todos os meus estimados amigos da Graduação em Gestão

Ambiental, pelos anos de convivência, trocas de saberes, experiências e aprendizado mútuo. Em especial minha panelinha: Arthur, Maria Luiza, Maria Victória e Rafaela, pela amizade, companhia, trabalhos e seminários em que tiramos nota máxima, mesmo sendo feito no dia anterior. Obrigada por terem feito minha jornada mais leve e alegre, os levarei em meu coração e memória.

“O que prevemos raramente ocorre; o que
menos esperamos geralmente acontece”

Benjamin Disraeli

RESUMO

O processo acelerado de urbanização observado nas últimas décadas tem provocado transformações significativas na organização do espaço e na dinâmica dos sistemas naturais, especialmente em áreas de transição entre zonas urbanas e rurais. Nesse contexto, as bacias hidrográficas destacam-se como unidades fundamentais para a análise integrada dessas transformações, uma vez que concentram, em um mesmo recorte territorial, as interações entre relevo, solos, cobertura vegetal, drenagem e uso antrópico do solo. A bacia hidrográfica do riacho Bacuri, localizada no município de Timon, no estado do Maranhão, tem sido submetida a intensas pressões antrópicas decorrentes da expansão urbana desordenada, da supressão da vegetação nativa e da ausência de instrumentos eficazes de planejamento territorial, configurando um cenário de crescente vulnerabilidade ambiental. Diante dessa problemática, o presente trabalho teve como objetivo diagnosticar o uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica do riacho Bacuri, bem como analisar a dinâmica da cobertura vegetal no período compreendido entre os anos de 2020 e 2024, a partir de ferramentas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e validação em campo. A metodologia adotada foi estruturada em etapas sequenciais, envolvendo a coleta e o tratamento de dados espaciais provenientes da base MapBiomas, a elaboração de mapas temáticos de uso e ocupação do solo, a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) a partir de imagens do satélite Landsat e a realização de visitas *in loco* para verificação e complementação das análises espaciais. Os resultados obtidos evidenciam uma redução significativa das formações naturais e da vegetação nativa, associada à fragmentação dos remanescentes de Cerrado e à ampliação expressiva das áreas urbanizadas e de solo exposto, sobretudo nas proximidades das vias de acesso e em áreas anteriormente ocupadas por cobertura vegetal contínua. A análise comparativa do NDVI reforçou a tendência de perda de vegetação fotossinteticamente ativa ao longo do período analisado, enquanto as observações de campo permitiram identificar processos de supressão vegetal, queimadas, descarte irregular de resíduos sólidos, expansão de loteamentos e alterações na dinâmica hidrológica do curso d'água. Conclui-se que a bacia hidrográfica do riacho Bacuri apresenta elevado grau de vulnerabilidade ambiental, resultado direto da pressão imobiliária e da ocupação territorial sem planejamento integrado. Os dados e análises produzidos neste estudo oferecem subsídios técnicos

relevantes para a gestão ambiental e territorial do município, contribuindo para o planejamento sustentável da bacia e para a formulação de políticas públicas voltadas à conservação dos recursos naturais e ao ordenamento do uso do solo.

Palavras-chave: cerrado; sensoriamento remoto; urbanização.

ABSTRACT

The accelerated process of urbanization observed in recent decades has caused significant transformations in spatial organization and in the dynamics of natural systems, especially in transition areas between urban and rural zones. In this context, watersheds stand out as fundamental units for integrated analysis, as they encompass, within a single territorial framework, the interactions among relief, soils, vegetation cover, drainage networks, and anthropogenic land use. The Bacuri stream watershed, located in the municipality of Timon, Maranhão, has been subjected to intense anthropic pressures resulting from unplanned urban expansion, suppression of native vegetation, and the lack of effective territorial planning instruments, leading to a scenario of increasing environmental vulnerability. Given this context, the present study aimed to diagnose land use and land cover in the Bacuri stream watershed and to analyze vegetation cover dynamics between 2020 and 2024, using remote sensing, geoprocessing techniques, and field validation. The methodology was structured into sequential stages, including the collection and processing of spatial data from the MapBiomas platform, the production of thematic land use and land cover maps, the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) based on Landsat satellite imagery, and on-site field surveys to validate and complement spatial analyses. The results indicate a significant reduction in natural formations and native vegetation, associated with the fragmentation of remaining Cerrado areas and a marked expansion of urbanized and exposed-soil areas, particularly near access roads and in locations previously occupied by continuous vegetation cover. Comparative NDVI analysis reinforced the trend of loss of photosynthetically active vegetation throughout the analyzed period, while field observations identified processes of vegetation suppression, burnings, improper solid waste disposal, expansion of land subdivisions, and alterations in the hydrological dynamics of the stream. It is concluded that the Bacuri stream watershed presents a high degree of environmental vulnerability, directly resulting from real estate pressure and territorially unplanned occupation. The data and analyses produced in this study provide relevant technical support for environmental and territorial management in the municipality, contributing to sustainable watershed planning and to the formulation of public policies aimed at natural resource conservation and land-use regulation.

Keywords: cerrado; remote sensing; urbanization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico comparativo da precipitação acumulada de 1991 a 2020.....	21
Figura 2 - Gráfico comparativo da temperatura máxima de 1991 a 2020, em (°C). ..	21
Figura 3 - Gráfico comparativo da temperatura máxima de 1991 a 2020.....	22
Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo: bacia hidrográfica do Riacho Bacuri, correspondente à zona de transição entre a zona urbana e rural da cidade de Timon.	29
Figura 5 - Mapa de Solos do Município de Timon, evidenciando que o solo predominante na área de estudo é o Latossolo Amarelo	32
Figura 6 - Mapa topográfico da área de estudo, com curvas de nível e variação altimétrica, em que tons avermelhados indicam maiores altitudes e tons azulados menores.	33
Figura 7 - Mapa da drenagem da área de estudo, demonstrando o curso d'água da nascente à foz	34
Figura 8 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da bacia hidrográfica estudada em 2020	41
Figura 9 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da bacia hidrográfica estudada em 2024	42
Figura 10 - Mapa de uso e ocupação do solo no ano de 2020.....	45
Figura 11 - Mapa de uso e ocupação do solo em 2024.....	46
Figura 12 - Espacialização dos pontos visitados na bacia hidrográfica do Riacho Bacuri.	49
Figura 13 - Registro fotográfico da entrada do Loteamento Emílio Falcão, acesso pela BR-226/MA	50
Figura 14 - Registro Fotográfico de quadras iniciais do Loteamento Emílio Falcão, entrada pela BR-226/MA	50
Figura 15 - Registro fotográfico da disposição irregular de resíduos na entrada do Loteamento Emílio Falcão, acesso pela BR-226/MA	51
Figura 16 - Registro Fotográfico do complexo residencial Village Cajueiro, é possível verificar a construção de algumas moradias e outras já estabelecidas.....	51
Figura 17 - Registro fotográfico do complexo de condomínios Village Jóia, moradias já estabelecidas.....	52
Figura 18 - Registro fotográfico da precipitação de minérios nos morros cortados do rodoanel.	53
Figura 19 - Registro fotográfico da dimensão espacial dos cortes realizados nos morros para a construção do rodoanel de Timon destacando o latossolo amarelo. .	54
Figura 20 - Registro fotográfico da vegetação remanescente às margens do rodoanel.	54
Figura 21 - Registro fotográfico do contraste entre vegetação remanescente e alterações no meio.	55
Figura 22 - Registro fotográfico da Jurubeba (<i>Solanum paniculatum</i>).....	55
Figura 23 - Registro fotográfico da faveira de bolota (<i>Parkia platycephala</i>).	56
Figura 24 - Registro fotográfico de moradia no Povoado Lagoa Grande, estabelecido às margens do rodoanel de Timon	57
Figura 25 - Registro fotográfico de abertura de estradas e loteamentos no Povoado Lagoa Grande	58
Figura 26 - Registro fotográfico de faveira de bolota às margens de uma estrada aberta, no povoado Lagoa Grande.....	59

Figura 27 - Registro fotográfico de casa de farinha na comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA	59
Figura 28 - Registro fotográfico de moradia da comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA.	60
Figura 29 - Registro fotográfico de produção de carvão vegetal em comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA.	61
Figura 30 - Registro fotográfico de disposição irregular de resíduos às margens da BR-226/MA.	62
Figura 31 - Registro fotográfico de área relativamente conservada, com caracterização fitofisionômica de Cerrado Típico.	63
Figura 32 - Registro fotográfico de comunidade rural que também se estabeleceu próxima à BR-226/MA	63
Figura 33 - Registro fotográfico de unidade escolar encontrada em comunidade rural	64
Figura 34 - Registro fotográfico do primeiro contato com o riacho bacuri, observa-se, através de uma ponte consideravelmente depredada, mata de galeria, e o riacho sem água.....	65
Figura 35 - Registro fotográfico da fazenda da Paz, ponto que marca um dos divisores de água da bacia.....	65
Figura 36 - Registro fotográfico de indícios de queimada e crescimento de mudas de babaçu, abaixo da rede de transmissão.....	66
Figura 37 - Registro fotográfico da disposição irregular de resíduos próximo a comunidades rurais	68
Figura 38 - Registro fotográfico da extensão do riacho Bacuri, segundo ponto avistado, sem indícios de água.	69
Figura 39 - Registro fotográfico de Tingui, (<i>Magonia pubescens</i>).	70
Figura 40 - Registro fotográfico de cruzamento da rua Tocantins com a Avenida Piauí	71
Figura 41 - Registro fotográfico do terceiro corpo hídrico avistado, um afluente do Riacho Bacuri.	71
Figura 42 - Registro fotográfico de ampliação de complexos habitacionais e/ou residências	72
Figura 43 - Registro fotográfico de loteamento de terras em frente ao complexo habitacional Miguel Arraes, às margens da avenida Parnarama	73
Figura 44 - Registro fotográfico de extensão do riacho Bacuri, com água parada acumulada e com eutrofização considerável.....	74
Figura 45 - Registro fotográfico de campo de produção de energia solar.	75

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Soma das áreas das respectivas classes de uso e ocupação do solo apresentadas na área de estudo.....	47
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Geografia e Estatística
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
UFPI	Universidade Federal do Piauí
QGIS	Quantum Geographic Information System
ZEE-MA	Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	19
2.2	CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO BACURI	20
2.2.1	Drenagem da Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri	20
2.2.2	Clima da Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri	20
2.3	ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL	22
2.3.1	Definição de Urbanização	22
2.3.2	Caracterização da Urbanização do Município de Timon	23
2.3.3	Definição de Uso e Ocupação do Solo e Principais Aspectos Sobre Incorporações Imobiliárias, Aplicados à Área de Estudo.....	25
2.4	GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DOS RECURSOS NATURAIS, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E NDVI	26
2.4.1	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada	27
3	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	28
3.1	VEGETAÇÃO, SOLOS E TOPOGRAFIA	30
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	35
4.1	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E COLETA DE DADOS ESPACIAIS DA BACIA..	35
4.2	PLANEJAMENTO DA VISITA TÉCNICA EM CAMPO.....	36
4.3	TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS EM CAMPO.....	36
4.4	ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS E ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS	37
4.4.1	Elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de (2020 e 2024).....	37
4.4.2	Elaboração do mapa do NDVI, de 2020 a 2024	38
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39

5.1	ANÁLISE COMPARATIVA DO RESULTADO DO NDVI DE 2020 E 2024	39
5.2	ANÁLISE INTERPRETATIVA E QUANTITATIVA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM 2020 E 2024.....	43
5.3	DOS DADOS COLETADOS NOS 28 PONTOS VISITADOS	48
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
	REFERÊNCIAS.....	78
	APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS, FICHA DE CAMPO ...	81

1 INTRODUÇÃO

A intensificação dos processos de urbanização nas últimas décadas tem promovido profundas transformações na organização do espaço e na dinâmica dos sistemas naturais, especialmente em áreas de transição entre zonas urbanas e rurais. Quando esse crescimento ocorre de forma acelerada e dissociada de instrumentos eficazes de planejamento territorial, observa-se o comprometimento da cobertura vegetal, a fragmentação da paisagem e a alteração dos processos hidrológicos, configurando cenários de crescente vulnerabilidade ambiental.

Nesse contexto, a bacia hidrográfica se apresenta como uma unidade espacial estratégica para a análise integrada dessas transformações, uma vez que concentra, em um mesmo recorte territorial, as interações entre o relevo, solos, cobertura vegetal, drenagem e uso antrópico do solo. Alterações nos padrões de uso e ocupação dentro de uma bacia repercutem diretamente seu equilíbrio dinâmico, influenciando processos como infiltração, escoamento superficial, recarga hídrica e manutenção dos serviços ecossistêmicos (Tucci, 2009).

Dentre as ferramentas capazes de subsidiar análises consistentes sobre essas dinâmicas, destacam-se o sensoriamento remoto e o geoprocessamento, que possibilitam o monitoramento espaço-temporal da paisagem, a identificação de padrões de expansão urbana e a avaliação da evolução da cobertura vegetal. A utilização de bases de dados consolidadas, como o MapBiomas, aliada à aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), permite quantificar e espacializar as transformações ocorridas ao longo do tempo, oferecendo suporte técnico-científico para diagnósticos ambientais e processos de tomada de decisão.

Nesse sentido, a investigação da dinâmica de uso e ocupação do solo associada à análise da cobertura vegetal constitui um instrumento fundamental para compreender os efeitos da urbanização sobre os sistemas naturais, sobretudo quando articulada a observações diretas em campo, capazes de validar e aprofundar as interpretações obtidas em ambiente digital.

O presente estudo tem como objetivo diagnosticar o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do riacho Bacuri, em Timon (MA), por meio da elaboração de diagnósticos ambientais e análises geoespaciais. A bacia hidrográfica, entendida como unidade de planejamento e gestão ambiental, permite uma análise integrada dos elementos físicos e antrópicos que influenciam o equilíbrio do meio, sendo assim,

uma base essencial para a tomada de decisões do poder público voltada à sustentabilidade, à saúde ambiental e à segurança da população.

Por fim, ao propor uma análise baseada em dados espaciais do MapBiomas, no uso e cobertura da terra de 2020 e 2024 e em imagens NDVI do satélite Landsat, associadas à validação em campo, busca-se compreender a magnitude das transformações ocorridas na paisagem, identificar áreas ambientalmente vulneráveis e reconhecer os principais vetores de pressão antrópica atuantes na bacia. Dessa forma, o estudo se consolida como uma abordagem integrada e aplicada, capaz de contribuir tanto para o avanço do conhecimento científico quanto para o fortalecimento de estratégias de gestão territorial e ambiental.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Uma bacia hidrográfica é uma área definida pelo escoamento superficial e substancial das águas das chuvas que, quando direcionadas pela força da gravidade são levadas para as regiões mais baixas do relevo. Segundo Tucci (1993), bacia hidrográfica é a área total da superfície de terreno de captação natural da água precipitada, na qual um aquífero ou sistema fluvial recolhe sua água.

De acordo com Santana (2003), o manejo integrado de bacias hidrográficas exige a articulação dos recursos naturais, dos fatores socioeconômicos e da dinâmica espacial da água e do solo. O autor afirma ainda que, os “divisores de água” dizem respeito aos limites da drenagem de um curso d’água, associados, comumente, a morros, montanhas e aclives em regiões planas. Nesse sentido, é correto afirmar que, para cada curso d’água, desde sua nascente até a foz, é composto por uma bacia hidrográfica que pode, ou não, conter afluentes, que por sua vez possuem suas respectivas bacias.

