



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO
TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE
PORTO NACIONAL CURSO DE
BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

PEDRO MATHEUS RODRIGUES SOARES MENDES

**GEOTECNOLOGIA APLICADA NA ANÁLISE DAS TRANSFORMAÇÕES
AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO FORMIGA: IPUEIRAS, SANTA
ROSA DO TOCANTINS, SILVANÓPOLIS E PINDORAMA DO TOCANTINS - TO**

**Porto Nacional, TO
2024**

PEDRO MATHEUS RODRIGUES SOARES MENDES

Geotecnologia aplicada na análise das transformações ambientais da bacia hidrográfica do rio Formiga: Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins - TO

Monografia apresentada a Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional, Curso de Geografia (Bacharelado), como pré-requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo

**Porto Nacional, TO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- M538g Mendes, Pedro Matheus Rodrigues Soares.
Geotecnologia aplicada na análise das transformações ambientais da bacia hidrográfica do rio Formiga: Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins - TO. / Pedro Matheus Rodrigues Soares Mendes. – Porto Nacional, TO, 2024.
34 f.
Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Porto Nacional - Curso de Geografia, 2024.
Orientador: Sandro Sidnei Vargas de Cristo
1. Sensoriamento Remoto. 2. Transformações Ambientais. 3. Uso e Ocupação da Terra. 4. ... I. Título

CDD 910

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

PEDRO MATHEUS RODRIGUES SOARES MENDES

Geotecnologia aplicada na análise das transformações ambientais da bacia hidrográfica do rio Formiga: Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins - TO

Monografia apresentada a Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus Universitário de Porto Nacional, Curso de Geografia (Bacharelado), foi avaliado para a obtenção do título de bacharelado e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 23 / 09 / 2024

Banca Examinadora

Prof. Dr. Sandro Sidnei Vargas de Cristo, UFT
Orientador

Profa. Dra. Elineide Eugênio Marques, UFT
Membro

Prof. Dr. Rodolfo Alves da Luz, UFT
Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, de quem tirei forças para enfrentar cada etapa e alcançar o lugar onde estou hoje. A Ele, toda minha gratidão por me apoiar e guiar ao longo desse caminho.

Meu agradecimento mais profundo, à minha avó, Joana Mendes, que esteve ao meu lado durante toda essa jornada. Seu apoio, carinho e sabedorias foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Sem ela, concluir esse ciclo teria sido muito mais difícil.

Ao meu pai, por sempre acreditar em mim e me ajudar nessa caminhada, minha gratidão e respeito. Agradeço também à minha família pelo constante apoio e incentivo, pilares que me mantiveram firme durante todos os desafios.

Ao meu avô, José Aldemir Lemos da Silva (Seu Zé), in memoriam, deixo meu sincero agradecimento pelos ensinamentos que continuam a me guiar, mesmo na sua ausência física.

Sou grato também à equipe do Laboratório de Geoprocessamento dos Cursos de Geografia da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Porto Nacional, pelo suporte essencial para a realização desta pesquisa. Em especial, agradeço ao meu orientador, Sandro Sidnei Vargas de Cristo, pela paciência e pelo conhecimento transmitido ao longo desse processo.

Aos professores Rodolfo Alves da Luz e Elineide Eugênio Marques, que integraram a banca examinadora, agradecemos pela generosidade em compartilhar seu tempo e conhecimentos, contribuindo para o enriquecimento deste trabalho.

Deixo, ainda, meus agradecimentos ao colegiado dos cursos de Geografia da Universidade Federal do Tocantins – Campus de Porto Nacional, parte fundamental desta conquista tão almejada: a minha formação profissional.

E, por fim, expressei minha gratidão à Universidade Federal do Tocantins, pelo apoio institucional que se tornou essa realização possível.

RESUMO

O presente trabalho refere-se à análise das transformações ambientais da bacia hidrográfica do rio Formiga, localizada nos municípios de Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins, dando-se ênfase aos aspectos de Uso e Ocupação da Terra. O objetivo principal foi verificar as transformações que ocorreram no ambiente, relacionados aos diferentes modos de uso. Como método optou-se pelas técnicas de Sensoriamento Remoto onde fez-se uso de imagens de satélites Landsat, sensor TM (Thematic Mapper) dos anos de 1990, 2000 e 2010 e do sensor OLI (Operational Land Imager) do ano de 2022, ambas com resolução espacial de 30m, obtidas gratuitamente via site do United States Geological Survey (USGS) e do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Os softwares utilizados foram o QGIS e o Spring. De maneira geral, os resultados proporcionaram a observação das transformações ambientais que ocorreram na bacia hidrográfica em decorrência do Uso e Ocupação da Terra, destacando-se principalmente a redução da vegetação de Cerrado e o aumento das atividades agropecuárias. Destaca-se também a importância do uso do Sensoriamento Remoto para analisar as transformações ambientais e os aspectos de Uso e Ocupação da Terra, servindo de ferramenta de gestão e planejamento ambiental.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto, Transformações Ambientais, Uso e Ocupação da Terra.

ABSTRACT

The present research refers to the analysis of environmental transformations in the Formiga river basin, located in the municipalities of Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins, with emphasis on aspects of Land Use and Occupation. The main objective was to verify the transformations that occurred in the environment, related to the different modes of use. As a method, we opted for Remote Sensing techniques, which used images from Landsat satellites, TM sensor (Thematic Mapper) from the years 1990, 2000 and 2010 and the OLI sensor (Operational Land Imager) from the year 2022, both with a spatial resolution of 30m, obtained free of charge via the website of the United States Geological Survey (USGS) and the National Institute for Space Research (INPE).

The software used was QGIS and Spring. In general, the results provided the observation of significant environmental transformations that occurred in the river basin as a result of Land Use and Occupation, mainly highlighting the reduction of vegetation of Cerrado and the increase in agricultural activities. The importance of using Remote Sensing to analyze environmental transformations and aspects of Land Use and Occupation is also highlighted, serving as an environmental management and planning tool.

Keywords: Remote Sensing, Environmental Transformations, Use and Occupation of Land.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Formiga – TO	18
Figura 2 - Geologia da bacia hidrográfica do rio Formiga	19
Figura 3 - Geologia da bacia hidrográfica do rio Formiga	19
Figura 4 - Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Formiga	20
Figura 5 - Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Formiga	20
Figura 6 - Pedologia da Bacia Hidrográfica	21
Figura 7 - Pedologia da bacia hidrográfica do rio Formiga.....	21
Figura 8 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (1990) ..	23
Figura 9 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 1990 ...	23
Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2000)	24
Figura 11 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2000 .	24
Figura 12 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2010)	25
Figura 13 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2010 .	25
Figura 14 - Mapa Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2022)	26
Figura 15 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2022 .	27

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Evolução do Uso e Ocupação da Terra no município de Ipueiras, Santa Rosa do Tocantins, Silvanópolis, Pindorama do Tocantins - 1990 a 2020	28
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.....	