Nesse sentido, utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento é ideal para a construção de um planejamento urbano eficiente, já que esse gerenciamento incorpora todos os recursos ambientais da área de drenagem, não apenas o hídrico, adotando uma abordagem de interação dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros, e inclui o objetivo de preservar a qualidade ambiental, para a utilização dos recursos, buscando aumentar

a produtividade do mesmo, ao passo que diminui os impactos e riscos ambientais da bacia de drenagem (Schiavetti, 2002).

Ademais, Tucci (2009) destaca que qualquer mudança no uso e ocupação do solo afeta diretamente a “balança hídrica” da bacia hidrográfica, alterando seus processos de infiltração, interceptação da chuva, evapotranspiração escoamento superficial, armazenamento hídrico no solo e escoamento subterrâneo. Assim, o autor reafirma a ideia de que uma bacia hidrográfica funciona como um sistema dinâmico, e pequenas alterações acumuladas podem reorganizar completamente o comportamento da água.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO BACURI

Segundo a Prefeitura Municipal de Timon (2023), o município conta com 13 riachos, espalhados pela zona rural, além dos que percorrem até a zona urbana. O riacho Bacuri, “com 18 km de extensão, nasce no povoado Japécó e serve aos povoados São Raimundo, Tiúba e Zona Urbana, sendo um dos cursos hídricos responsáveis por abastecer tanto a zona rural como a urbana”.

2.2.1 Drenagem da Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri

A drenagem de uma bacia hidrográfica é responsável por direcionar a água das chuvas e possibilitar o escoamento das águas superficiais, da nascente ao curso d'água mais próximo, em razão da gravidade e topografia do terreno.

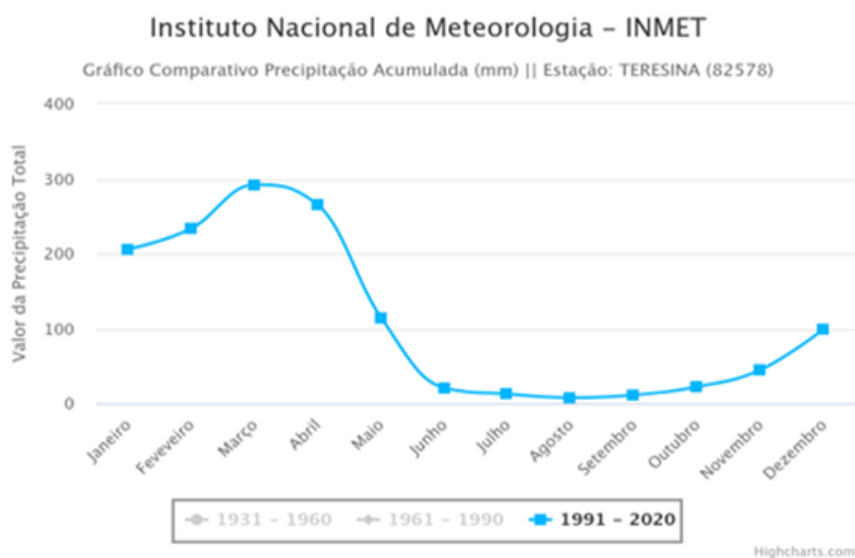
Correia Filho *et al.* (2011), descreveram a formação da drenagem do leste do estado do Maranhão, afirmando ainda que, através do fluxo da água do rio e direcionamento de águas superficiais, a paisagem foi formada ao longo de falhas nas rochas sedimentares, o que criou áreas planas que descem suavemente até o curso d'água mais próximo, deixando algumas elevações isoladas, com topo reto, que foram mais resistentes à erosão.

2.2.2 Clima da Bacia Hidrográfica do Riacho Bacuri

A precipitação máxima concentra-se nos meses de dezembro a maio, sendo que em março ocorre a maior precipitação, que chegou a atingir 292 mm, enquanto

de junho à novembro ocorrem as menores precipitações, sendo que em agosto foi registrada a menor precipitação, que chegou a 7,6 mm, conforme demonstrado na figura 1.

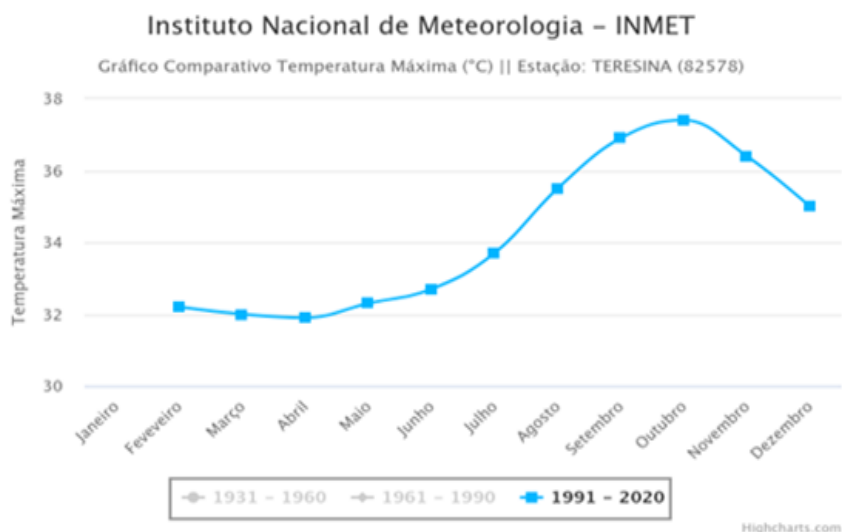
Figura 1 - Gráfico comparativo da precipitação acumulada de 1991 a 2020.



Fonte: INMET (2025)

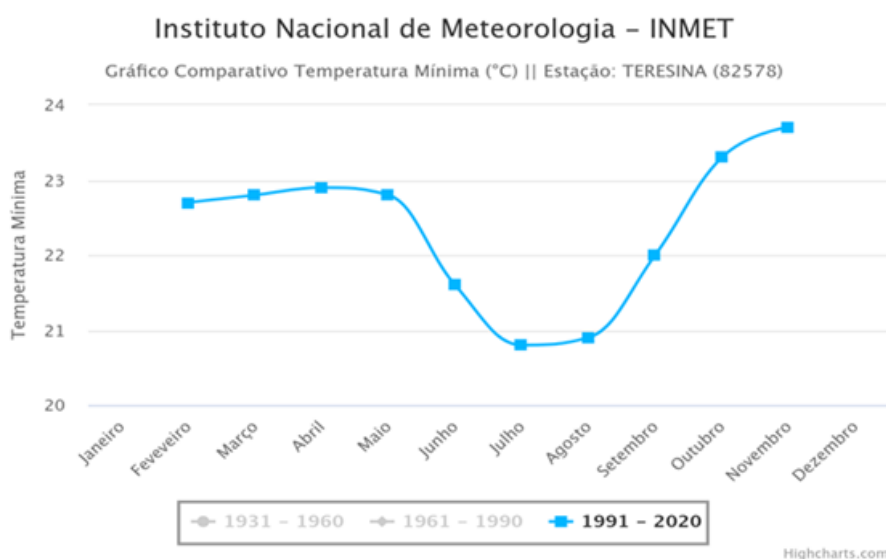
Nos meses de fevereiro a junho, as temperaturas são mais amenas, com temperaturas máximas variando entre 31.9° e 32.7° e mínimas de 22.8 a 20.8, já de julho a setembro há o registro de maiores temperaturas, sendo que, o período mais quente é outubro, quando a temperatura atinge 37°, de acordo com as figuras 2 e 3.

Figura 2 - Gráfico comparativo da temperatura máxima de 1991 a 2020, em (°C).



Fonte: INMET (2025)

Figura 3 - Gráfico comparativo da temperatura máxima de 1991 a 2020.



Fonte: INMET (2025)

Em síntese, Timon “pertence ao bioma Cerrado, segundo a classificação de Köpper, possui clima tropical (AW) subúmido seco com dois períodos bem definidos: um chuvoso, que vai de dezembro a maio, com médias mensais superiores a 124 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a novembro” (Silva, 2017).

A análise da temperatura da cidade levou em consideração dados das normais registradas nos últimos 90 anos de Teresina, capital do estado do Piauí, o que constatou um aumento gradual e pontual na temperatura, revelando a importância do gerenciamento territorial adequado, frente às mudanças climáticas.

2.3 ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

2.3.1 Definição de Urbanização

O livro "Capitalismo e Urbanização" (2010), escrito por Maria Encarnação B. Sposito, professora da UNESP, faz uma análise cronológica dos aglomerados urbanos, que vai da antiguidade, passando pela idade média, até a contemporaneidade. A análise trouxe consigo informações e conceitos de suma importância à compreensão da complexidade dinâmica das cidades. Defendendo ainda que, a urbanização é um processo histórico-estrutural pelo qual o espaço passa

de formas de ocupação essencialmente agrárias (zonas rurais) e dispersa para uma forma urbana concentrada (zonas urbanas).

Compreendendo-se, assim, por urbanização o fenômeno de transformação socioespacial diretamente relacionado ao modo de produção capitalista, pelo qual o território submetido a atividades, quase que integralmente agrárias, se transforma em um tecido urbano funcionalizado, denso e especializado, mesmo que contenha imbróglis relacionados à regulação do solo para infraestrutura urbana (saneamento básico).

Portanto, possíveis avaliações relacionadas à urbanização devem considerá-la não somente como mero crescimento populacional ou físico da cidade, mas sim como um componente estrutural do capitalismo urbano, com desdobramentos nas relações de classe, no acesso à cidade e na qualidade ambiental, relacionada diretamente com o bem-estar social.

2.3.2 Caracterização da Urbanização do Município de Timon

Timon é uma cidade caracterizada por um clima tropical úmido, com temperaturas elevadas ao longo do ano e períodos de chuva bem definidos, segundo [Climate-Data.org](https://climate-data.org) (2025). Em razão da topografia, solo e chuvas anuais, grande parte das zonas mais baixas do município são predominantemente alagadas. Assim, resultando na formação de riachos e pequenos lagos, naturais e artificiais, tanto de águas perenes quanto intermitentes. O que se relaciona diretamente com a definição de microclimas locais e formação da vegetação nativa, adaptadas a tais condições e recursos, como, por exemplo, riachos e buritizais, conhecidos popularmente como brejos.

Mediante ao exposto, por concentrarem grande parte dos acúmulos naturais de água, riachos e brejos, além de serem de suma importância à manutenção do equilíbrio ecossistêmico da região, também são responsáveis por promover o desenvolvimento da economia da cidade através de balneários, uma vertente econômica crescente na cidade, haja vista a disponibilidade, variedade e procura por estes empreendimentos, tanto pela população quanto por visitantes.

Além disso, em decorrência da proximidade com Teresina, e a falta do planejamento urbano prévio, grande parte dos bairros de Timon são compostos por moradias irregulares e localizados em áreas de risco, com baixos investimentos em

saneamento básico nas zonas periféricas da cidade.

Essa diferenciação nos investimentos entre os diferentes setores da cidade remonta ao período de sua ocupação e ainda se mantém evidente nos dias atuais. Sobre a falta de investimentos e a ausência de um planejamento urbano efetivo nas primeiras fases de ocupação de Timon, Santos (2007) mestre em história pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), abordou em sua dissertação de mestrado a história, memória e identidade da cidade de Timon, entrevistou o ex-prefeito Luiz de Sousa Pires, cujo último mandato ocorreu em 1988, o qual informou em seu depoimento que:

Timon é uma cidade que cresceu muito, mas cresceu desordenada. Ela nunca teve um plano urbanístico, Plano Diretor, como uma cidade bonita. Logo, é uma cidade velha, que nunca teve recurso pra se construir uma condição bonita, vamos dizer assim, urbanizar ela, com bons alinhamentos, as ruas limpas, bem novas. Timon nunca teve recurso pra isso (Pires, 2006, *apud* Santos, 2007).

Atualmente, Timon se desenvolve consideravelmente, tanto no setor comercial, como residencial. O número de loteamentos, conjuntos habitacionais e condomínios vem avançando sobre os fragmentos florestais, antes intocados, que se concentram na porção sul da cidade. Nesse sentido, a especulação imobiliária se torna um fator determinante para o desenvolvimento socioeconômico da cidade, ao passo que acarreta sérias degradações ambientais que comprometem a integridade e saúde, tanto do meio ambiente como da população timonense.

Ademais, Santos (2007) ao retratar historicamente o processo de ocupação do município de Timon, afirma que o desenvolvimento da zona urbana teve início com o êxodo rural ocorrido na época. Esse movimento populacional foi impulsionado pela proximidade com Teresina, capital do Piauí, e resultou na formação dos primeiros bairros da cidade, localizados dentro da bacia hidrográfica em estudo, conforme apresentado no anexo A.

Atualmente, Timon, possui área total estimada em 1.763,220 km², enquanto sua população é de 174.465 habitantes, de acordo com o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). Nesse sentido, segundo a Prefeitura Municipal de Timon (2025), junto com o crescimento populacional, houve um aumento no setor comercial e de prestação de serviços, incluindo cerca de 42 balneários, que compreendem um dos pontos fortes em relação ao turismo no município, que promove o desenvolvimento da economia e reconhecimento local.

2.3.3 Definição de Uso e Ocupação do Solo e Principais Aspectos Sobre Incorporações Imobiliárias, Aplicados à Área de Estudo

Conforme definido pelo MapBiomass, “uso e cobertura da terra” corresponde à identificação atual do que existe fisicamente na superfície (cobertura), como formações naturais, água, pastagens, áreas agrícolas ou urbanas, e de como essas áreas estão sendo utilizadas ou transformadas ao longo do tempo (uso). Essa classificação é produzida a partir de imagens de satélite, em séries históricas contínuas, permitindo acompanhar a dinâmica territorial ano a ano (MapBiomass, 2025).

Dentro da área de estudo mais especificamente na zona de transição entre a malha urbana consolidada e a zona rural, foi constatada uma intensificação dos processos de uso ocupação do solo, em razão da especulação imobiliária crescente na região, o que fez com que uma diversidade de empreendimentos condominiais, entre complexos residenciais, complexos habitacionais e complexos de condomínios, se instalassem na região.

Mediante ao exposto, a Lei nº 4.591, de 16 de dezembro de 1964, regula a constituição de condomínios idílicos e as incorporações imobiliárias do Brasil, sendo um marco jurídico importante para o setor imobiliário. O escopo da lei, estabelece definições e diretrizes que abrangem as condições jurídicas e propriedade, divisão do solo urbano e os direitos e deveres dos condôminos em edificações e áreas compartilhadas.

Dentro desse contexto, a legislação faz uma distinção entre três tipos de complexos: complexo residencial, complexo habitacional e complexo de condomínios, conceitos que, embora interligados, possuem características jurídicas e sociais distintas.

a) Complexo Residencial: O Regime Condominial.

O complexo residencial, com base nos artigos 1º e 8º da lei, segue uma lógica de propriedade compartilhada das áreas comuns, o que favorece a administração coletiva dos espaços e organização das partes de uso comum (como piscinas, jardins, salão de festas).

b) Complexo Habitacional: A Moradia Social.

Um complexo residencial, como a lei trata em seus dispositivos, diz respeito a conjuntos de edificações voltadas para a moradia social, sendo frequentemente associado a programas públicos de habitação (como minha casa minha vida). Nesse sentido, conjuntos habitacionais surgem com o objetivo de atender às necessidades de populações de baixa renda e em situação de vulnerabilidade social, focando em infraestruturas urbanas básicas.

c) Complexo de Condomínios: Integração e Fragmentação.

O complexo de condomínios surge como uma estratégia de integração de diferentes condomínios autônomos dentro de uma mesma área, com o objetivo de criar uma gestão comum das áreas de uso coletivo, como portarias, segurança e vias internas. Sob essa ótica, de acordo com o Art. 8º, parágrafo único, da Lei 4.591/1964, a administração pode ser unificada ou o terreno pode ser dividido em vários condomínios independentes, com a possibilidade de condomínios específicos para diferentes tipos de uso, como residenciais, comerciais ou de serviço.

Sob esse prisma, as análises ambientais desenvolvidas nesta pesquisa integram os conceitos de uso e ocupação do solo e do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), o que viabilizou o mapeamento da cobertura vegetal, identificando as áreas com vegetação bem conservada ou degradada. Além disso, tais análises permitem detectar alterações temporais, como a conversão de áreas anteriormente vegetadas em solos expostos ou zonas urbanizadas e dinâmicas hídricas, mudanças diretamente relacionadas às modificações da paisagem.

2.4 GEOPROCESSAMENTO NA ANÁLISE DOS RECURSOS NATURAIS, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E NDVI

Pode-se estabelecer um paralelo entre o avanço da exploração dos recursos naturais e o complexo contínuo e acelerado desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas. Nesse contexto, a intensa industrialização concentrada nos centros urbanos, a mecanização agrícola voltada para sistemas de monocultura, a ampla implantação de pastagens e a exploração intensiva de recursos energéticos e matérias-primas como carvão mineral, petróleo, recursos hídricos e minérios, têm provocado alterações irreversíveis nas paisagens terrestres,

intensificando a ocorrência de processos degenerativos profundos na natureza (Ross, 1994).

Sob essa ótica, o autor defende ainda que, a partir de pressupostos histórico-ambientais, a fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. Já que, a princípio, salvo algumas regiões do planeta, os ambientes naturais mostram-se ou mostravam-se em estado de equilíbrio dinâmico até o momento em que as sociedades humanas passaram progressivamente a intervir cada vez mais intensamente na exploração dos recursos naturais.

Nesse sentido, em decorrência de todos os problemas ambientais resultantes de práticas econômicas predatórias, como as que marcaram a história do Brasil (principalmente a exploração de minérios, produção de cana-de-açúcar e café) que resultaram em implicações à longo e médio prazo, além do desperdício dos recursos naturais e degradações generalizadas, com a perda de qualidade ambiental e de vida, é que se torna ainda mais urgente o Planejamento Territorial não somente sob a perspectiva econômica-social mas também ambiental.

2.4.1 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

O NDVI é um índice obtido pelo sensoriamento remoto, responsável por capturar e mensurar o rigor e densidade da vegetação de determinadas áreas, baseando-se na reflexão da luz nas bandas vermelho (Red) e do infravermelho próximo (NIR), que são captadas, geralmente, por satélites orbitais.

Como resultado da integração das luzes captadas pelos satélites orbitais, adquire-se imagens representadas, inicialmente, por diferentes tons de cinza, os quais estão relacionados com os valores de NDVI que variam entre -1 e +1. Assim, valores de tons cinzas mais claros relacionam-se a valores de NDVI mais elevados, enquanto os mais escuros, aos valores mais baixos. Valores mais elevados estão relacionados às áreas com maior quantidade de vegetação fotossinteticamente ativa, enquanto os mais escuros representam as áreas com menor quantidade de vegetação (Ponzoni *et al.*, 2012).

Segundo Barros *et al.* (2020), através de uma publicação na revista Brasileira de Geografia Física, acerca da aplicação do NDVI na caracterização da cobertura vegetativa de Juazeiro do Norte, afirmam que:

Para Kalisa *et al.* (2019), o NDVI, derivado de dados de satélite, é um indicador importante que pode ser usado para analisar a dinâmica da vegetação à variabilidade climática. Descarte, o NDVI é o índice mais utilizado para monitorar a dinâmica espaço-temporal da vegetação verde e estudos eco climatológicos (Chu *et al.*, 2019; Kalisa *et al.*, 2019; Detsh *et al.*, 2016; Zewdie *et al.*, 2017).

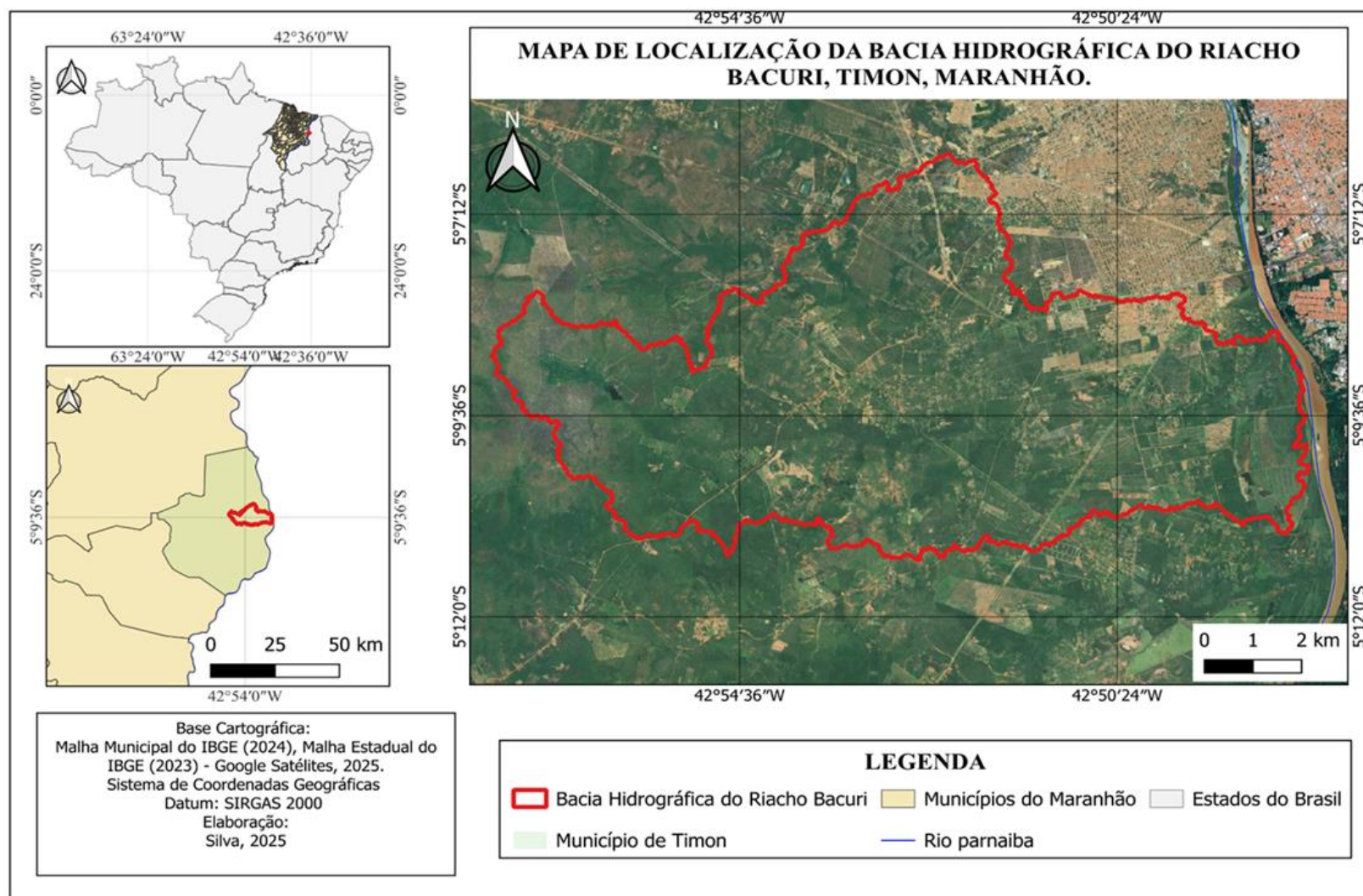
Em síntese, o NDVI constitui uma importante ferramenta para a análise dinâmica da vegetação, viabilizando a compreensão de suas respostas a alterações no meio, seja ele biótico ou abiótico. Assim, os autores destacam ainda que, por ser derivado de dados de satélite, o índice se mostra amplamente eficiente para representar a cobertura da vegetativa, sendo consideravelmente utilizado, também, em estudos que abordam a dinâmica espaço-temporal da vegetação verde, especialmente em pesquisas de caráter eco climatológico.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Por apresentar um aspecto ocupacional diversificado, contemplando áreas urbanas consolidadas, ocupações irregulares, conjuntos habitacionais, empreendimentos agrícolas de pequeno e grande porte, piscicultura, produção de energia solar, obras de infraestrutura viária em escala significativa, além da presença de cemitérios irregulares, a bacia hidrográfica do Riacho Bacuri foi definida como área de estudo. Nesse sentido, a complexidade dos usos e formas de ocupação do solo confere relevância à análise ambiental e territorial da referida bacia.

A área de estudo localiza-se na porção sul da zona urbana do município de Timon, no estado do Maranhão, inserindo-se em uma área de transição entre os espaços urbano e rural, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo: bacia hidrográfica do Riacho Bacuri, correspondente à zona de transição entre a zona urbana e rural da cidade de Timon.



Fonte: Autora (2025)

3.1 VEGETAÇÃO, SOLOS E TOPOGRAFIA

Segundo Silva (2017), no contexto dístico do município de Timon, a área de estudo encontra-se inserida em um domínio paisagístico caracterizado pela presença de Savana Estépica e Floresta Estacional Decidual, com ocorrência de entraves de mata de cocais, conforme registros cartográficos e estudos regionais. Na bacia hidrográfica do Riacho Bacuri, essas formações vegetais distribuem-se de maneira descontínua, em função das intervenções antrópicas associadas à expansão urbana e às atividades agropecuárias, sendo mais frequentes em áreas menos ocupadas e próximas aos cursos d'água.

Sob esse prisma, segundo Correia Filho *et al.* (2011) o relevo do município de Timon, e especificamente da área de estudo, apresenta formas predominantemente suaves, compostas por superfícies levemente onduladas, com a presença de planaltos rebaixados, colinas e pequenas chapadas. Essa configuração geomorfológica condiciona tanto a organização da rede de drenagem quanto os padrões de uso e ocupação do solo observados na bacia.

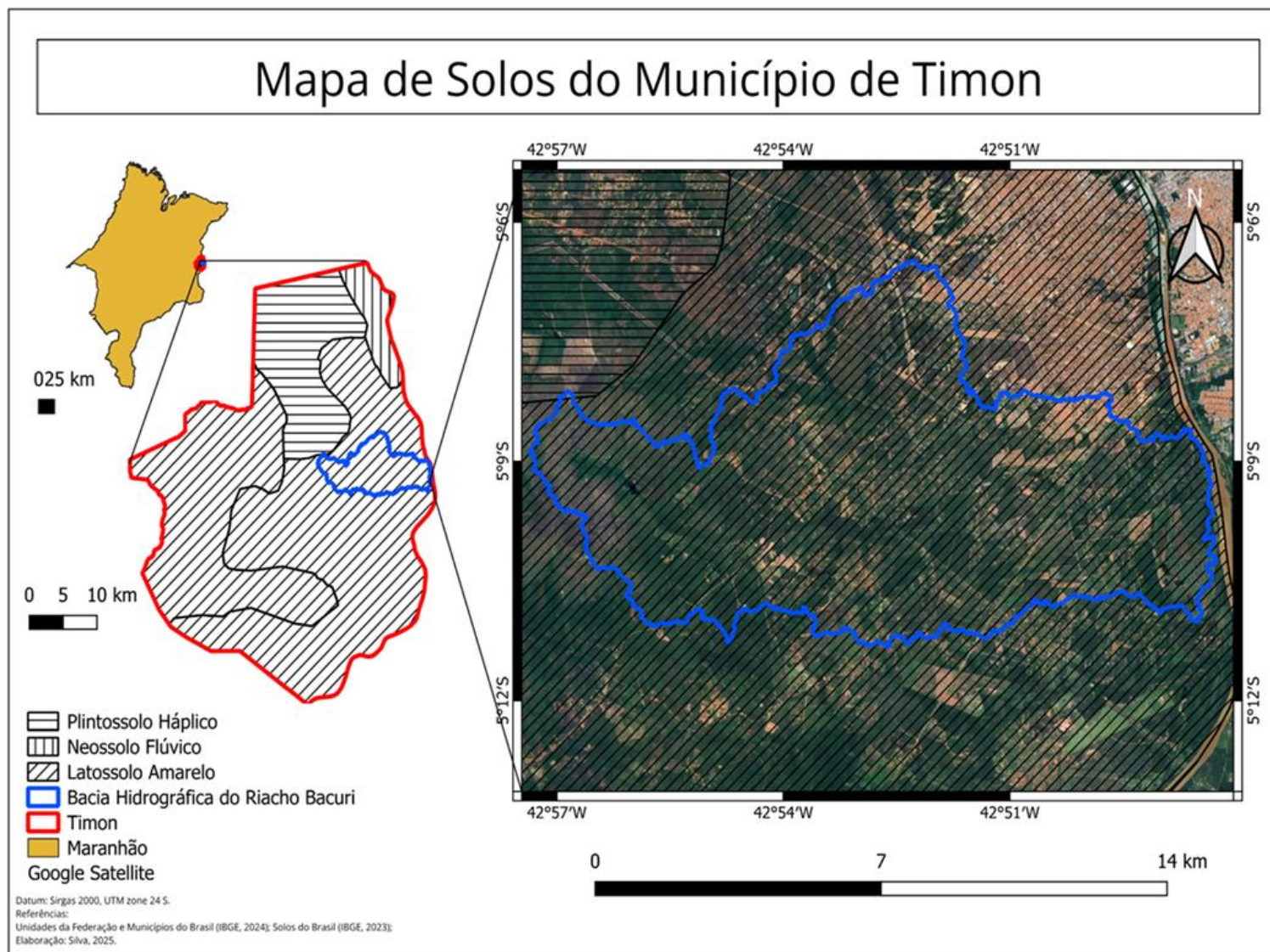
No que se refere aos solos, de acordo com os mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA), os Latossolos ocupam parcela significativa do território do município de Timon. A área de estudo encontra-se totalmente inserida em uma região composta por Latossolos Amarelos, conforme apresentado no mapa de solos da Figura 5, evidenciando homogeneidade pedológica da bacia.

Conforme observado na Figura 6, a topografia da bacia hidrográfica do Riacho Bacuri apresenta variações altimétricas graduais, com cotas mais elevadas localizadas nas áreas de nascente, atingindo aproximadamente 180 metros, especialmente nas proximidades do povoado Japécó. À medida que o curso d'água se desenvolve em direção à sua foz, as altitudes diminuem progressivamente, alcançando cerca de 60 metros e, em alguns trechos próximos ao Rio Parnaíba, aproximadamente 40 metros acima do nível do mar.

Nesse sentido, a bacia hidrográfica do Riacho Bacuri apresenta um curso d'água principal, alimentado por pequenos fluxos secundários distribuído ao longo de sua extensão, os quais convergem para um corpo hídrico de maior porte, o Rio Parnaíba, conforme ilustrado na Figura 7. Dessa forma, a configuração espacial da drenagem exerce influência direta sobre a organização territorial da bacia,

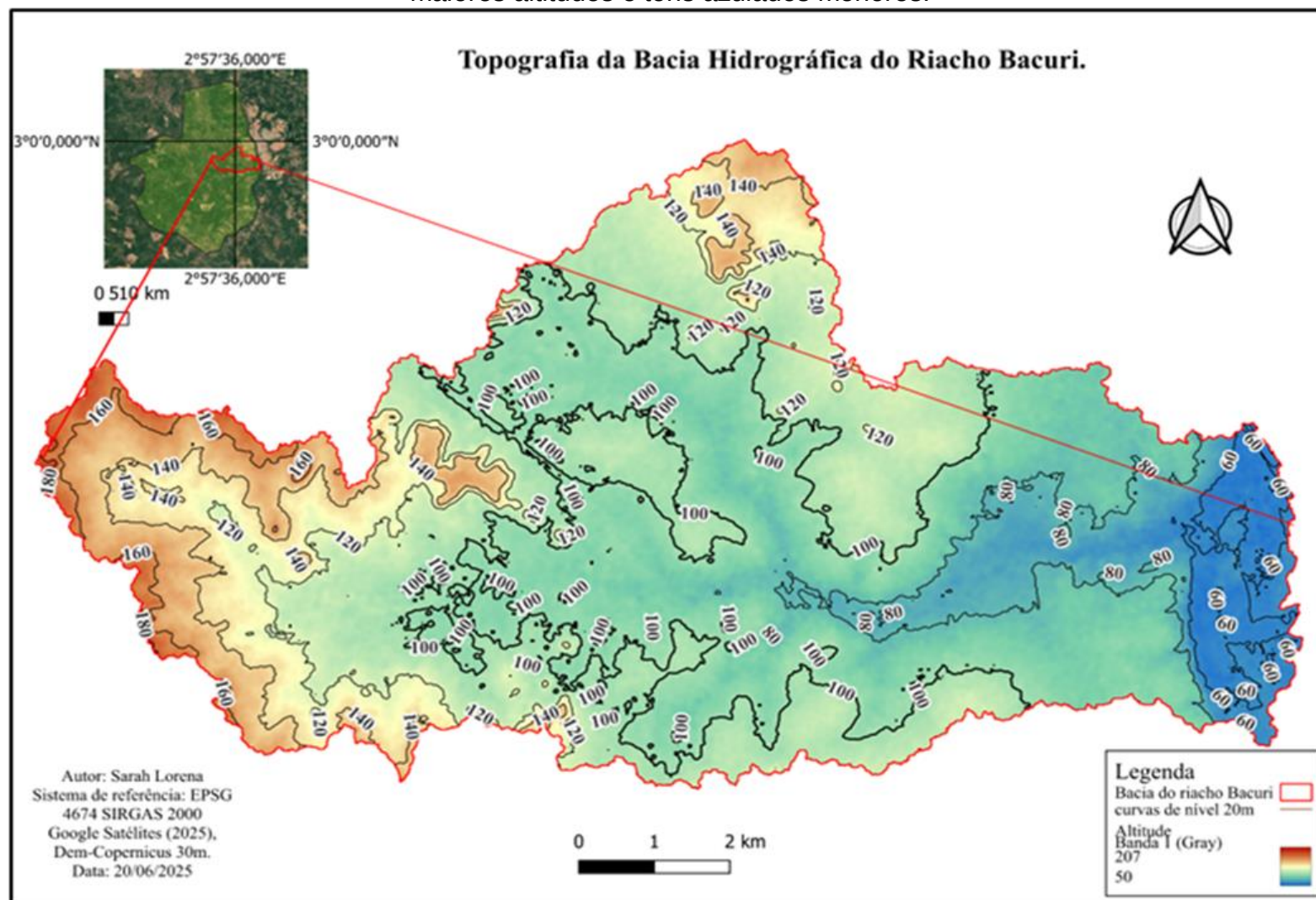
condicionando a localização de áreas agrícolas, assentamentos urbanos e zonas ambientalmente sensíveis.

Figura 5 - Mapa de Solos do Município de Timon, evidenciando que o solo predominante na área de estudo é o Latossolo Amarelo



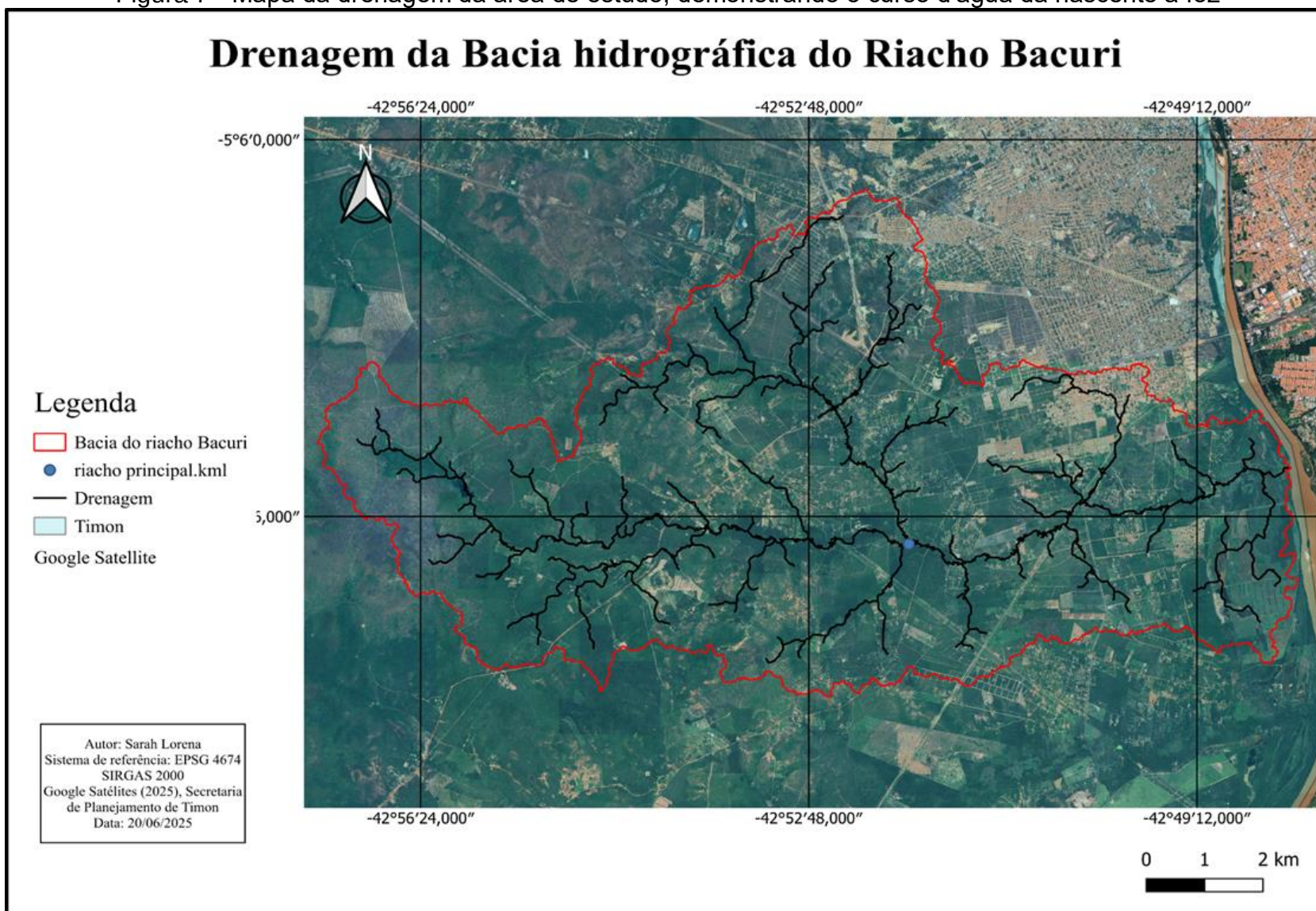
Fonte: Autora (2025)

Figura 6 - Mapa topográfico da área de estudo, com curvas de nível e variação altimétrica, em que tons avermelhados indicam maiores altitudes e tons azulados menores.



Fonte: Autora (2025)

Figura 7 - Mapa da drenagem da área de estudo, demonstrando o curso d'água da nascente à foz



Fonte: Autora (2025)

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa, por meio de uma análise quali-quantitativa, visou explorar os aspectos naturais, socioeconômicos e culturais da bacia hidrográfica do riacho Bacuri, a fim de viabilizar estudos posteriores e/ou o gerenciamento territorial adequado, atendendo tanto à necessidade de expansão urbana do município quanto à preservação de seus recursos naturais, assegurando a saúde e a integridade da população e do meio ambiente. Para tanto, a metodologia adotada para o desenvolvimento deste estudo foi estruturada em quatro etapas.

4.1 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E COLETA DE DADOS ESPACIAIS DA BACIA

A primeira etapa correspondeu à fase diagnóstica, na qual foram conduzidas pesquisas bibliográficas e documentais com o objetivo de promover a contextualização teórica, legal e socioambiental do estudo, bem como a coleta de dados geoespaciais vetoriais, visando subsidiar a produção e a análise de mapas temáticos. Essa etapa teve como finalidade compreender a dinâmica atual de uso e ocupação do solo, além de fornecer subsídios para o mapeamento das pressões antrópicas incidentes sobre os recursos naturais da bacia hidrográfica.

Com base em informações provenientes de diferentes fontes oficiais, foram elaborados mapas temáticos que auxiliaram na compreensão do contexto geográfico local. As delimitações estaduais e municipais utilizadas foram obtidas a partir de bases cartográficas disponibilizadas pelo IBGE, assegurando a precisão espacial dos recortes territoriais adotados.

De forma complementar, a Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Regularização Fundiária de Timon forneceu os dados referentes à drenagem, enquanto a Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Timon disponibilizou a demarcação e a nomenclatura das bacias hidrográficas e das áreas de risco localizadas na zona urbana do município. A partir das ferramentas apresentadas e dos dados coletados, foi elaborada uma base cartográfica inicial, possibilitando a realização de análises preliminares da paisagem, bem como a coleta e o armazenamento de informações necessárias à produção dos mapas que caracterizam a área de estudo.

O *Google Earth* foi empregado para observações temporais do uso e ocupação

da bacia, bem como para a marcação dos pontos destinados à visitação em campo. O *Google Maps*, por sua vez, foi utilizado para a validação dos empreendimentos levantados, dos nomes das comunidades rurais e das principais ruas e avenidas, especialmente durante as idas a campo. Assim como mencionado anteriormente, o *Quantum Geographic Information System (QGIS)* foi utilizado para a produção dos mapas empregados no presente trabalho.

Por fim, a coleta de dados nessa etapa envolveu análises geoespaciais realizadas nos softwares *Google Earth*, e *Google Maps*, que permitiram a visualização, delimitação e análise espacial das áreas afetadas pela pressão antrópica, bem como no software *QGIS*, utilizado para a produção de mapas temáticos, tais como mapas de solos, drenagem, topografia e localização.

4.2 PLANEJAMENTO DA VISITA TÉCNICA EM CAMPO

A segunda etapa consistiu no planejamento das visitas *in loco*. Com base no mapeamento das pressões antrópicas identificadas na etapa anterior, foram selecionados pontos estratégicos para visitação, definidos em função da diversidade de empreendimentos presentes na bacia, proporcionando maior representatividade e confiabilidade às análises, por abranger a maior parte das atividades desenvolvidas na área de estudo.

Anteriormente à ida a campo propriamente dita, foi elaborada uma ficha de campo com o objetivo de conduzir as análises de forma ordenada e sistematizada, centrada em parâmetros previamente definidos e considerando as particularidades de cada ponto analisado. A ficha de campo contemplou a identificação do ponto, sua localização, caracterização física, caracterização da vegetação, caracterização da fauna local, análise do uso e ocupação do solo e aspectos socioambientais, conforme apresentado no apêndice A.

Esse planejamento prévio assegurou maior padronização e confiabilidade dos dados coletados, otimizando o processo de análise e contribuindo para a consistência das informações utilizadas nas etapas subsequentes da pesquisa.

4.3 TABULAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS EM CAMPO

A terceira etapa correspondeu à tabulação e à análise dos dados coletados

durante as atividades de campo, realizadas no dia 15 de setembro de 2025, no período das 08h às 11h da manhã, quando foram inspecionados 28 pontos da área de estudo, em visita *in loco*. Nessa fase, as informações obtidas por meio das fichas de campo, dos registros fotográficos e das observações diretas foram organizadas em planilhas eletrônicas elaboradas no software Excel, permitindo a sistematização e a consolidação dos dados levantados.

Com o objetivo de promover uma melhor interpretação e localização dos pontos visitados, realizou-se a espacialização dos dados em um mapa temático produzido com o auxílio do *Google Earth*, utilizando bases cartográficas obtidas anteriormente em fontes oficiais e com a adição de marcadores para cada ponto visitado, conforme as coordenadas geográficas extraídas dos registros fotográficos. A espacialização dos locais visitados encontra-se apresentada na seção de resultados e discussão.

As planilhas foram estruturadas com o georreferenciamento dos pontos visitados, possibilitando a realização de análises comparativas do uso e ocupação do solo e sua correlação com os resultados do NDVI, referentes ao período de 2020 a 2024. Adicionalmente, os registros fotográficos foram associados às respectivas fichas de campo, viabilizando a verificação visual e a validação das informações descritivas obtidas durante as atividades *in loco*. Por fim, as informações obtidas, juntamente com a análise individual de cada ponto, foram sistematizadas em um quadro-resumo.

4.4 ESPACIALIZAÇÃO DOS DADOS E ELABORAÇÃO DOS PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

4.4.1 Elaboração do mapa de uso e ocupação do solo de (2020 e 2024)

Por meio do site MapBiomas Brasil (<https://brasil.mapbiomas.org/>), plataforma que disponibiliza dados e mapas sobre a cobertura e o uso da terra no Brasil, foram coletados dados referentes ao uso e ocupação do solo em formato *Shapefile* (SHP), acompanhados de seus respectivos temas. Esses dados já se encontram classificados, com colorimetria padronizada e tabela de atributos estruturada conforme as classes de uso e ocupação do solo. As coleções disponibilizadas pela plataforma correspondem a atualizações periódicas relacionadas às modificações no uso e ocupação do solo. Para este estudo, foram selecionadas a Coleção 10 referente

ao ano de 2020 e a Coleção 10 referente ao ano de 2024.

Após a seleção e o download dos arquivos, os dados foram importados para o software *QGIS*, onde se realizou, inicialmente, a delimitação da área de interesse por meio do recorte espacial. Dessa forma, as informações de uso e ocupação do solo passaram a abranger exclusivamente a bacia hidrográfica do riacho Bacuri, deixando de representar a totalidade do território nacional. Em seguida, foi criada uma nova coluna na tabela de atributos para o cálculo da área correspondente a cada classe de uso e ocupação do solo presente na bacia hidrográfica.

Posteriormente, os dados foram exportados para o software Excel, no qual as classes pertencentes a uma mesma categoria foram unificadas, possibilitando o cálculo da área total de cada tipo de uso e ocupação do solo. Esse procedimento metodológico foi aplicado aos dados referentes aos anos de 2020 e 2024, permitindo a condução de análises comparativas acerca do aumento ou do declínio das diferentes classes de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do riacho Bacuri.

Com a obtenção dos dados de área utilizados na elaboração da tabela comparativa apresentada na seção de resultados e discussão, deu-se início à produção do mapa de uso e ocupação do solo propriamente dito. No ambiente do software *QGIS*, foi elaborado o layout cartográfico dos mapas, contemplando a inserção de elementos essenciais, tais como grade de coordenadas, escala gráfica, legenda, indicação do norte verdadeiro e título, entre outras informações cartográficas fundamentais. Todo o processo foi conduzido com o objetivo de obter um produto final de fácil compreensão, objetivo e bem estruturado, favorecendo a adequada interpretação dos resultados.

4.4.2 Elaboração do mapa do NDVI, de 2020 a 2024

Os dados referentes ao NDVI da área de interesse foram obtidos a partir de imagens do satélite Sentinel-2, capturadas e processadas inicialmente na plataforma digital *Google Earth Engine*. Após a geração dos índices correspondentes aos anos de 2020 e 2024, os arquivos foram exportados em formato GeoTIFF para o software *QGIS*, onde foram categorizados e reclassificados. Esse procedimento foi responsável pelas variações na colorimetria adotada, com o objetivo de facilitar a interpretação final das informações.

A confecção final dos mapas também foi realizada no software *QGIS*, no qual,

de forma similar ao processo adotado na produção do mapa de uso e ocupação do solo, foi elaborado o layout cartográfico. Esse layout contemplou os elementos essenciais, tais como grade de coordenadas, escala gráfica, legenda, indicação do norte verdadeiro e título, além de outras informações cartográficas fundamentais para a adequada leitura e compreensão dos mapas produzidos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados obtidos nas análises realizadas, e discussão dos mesmos, constitui um momento essencial no presente estudo, haja vista que, é através destes que são evidenciados, de forma organizada e interpretativa, as informações obtidas ao longo do estudo. Viabilizando a transformação de dados brutos em conhecimento, identificando padrões, relações e tendências que respondem os objetivos previamente propostos, foram elaborados, principalmente, mapas do Índice de Vegetação Normalizada e Uso e Ocupação do Solo de 2020 e 2024, escala temporal estudada. Ademais, para subsidiar as análises e discussões, foram utilizados os dados coletados em campo, que reuniram fotos, prontos georreferenciados e análises de campo tabuladas em planilhas eletrônicas.

5.1 ANÁLISE COMPARATIVA DO RESULTADO DO NDVI DE 2020 E 2024

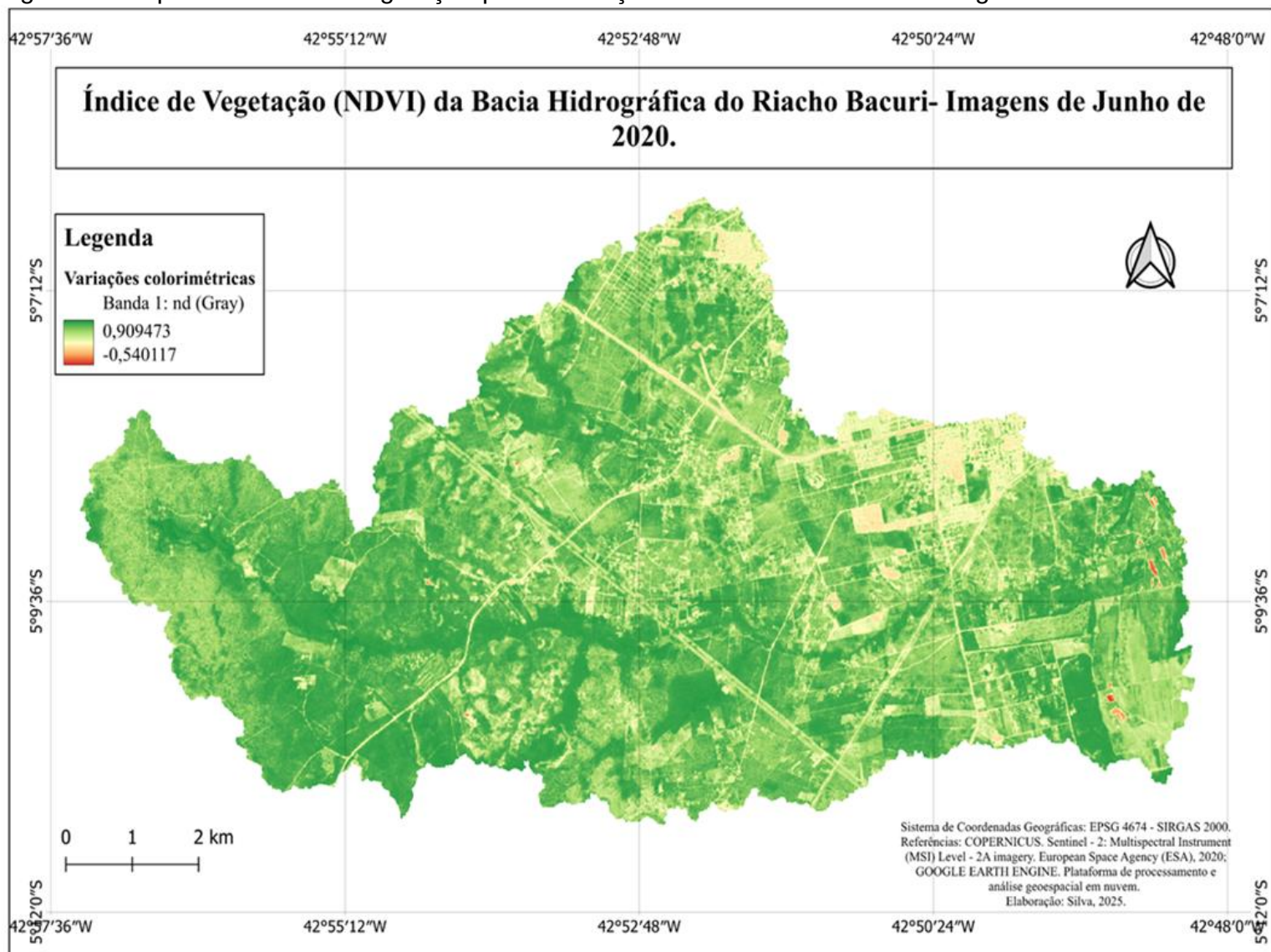
Os resultados obtidos a partir da análise do NDVI da área de estudo, com base em imagens correspondentes ao período de junho, em razão da menor densidade de nuvens dos anos de 2020 e 2024, evidenciaram alterações significativas na dinâmica de cobertura vegetal local. A utilização do NDVI permitiu identificar variações na densidade da vegetação, o que reflete, diretamente, o grau de interferência antrópica na área ao longo do tempo. Além disso, a análise foi conduzida considerando o mesmo período sazonal, caracterizado pelo fim da estação chuvosa, o que garantiu maior consistência na comparação entre os dois recortes temporais.

A comparação entre os mapas de NDVI da bacia hidrográfica do riacho Bacuri, referentes ao fim da estação chuvosa dos anos de 2020 e 2024, revela um processo claro de transformação da paisagem, marcado pela expansão urbana e pela consequente redução da cobertura vegetal. As alterações representadas nos mapas, evidenciadas pela ampliação das manchas de baixa vegetação e pelo cruzamento

dessas informações com os dados coletados em campo, apresentado no capítulo 5.3, justificam o surgimento de clareiras, especialmente ao longo de vias, revelando a abertura de novos acessos e a ocupação progressiva do território. Esse padrão evidencia o avanço de áreas construídas, como loteamentos destinados à construção de condomínios, bem como a expansão da área urbana sobre comunidades rurais.

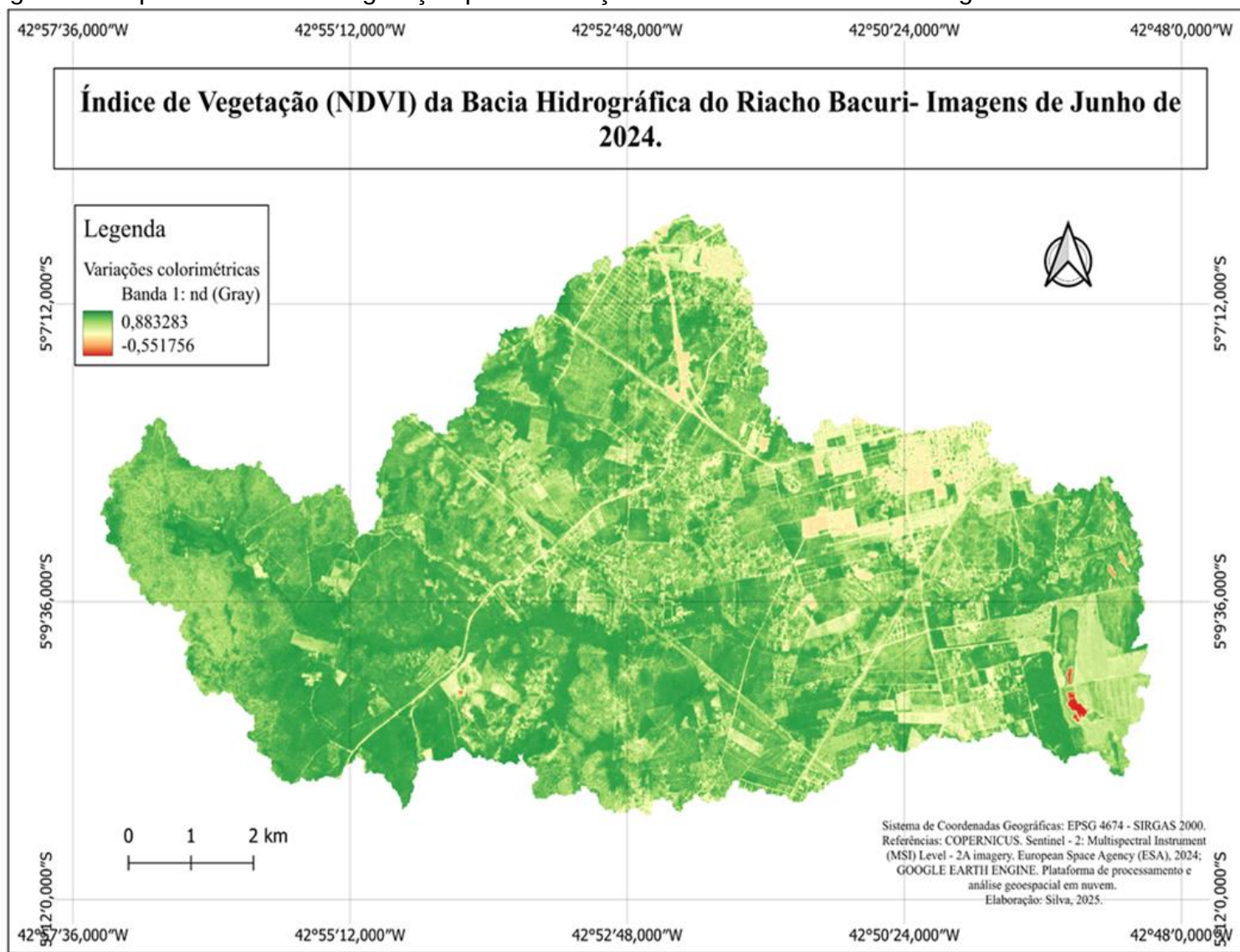
Essas mudanças implicam sobre impactos ambientais significativos, como a perda da conectividade ecológica, em razão da fragmentação de habitats, o aumento do escoamento superficial e da erosão, elevação de temperaturas locais, em razão da redução dos serviços ecossistêmicos, como a própria regulação climática, a captura de carbono e o auxílio no abastecimento de águas subterrâneas, anteriormente prestados pela vegetação suprimida. Sob essa ótica, ainda que boa parte da bacia hidrográfica tenha mantido valores altos de NDVI, as tendências apontam para uma dinâmica de conversão progressiva de vegetação em superfícies antropizadas, especialmente nas bordas urbanas e margens de vias principais, como as BR'S que cortam o município. Em suma, os resultados apresentados sobre mapas produzidos, Figuras 8 e 9, apontam para um processo de transformação da paisagem, impulsionado principalmente pela urbanização crescente e pelo avanço de atividades antrópicas sobre áreas anteriormente vegetadas.

Figura 8 - Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da bacia hidrográfica estudada em 2020



Fonte: Autora (2025)

Figura 9 -Mapa do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da bacia hidrográfica estudada em 2024



Fonte: Autora (2025)

5.2 ANÁLISE INTERPRETATIVA E QUANTITATIVA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM 2020 E 2024

A análise do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do Riacho Bacuri, baseada nos mapas apresentados nas Figuras 10 e 11, referentes aos anos de 2020 e 2024, reafirma as transformações significativas na dinâmica territorial da região, anteriormente evidenciadas pela análise do NDVI e agora classificadas segundo os respectivos usos e ocupações do solo na área de estudo. A comparação temporal permite identificar alterações expressivas na configuração da paisagem, marcadas, sobretudo, pela redução das formações naturais, pelo avanço das classes antrópicas e por mudanças nos ambientes hidrogeologicamente sensíveis.

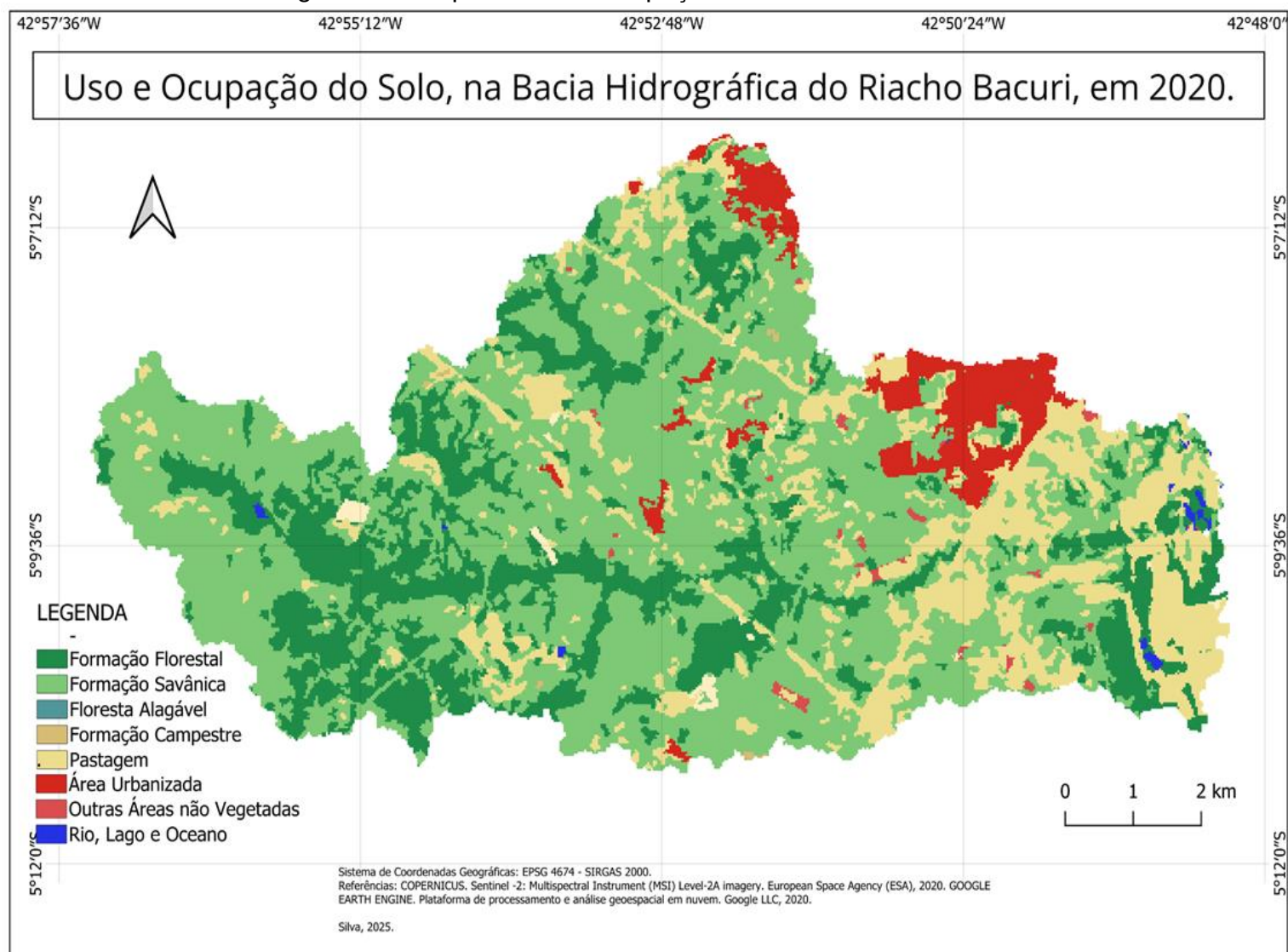
As formações naturais, englobando áreas florestais, savânicas e campestres, apresentam redução no período analisado, indicando processos de pressão antrópica, fragmentação da paisagem e substituição progressiva da vegetação nativa por usos humanos, em consonância com os resultados obtidos na visita *in loco*. Conforme apontado por Ross (1994), áreas submetidas a maior influência antrópica tendem a apresentar maior fragilidade ambiental, aspecto que se evidencia na dinâmica recente da bacia. Nesse mesmo contexto, destaca-se a expressiva redução das áreas alagadas e pantanosas, ambientes altamente sensíveis a alterações hidrológicas e climáticas, cuja diminuição pode refletir processos de assoreamento e mudanças no comportamento hídrico da bacia, conforme discutido por Tucci (2009).

Em contrapartida, as classes associadas diretamente à ação antrópica, especialmente área urbanizada e solo exposto/áreas não vegetadas, apresentaram aumentos significativos entre 2020 e 2024. Esse padrão reflete a intensificação da ocupação urbana, o surgimento de novos loteamentos e a ampliação de obras de infraestrutura, alinhando-se à dinâmica de urbanização brasileira descrita por Santos (2013), marcada pelo avanço, muitas vezes desordenado, sobre áreas naturais. Adicionalmente, o aumento da classe de corpos d'água, quando analisado conjuntamente com a redução das áreas úmidas sugere uma possível redistribuição hídrica na bacia, fenômeno comum em sistemas ambientais sensíveis a mudanças no regime de escoamento, conforme ressaltado por Tucci (2009).

Dessa forma, os resultados apresentados na Tabela 1 e discutidos ao longo deste capítulo evidenciam a intensificação dos processos de transformação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do riacho Bacuri, oferecendo subsídios

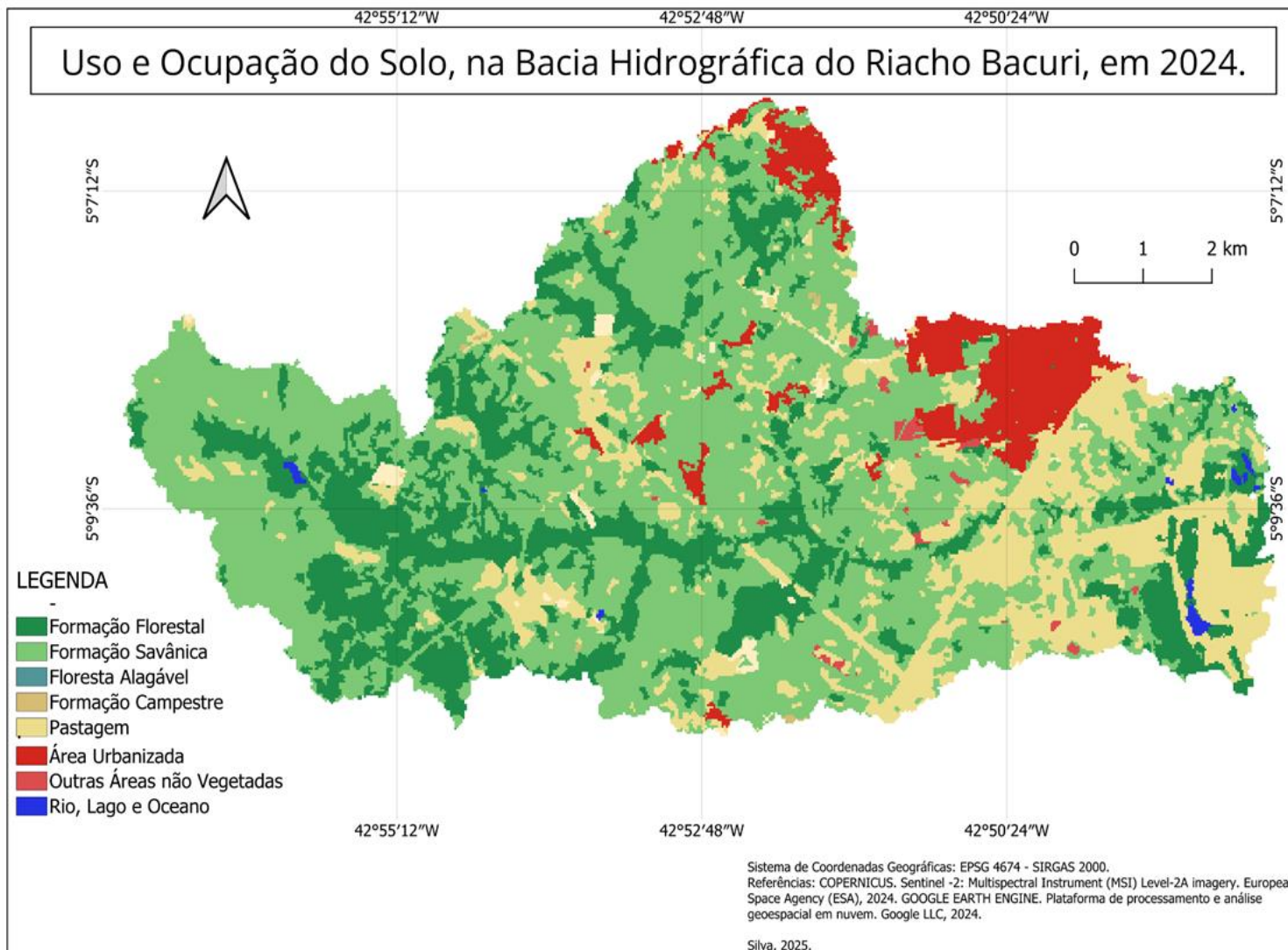
fundamentais para a compreensão dos impactos ambientais associados à expansão urbana e às alterações na dinâmica natural da área de estudo.

Figura 10 - Mapa de uso e ocupação do solo no ano de 2020.



Fonte: Autora (2025)

Figura 11 - Mapa de uso e ocupação do solo em 2024.



Fonte: Autora (2025)

A comparação da dinâmica de uso e ocupação do solo entre 2020 e 2024 evidencia modificações expressivas na configuração espacial e funcional da paisagem da área de estudo, refletindo mudanças nos padrões de uso e cobertura da terra ao longo do período analisado. Observa-se o avanço contínuo das áreas urbanizadas, além de alterações nos ambientes hidrologicamente sensíveis, indicando transformações nos processos naturais da bacia. Essas mudanças sistematizadas nas tabelas a seguir, revelam a intensificação da pressão antrópica sobre o território e reforçam a dinâmica recente de reestruturação do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do riacho Bacuri.

Tabela 1 - Soma das áreas das respectivas classes de uso e ocupação do solo apresentadas na área de estudo.

Classe	Soma das áreas das classes (2020-2024)
3 (Formação Florestal)	18.692.300m ² (2020) 18.541.820m ² (2024)
4 (Formação savânica)	45.612.620m ² (2020) 44.326.860m ² (2024)
11 (Campo alagado e áreas pantanosas)	24.932,84m ² (2020) 7.123,61m ² (2024)
12 (Formação campestre)	77.469,91m ² (2020) 71.236,31m ² (2024)
15 (Pastagem)	15.159.970m ² (2020) 15.144.740m ² (2024)
24 (Área urbanizada)	4.162.984m ² (2020) 5.218.197m ² (2024)
25 (Outras áreas não vegetadas)	365.974,20m ² (2020) 414.952,10m ² (2024)
33 (Rio, lago e oceano)	195.898,30m ² (2020) 246.652,80m ² (2024)

Fonte: Autora (2025).

As formações naturais (florestais, savânicas e campestres) apresentaram redução entre 2020 e 2024. Essa redução indica processos de pressão antrópica e fragmentação da paisagem que, assim como os resultados da visita *in loco* evidenciam, estão diretamente relacionados à expansão urbana e ao uso intensivo da terra. De acordo com Ross (1994), áreas submetidas a maior influência antrópica tendem a apresentar maior fragilidade ambiental, favorecendo a substituição da vegetação natural por usos humanos.

A classe 11, corresponde a áreas alagadas e pantanosas, apresentou uma das quedas mais expressivas do período analisado. Ambientes mais úmidos são

altamente sensíveis a alterações hidrológicas e climáticas, e mesmo pequenas mudanças no escoamento ou precipitação podem causar transformações significativas na paisagem, como ressalta Tucci (2009). Nesse contexto, a diminuição observada pode refletir tanto processos de assoreamento quanto alterações no comportamento hídrico da bacia.

As classes diretamente relacionadas à fatores antrópicos, especialmente área urbanizada (24) e solo exposto/áreas não vegetadas (25), apresentaram aumentos significativos. Esse processo está alinhado com a dinâmica de urbanização brasileira descrita por Santos (2013), que destaca o avanço da ocupação sobre áreas naturais, muitas vezes de forma desordenada e sem planejamento.

A ampliação dessas classes, sobretudo da área urbanizada, indica intensificação da ocupação urbana, surgimento de novos loteamentos, obras de infraestrutura e maior fragmentação da paisagem, conforme observado com a visita *in loco*. Ross (1994) reforça que esse tipo de transformação está diretamente relacionado ao aumento da fragilidade ambiental e à redução da capacidade de suporte natural.

O aumento da classe de corpos d'água (33) pode estar associado à intensificação das chuvas ou mudanças no escoamento superficial. Sobretudo, quando analisado em conjunto com a expressiva redução das áreas úmidas, pode indicar uma redistribuição hídrica na bacia, fenômeno que Tucci (2009) descreve como comum em sistemas ambientais sensíveis a mudanças hidrológicas.

5.3 DOS DADOS COLETADOS NOS 28 PONTOS VISITADOS

No dia 15 de setembro de 2025, de 08:00h às 12:00h, foi realizada a visita *in loco* em pontos estratégicos da área de estudo, previamente selecionadas por apresentarem maior grau de intervenção antrópica. A atividade contemplou comunidades rurais situadas na zona de transição entre a malha urbana consolidada e áreas ainda relativamente preservadas, possibilitando a observação direta das transformações da paisagem, dos padrões de uso e ocupação do solo e dos principais impactos ambientais associados ao avanço da urbanização. Essa etapa foi fundamental para validação das análises realizadas em ambiente digital, bem como para a caracterização física, ambiental e socioeconômica dos locais visitados, fornecendo subsídios consistentes para interpretação integrada dos resultados

apresentados neste capítulo, espacialização dos pontos visitados na figura 12.

Figura 12 - Espacialização dos pontos visitados na bacia hidrográfica do Riacho Bacuri.



Fonte: Autora (2025)

A visita ao Loteamento Emílio Falcão (Ponto 1), localizado às margens da BR-226/MA, evidenciou o avanço das ocupações irregulares sobre áreas vegetadas, fenômeno associado à infraestrutura precária, à disposição irregular de resíduos e à presença de indícios de queimadas. Nesse contexto, a área, caracterizada como chapada, apresenta solo do tipo latossolo amarelo e fitofisionomia de cerrado típico, porém fortemente alterada por ações antrópicas, Figuras 13, 14 e 15. Como consequência desse processo, observou-se a ausência de fauna local, possivelmente relacionada à supressão vegetal, ao intenso fluxo de veículos e à iluminação noturna.

De forma semelhante, o condomínio residencial Village Cajueiro e o complexo de condomínios Village Jóia (Ponto 2) também se inserem em relevo de chapada com predominância de latossolo amarelo. Enquanto o Village Cajueiro encontra-se ainda em fase de construção, com poucas residências, o Village Jóia já apresenta moradias consolidadas, comércios e áreas de uso comum. Ainda assim, em ambos os casos, a fitofisionomia local corresponde ao cerrado típico com forte degradação e baixo grau de conservação, marcada pelo predomínio de gramíneas e de exemplares de *Caryocar brasiliense* (pequi), sem registros de fauna, Figuras 16 e 17. As observações sobre a flora foram realizadas pela prof^a Dra. Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes.

Figura 13 - Registro fotográfico da entrada do Loteamento Emílio Falcão, acesso pela BR-226/MA



Fonte: Autora (2025)

Figura 14 - Registro Fotográfico de quadras iniciais do Loteamento Emílio Falcão, entrada pela BR-226/MA



Fonte: Autora (2025)

Figura 15 - Registro fotográfico da disposição irregular de resíduos na entrada do Loteamento Emílio Falcão, acesso pela BR-226/MA



Fonte: Autora (2025)

Figura 16 - Registro Fotográfico do complexo residencial Village Cajueiro, é possível verificar a construção de algumas moradias e outras já estabelecidas



Fonte: Autora (2025)

Figura 17 - Registro fotográfico do complexo de condomínios Village Jóia, moradias já estabelecidas



Fonte: Autora (2025)

Nesse mesmo eixo de análise, destaca-se o Rodoanel de Timon (Ponto 3), contorno rodoviário que conecta a BR-226/MA à BR-316/MA e cuja obra é conduzida pelo DNIT, com o objetivo de reduzir o tráfego de veículos pesados na área urbana. O trecho analisado, próximo ao povoado Sangrador, apresenta relevo composto por morros e colinas, com ocorrência de latossolos e acúmulo de minérios colunares próximos ao horizonte C, Figura 18. Essa caracterização tornou-se evidente em razão das escavações realizadas durante a obra, que cortaram as elevações sem a adoção de medidas de contenção, acelerando processos de erosão e assoreamento, Figura 19. Além disso, verificou-se uma intensa dinâmica de ocupação nas margens da rodovia, identificada por análises geoespaciais e confirmada em campo. Em síntese, a construção do rodoanel implicou a raspagem de morros e colinas até o horizonte C

do solo, comprometendo fragmentos de cerrado típico que, embora alterados, ainda apresentam potencial de preservação, Figuras 20 e 21.

Complementarmente, entre as espécies de flora identificadas nesse trecho, destacam-se o pequiheiro (*Caryocar brasiliense*), o angico-branco (*Anadenanthera colubrina*), a faveira-de-bolota (*Parkia platycephala*), a embaúba (*Cecropia pachystachya*) e a jurubeba (*Solanum paniculatum* L.), sendo estas duas últimas reconhecidas como bioindicadoras de áreas degradadas, Figuras 22 e 23. Assim, os principais impactos ambientais observados incluem alterações físicas significativas, como a raspagem de morros e a exposição do solo, a presença de espécies bioindicadoras que reforçam o grau de degradação ambiental, a modificação da paisagem, o afugentamento da fauna e a intensificação dos efeitos de borda sobre a vegetação. As observações botânicas foram realizadas pela prof^a Dra. Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes. Ademais, empreendimentos dessa natureza tendem a impulsionar a dinâmica de ocupação do município, fenômeno já identificado e diretamente relacionado a fatores econômicos, como o avanço da especulação imobiliária.

Figura 18 - Registro fotográfico da precipitação de minérios nos morros cortados do rodoanel.



Fonte: Autora (2025)

Figura 19 - Registro fotográfico da dimensão espacial dos cortes realizados nos morros para a construção do rodoanel de Timon destacando o latossolo amarelo.



Fonte: Autora (2025)

Figura 20 - Registro fotográfico da vegetação remanescente às margens do rodoanel.



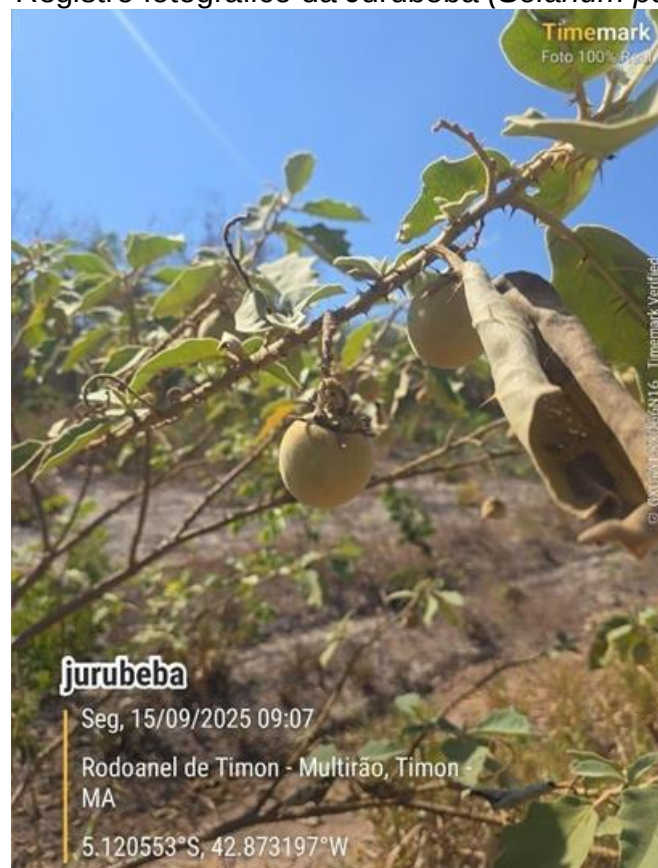
Fonte: Autora (2025)

Figura 21 - Registro fotográfico do contraste entre vegetação remanescente e alterações no meio.



Fonte: Autora (2025)

Figura 22 - Registro fotográfico da Jurubeba (*Solanum paniculatum*).



Fonte: Autora (2025).

Figura 23 - Registro fotográfico da faveira de bolota (*Parkia platycephala*).



Fonte: Autora (2025).

Ainda no contexto do rodoanel, o Ponto 4 evidencia de forma mais clara o contraste entre as intervenções antrópicas e um fragmento florestal remanescente de cerrado típico, Figura 21. Na sequência, os Pontos 5 e 6 referem-se a um morro sustentado pela crosta laterítica rica em alumínio e ferro, formando estruturas colunares. Este horizonte é superficial, recobrendo um latossolo amarelo um solo com precipitação de laterito rico em alumínio, acumulado em forma colunar entre os latossolos amarelos característicos da região de vales, conforme observado pelo prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes, Figura 18. Nesse local, foram registradas espécies de flora marcantes, como a sambaíba (*Curatella americana*) e o pau-pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), com observações realizadas pela prof^a Dra. Divamelia de Oliveira Bezerra Gomes.

Avançando para as áreas adjacentes, o Povoado Lagoa Grande (Ponto 7), desenvolvido às margens do rodoanel, apresenta uma dinâmica de desmatamentos sequenciais aparentemente associada à expansão da área urbana, fenômeno também identificado na fase diagnóstica prévia por meio do processamento digital de

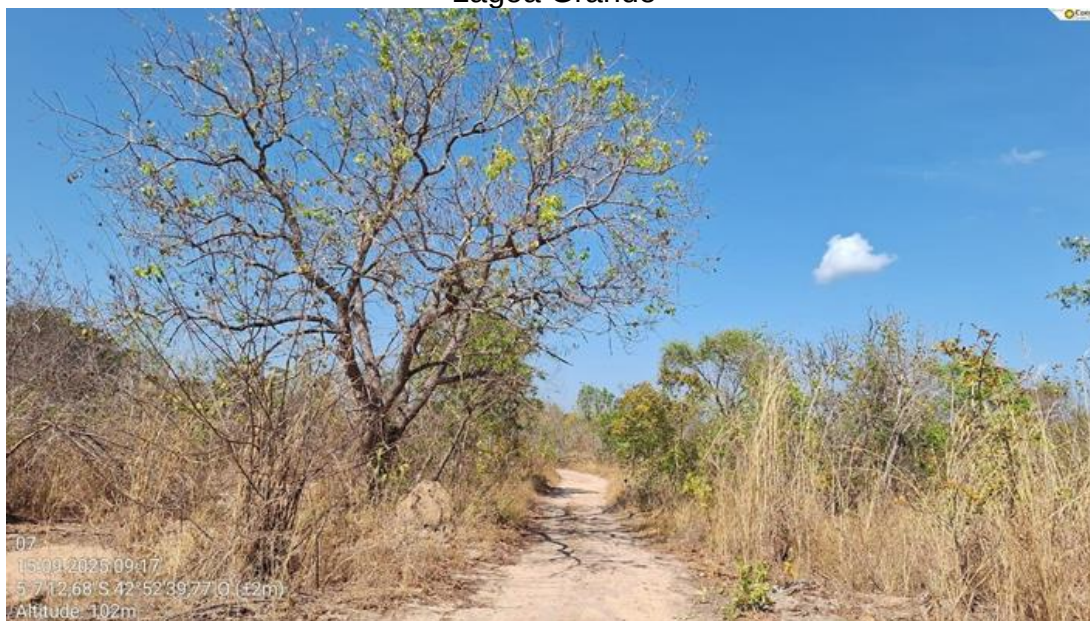
imagens de satélite, Figuras 24 e 25. Entre as espécies nativas marcantes encontradas estão a sambaíba, a faveira-de-bolota, o jacarandá e gramíneas rasteiras, sem registros diretos ou indiretos de fauna, conforme observações da profª Dra. Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes.

Figura 24 - Registro fotográfico de moradia no Povoado Lagoa Grande, estabelecido às margens do rodoanel de Timon



Fonte: Autora (2025)

Figura 25 - Registro fotográfico de abertura de estradas e loteamentos no Povoado Lagoa Grande



Fonte: Autora (2025)

Nesse sentido, o Ponto 8 reforça essa tendência ao registrar a abertura de quadrantes para loteamento de terras na região do povoado Lagoa Grande, evidenciada por marcações de estradas e divisões dos terrenos, embora parte da vegetação local ainda permaneça intocada. Trata-se de uma área com avanço considerável da dinâmica de ocupação na porção sul do município, Figura 26. O relevo é predominantemente plano, caracterizado como chapada/planalto, com maior fertilidade e, conseqüentemente, maior densidade vegetal quando comparado aos morros. Contudo, os fragmentos florestais de cerrado típico encontram-se sob constante pressão da dinâmica de ocupação, o que explica o não avistamento de fauna no local.

Os Pontos 9 e 10, por sua vez, situam-se em outra comunidade integrante do povoado Lagoa Grande, localizada na outra margem da BR-226/MA. Nesses locais, observam-se moradias humildes, construídas com sapê, barro e, em alguns casos, cimento, refletindo condições de vulnerabilidade habitacional, Figuras 27 e 28. Próximo às primeiras casas, identificou-se um local de produção de farinha e carvão, atividades que, embora gerem impactos ambientais significativos, como o possível uso ilegal de madeira e queimadas sem filtros, fazem parte da cultura e da economia local, Figuras 29. Sob esse prisma, tais práticas proporcionam retorno financeiro,

ainda que modesto, contribuindo para a segurança alimentar das famílias, bem como para a preservação da cultura e da história do povo timonense.

Figura 26 - Registro fotográfico de faveira de bolota às margens de uma estrada aberta, no povoado Lagoa Grande.



Fonte: Autora (2025)

Figura 27 - Registro fotográfico de casa de farinha na comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA



Fonte: Autora (2025).

Figura 28 - Registro fotográfico de moradia da comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA.



Fonte: Autora (2025)

Figura 29 - Registro fotográfico de produção de carvão vegetal em comunidade rural próxima ao sangrador, estabelecida às margens da BR-226/MA.



Fonte: Autora (2025)

Em continuidade, o Ponto 11 refere-se a um terreno baldio às margens da BR-226/MA, nas proximidades do povoado Sangrador, onde foi constatado o descarte irregular de resíduos domésticos e de construção civil, além de indícios de possível queimada, Figura 30. Acredita-se que os responsáveis sejam tanto moradores de comunidades próximas, em acesso à coleta regular de resíduos, quanto a população da área urbana adjacente. O relevo local é plano, caracterizado como chapada.

Por outro lado, o Ponto 12 corresponde a uma área com fragmentos florestais relativamente conservados, apresentando caracterização fitofisionômica de cerrado típico, definido por Ribeiro e Walter (1998) como uma formação semelhante à savana,

composta por árvores e arbustos sobre um estrato graminoso, sem formação de um dossel contínuo, Figura 31.

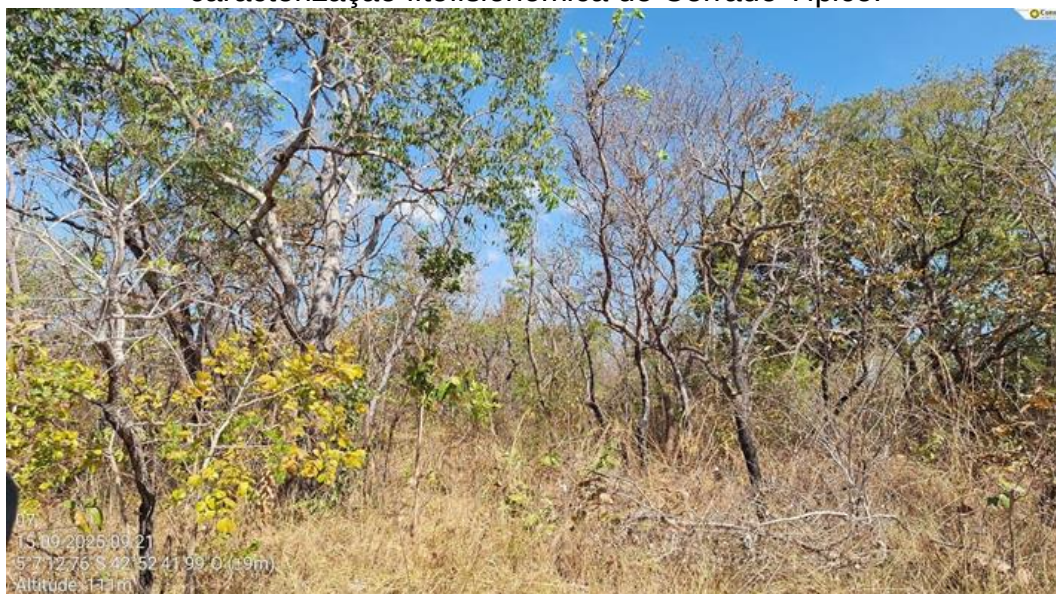
No Ponto 13, identificou-se outra comunidade rural estabelecida próxima à BR-226/MA, nas proximidades do povoado Sangrador, marcada por moradias simples e pela supressão da vegetação nativa para a abertura de ruas, acessos e novos lotes, Figura 32. Além disso, foi identificada uma unidade escolar de ensino fundamental, bem como a disposição irregular de resíduos e sinais de queima. Nesse sentido, as alterações observadas refletem os efeitos da urbanização crescente, da modificação das áreas vegetadas e das mudanças no comportamento socioeconômico dessas comunidades sobre áreas rurais anteriormente afastadas, Figura 33.

Figura 30 - Registro fotográfico de disposição irregular de resíduos às margens da BR-226/MA.



Fonte: Autora (2025)

Figura 31 - Registro fotográfico de área relativamente conservada, com caracterização fitofisionômica de Cerrado Típico.



Fonte: Autora (2025)

Figura 32 - Registro fotográfico de comunidade rural que também se estabeleceu próxima à BR-226/MA



Fonte: Autora (2025)

Figura 33 - Registro fotográfico de unidade escolar encontrada em comunidade rural



Fonte: Autora (2025)

O Ponto 14 marcou o primeiro contato com o riacho Bacuri, por meio de uma ponte consideravelmente depredada. Não havia presença de água, possivelmente em função da época do ano e de intervenções antrópicas associadas às dinâmicas de uso e ocupação do solo a montante (direção da nascente), Figura 34. Destacaram-se, entretanto, características do cerradão, com maior desenvolvimento do dossel arbóreo, associado à presença de água, sendo a área definida como mata de galeria, conforme Ribeiro e Walter (1998).

Na sequência, o Ponto 15 foi registrado sobre um dos divisores de águas da bacia hidrográfica do riacho Bacuri, na porção sudoeste, tendo como referência a comunidade terapêutica Fazenda da Paz, Figura 35. Já no Ponto 16, observou-se um terreno baldio com indícios de queimada, localizado abaixo da rede de transmissão elétrica, onde foram identificadas mudas de babaçu (*Attalea speciosa*), que crescem de forma desordenada e abundante, evidenciando uma das formas mais notáveis da resiliência da flora no cerrado maranhense, Figura 36. As observações botânicas foram realizadas pela prof^a Dra. Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes.

Figura 34 - Registro fotográfico do primeiro contato com o riacho bacuri, observa-se, através de uma ponte consideravelmente depredada, mata de galeria, e o riacho sem água.



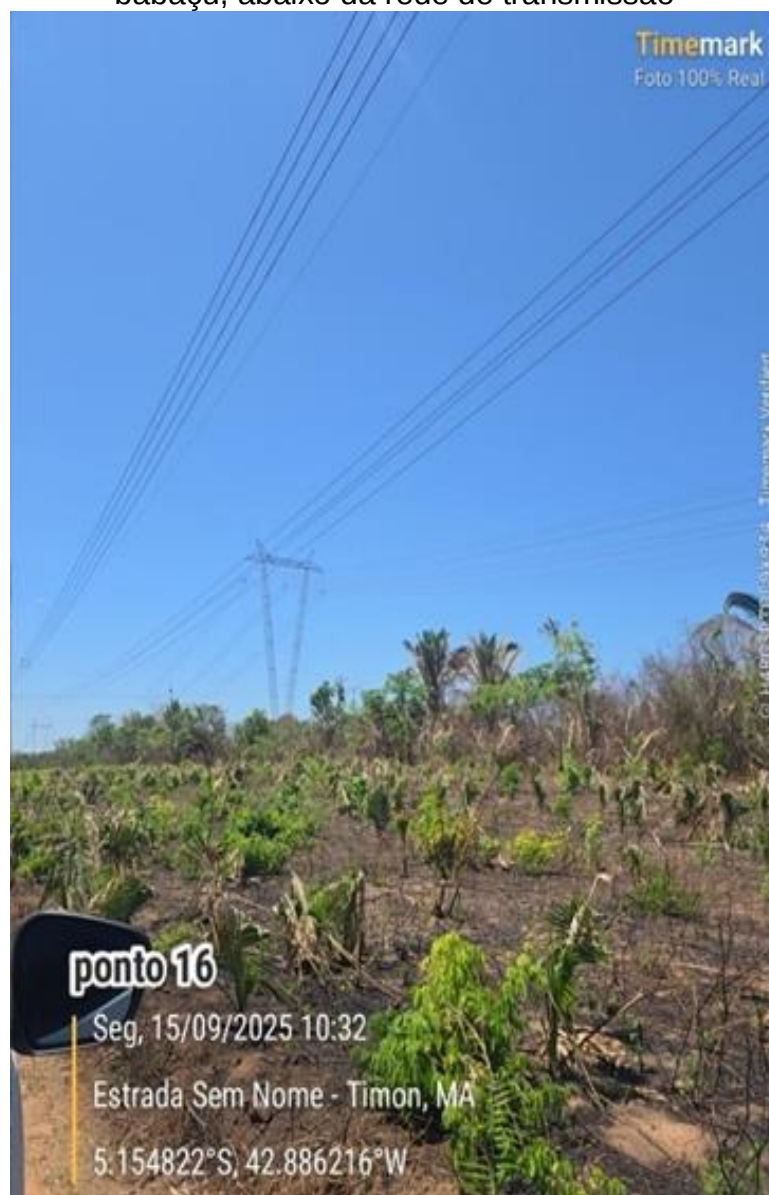
Fonte: Autora (2025)

Figura 35 - Registro fotográfico da fazenda da Paz, ponto que marca um dos divisores de água da bacia



Fonte: Autora (2025)

Figura 36 - Registro fotográfico de indícios de queimada e crescimento de mudas de babaçu, abaixo da rede de transmissão



Fonte: Autora (2025)

De maneira associada, o ponto 17, próximo ao local da queimada, revelou a disposição inadequada de resíduos domésticos, relacionada à ausência ou insuficiência de coleta, evidenciando a vulnerabilidade das comunidades rurais a doenças e riscos à saúde, especialmente para crianças e animais, Figura 37.

No Ponto 18, foi identificado o segundo curso d'água avistado, também sem presença de água. A análise da drenagem em imagens de satélite indicou que se trata de uma extensão do riacho Bacuri, atualmente seco, Figura 38. A fitofisionomia local corresponde a uma mata de galeria com entraves de mata de cocais e de cerrado típico. Entre as espécies dominantes destacam-se mororó (*Helicteres isora*), olho-de-

boi (*Mucunã*), unha-de-gato (*Uncaria tomentosa*), tucum (*Bactris setosa*), babaçu (*Attalea speciosa*) e tingui (*Magonia pubescens*), Figura 39, conforme observações da prof^a Dra. Divamélia de Oliveira Bezerra Gomes. Também foram observadas estruturas rústicas de barramento do curso d'água.

O Ponto 19, localizado no cruzamento da rua Tocantins com a Avenida Piauí, suscitou a discussão acerca da inclusão de comunidades rurais no Plano Diretor, marcando um momento de transição em que paisagens rurais passam a integrar a malha urbana. Trata-se de um processo esperado no desenvolvimento das cidades, que, entretanto, deve ocorrer de forma planejada, equilibrando crescimento urbano e preservação ambiental, Figura 40.

O Ponto 20 corresponde ao terceiro curso d'água identificado, um afluente do riacho Bacuri, localizado nas proximidades do balneário Timonzinho, Figura 41. Observou-se que os solos da região apresentam duas variações principais: neossolo quartzarênico, próximo aos riachos, e latossolo amarelo nas demais áreas, conforme observações do prof. Dr. Érico Rodrigues Gomes.

Por fim, no Ponto 21, constatou-se a preparação do terreno para a ampliação de um condomínio residencial situado atrás do complexo habitacional Miguel Arraes, com desmatamento e aterramento de solo aparentemente argiloso, Figura 42. O Ponto 22 refere-se ao próprio complexo habitacional Miguel Arraes, onde se observam padrões arquitetônicos típicos, como parques rodeados por eucaliptos e áreas de uso comum com *playgrounds*, Figura 43. O Ponto 23 corresponde à Estação de Tratamento de Esgoto do complexo, que se destaca pelo forte odor, levantando questionamentos sobre sua eficácia, localização e a existência de outros pontos de tratamento de efluentes.

Em continuidade, o Ponto 24 evidencia loteamentos de terras em frente ao complexo habitacional Miguel Arraes, destinados a possíveis ocupações, com moradias ao redor e quase inexistência de fragmentos de vegetação nativa, restando principalmente gramíneas e indivíduos em estágio inicial de sucessão ecológica, Figura 44.

No Ponto 25, foi identificado o quarto corpo hídrico visitado, extensão do riacho principal, sendo o único que apresentou água, embora com mau odor e elevado nível de eutrofização, Figura 46. O Ponto 26 corresponde a um campo de produção de energia solar, cujo domínio não pôde ser identificado, Figura 45. O Ponto 27 refere-se a uma fazenda particular com entrada proibida. Por fim, o Ponto 28 corresponde a

postos de gasolina localizados na porção mais urbanizada da área estudada.

Figura 37 - Registro fotográfico da disposição irregular de resíduos próximo a comunidades rurais



Fonte: Autora (2025)

Figura 38 - Registro fotográfico da extensão do riacho Bacuri, segundo ponto avistado, sem indícios de água.



Fonte: Autora (2025)

Figura 39 - Registro fotográfico de Tingui, (*Magonia pubescens*).



Fonte: Autora (2025)

Figura 40 - Registro fotográfico de cruzamento da rua Tocantins com a Avenida Piauí



Fonte: Autora (2025)

Figura 41 - Registro fotográfico do terceiro corpo hídrico avistado, um afluente do Riacho Bacuri.



Fonte: Autora (2025)

Figura 42 - Registro fotográfico de ampliação de complexos habitacionais e/ou residências



Fonte: Autora (2025)

Figura 43 - Registro fotográfico de loteamento de terras em frente ao complexo habitacional Miguel Arraes, às margens da avenida Parnarama



Fonte: Autora (2025)

Figura 44 - Registro fotográfico de extensão do riacho Bacuri, com água parada acumulada e com eutrofização considerável.



Fonte: Autora (2025)

Figura 45 - Registro fotográfico de campo de produção de energia solar.



Fonte: Autora (2025)

Assim, conclui-se que ao passo que o surgimento de novos povoados, condomínios e loteamentos de terras favorece o crescimento da área urbana consolidada de Timon, também se evidencia a problemática relacionada à expansão desordenada e irregular sobre os espaços naturais, que são incorporados ao urbano. Sob essa ótica, o aumento dessas ocupações, que muitas vezes ocorre sem o devido planejamento territorial e ambiental integrados, levanta a discussão acerca da necessidade de integração efetiva dessas comunidades à malha urbana, especialmente as mais vulneráveis e menos resilientes, quando comparadas a bairros nobres ou menos periféricos, geralmente beneficiados por uma condição geográfica mais favorável e por maiores ofertas de infraestrutura básica, como saneamento público, iluminação, segurança, transporte, educação e saúde.

Com isso, o levantamento, mapeamento e a identificação das principais necessidades e demandas dos povoados e áreas em processo de ocupação visitados, foram geradas fundamentais informações para subsidiar planos de integrados, capazes de oferecer acesso igualitário aos serviços essenciais e de promover uma urbanização mais justa e sustentável. Somente com o planejamento participativo e a gestão territorial integrada será possível equilibrar o desenvolvimento urbano com a preservação ambiental e melhoria efetiva da qualidade de vida da população.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu compreender, de maneira integrada e espacialmente fundamentada, as transformações recentes no uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do riacho Bacuri, evidenciando os efeitos diretos da expansão urbana sobre a estrutura e o funcionamento dos sistemas naturais. A análise conjunta dos dados de sensoriamento remoto, do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e das observações realizadas em campo revelou um processo contínuo de reconfiguração da paisagem, marcado pela conversão progressiva de áreas vegetadas em superfícies antropizadas.

A comparação temporal entre os anos de 2020 e 2024 demonstrou a redução da cobertura vegetal fotossinteticamente ativa e o avanço das classes associadas à ação antrópica, especialmente áreas urbanizadas e solos expostos, padrão que se manifesta de forma mais intensa nas áreas de transição entre a malha urbana consolidada e os espaços rurais. Esse comportamento espacial não se apresenta de maneira aleatória, mas segue uma lógica territorial associada à abertura de vias, à implantação de loteamentos e à intensificação de empreendimentos imobiliários, aspectos confirmados pelas análises geoespaciais e validados pelas visitas *in loco*.

Os levantamentos de campo reforçaram a materialidade dos processos identificados nos mapas e índices, ao evidenciar supressões vegetais, queimadas, descarte irregular de resíduos, alterações morfológicas do relevo e mudanças na dinâmica hidrológica local. A convergência entre os resultados obtidos em ambiente digital e as observações diretas confere robustez metodológica ao estudo e demonstra a eficácia da abordagem integrada adotada, ao articular análise espacial, interpretação ambiental e validação empírica.

Os resultados indicam que a bacia hidrográfica do riacho Bacuri se encontra

em um estágio crescente de vulnerabilidade ambiental, resultado direto da intensificação da pressão antrópica e da ausência de um planejamento territorial integrado que considere a bacia como unidade de gestão. As transformações identificadas comprometem a integridade dos ecossistemas locais, intensificam processos de fragmentação da paisagem e alteram a dinâmica natural do sistema hídrico, com potenciais reflexos sobre a qualidade ambiental e a segurança socioambiental da região.

Dessa forma, este trabalho consolida-se como um diagnóstico ambiental especializado, capaz de revelar padrões, tendências e áreas críticas no processo de uso e ocupação do solo, oferecendo subsídios técnicos consistentes para a formulação de estratégias de ordenamento territorial e gestão ambiental. Ao adotar a bacia hidrográfica como eixo estruturante da análise, a pesquisa reafirma a importância de abordagens integradas para a compreensão dos impactos da urbanização e se apresenta como uma base técnico-científica relevante para o planejamento sustentável do território.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2023. 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação.** 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028: informação e documentação: resumo, resenha e resensão: apresentação.** 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 7 p.

BARROS, A. A. *et al.* **Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na caracterização da cobertura vegetativa de Juazeiro do Norte – CE.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 13, n. 4, p. 1559–1572, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/345189169>. Acesso em: 11 nov. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 15 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021.** Institui a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 jan. 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm. Acesso em: 16 jun. 2025.

BRITO NEVES, B. B. **O Cambro-Ordoviciano da Província Borborema.** Boletim IG-USP. Série Científica, São Paulo, v. 29, p. 175–193, 1998. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bigsc/article/view/45175>. Acesso em: 12 maio 2025.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima Timon: temperatura, tempo e dados climatológicos.** Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americas-do-sul/brasil/maranhao/timon-31932/>. Acesso em: 12 maio 2025.

CORREIA FILHO, F. L. *et al.* **Relatório diagnóstico do município de Timon.** Brasília: CPRM, 2011. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/15662/1/rel_timon.pdf. Acesso em: 17 jun. 2025.

DIANA, D. **Carta de Pero Vaz de Caminha.** Toda Matéria. [S. l.]: 7Graus, [201-?].

Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/carta-de-pero-vaz-de-caminha/>. Acesso em: 8 mar. 2022.

EMBRAPA FLORESTAS. **Aspectos da regeneração natural**. 1984. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/aspec.htm>. Acesso em: 17 jun. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa pedológico do estado do Maranhão**. [Mapa digital]. Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/mapas/unidades_da_federacao/ma_pedologia.pdf. Acesso em: 27 jun. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2014–2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 70 p.

INFORME DE NOTÍCIAS. **O que é brejo? Entenda o conceito e sua importância**. Disponível em: <https://informedenoticias.com.br/glossario/o-que-e-brejo-entenda-o-conceito-e-sua-importancia/>. Acesso em: 12 maio 2025.

MAPBIOMAS. **Plataforma MapBiomias Brasil**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 11 nov. 2025.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, D.C.: Island Press, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2025.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E.; KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados**. Revista do Departamento de Geografia, n. 8, p. 63–74, 1994.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 2013.

SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (org.). **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

SPOSITO, M. E. B. **Capitalismo e urbanização**. [S. l.]: [s. n.], 2010. Disponível em: https://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1415/capitalismo_e_urbanizacao

[_maria_encarnacao_beltrao_sposito_pdf_rev.pdf](#). Acesso em: 11 nov. 2025.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

APÊNDICE A – INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS, FICHA DE CAMPO

FICHA DE CAMPO

IDENTIFICAÇÃO

Data/Hora: _____

Clima no momento (céu, chuva, vento):

_____Acesso/rota (descrição sucinta):

LOCALIZAÇÃO

Bairro/Povoado: _____

Bioma/Fitofisionomia: _____

Coordenadas Geográficas: _____

Altitude: _____

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Relevo predominante:

_____Tipo de solo:

_____Corpos d'água presentes:

_____Classe predominante raio de 100m (vegetação nativa, área em regeneração, agricultura, áreas urbanizadas, corpos d'água, mineração, estradas, entre outros):

Verificar se há expansão da dinâmica de ocupação:

Integração com aspectos legais (presença de APP, Reserva legal, U.C):

CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO:

Fitofisionomia predominante (caatinga arbórea, cerrado típico, mata ciliar):

Estado de conservação (vegetação primária, secundária, em regeneração ou substituída por cultivos/pastagem):

Espécies marcantes ou dominantes:

CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA LOCAL

Observações gerais sobre a fauna silvestre (aves, mamíferos, répteis, insetos) bem como espécies indicadoras ou ameaçadas:

Registros indiretos:

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Empreendimento/atividade analisada:

Sinais de Impacto ambiental:

ASPECTOS SOCIOAMBIENTAIS

Proximidade de comunidade locais, assentamentos rurais, escolas, postos de saúde:

Conflitos de uso da terra:
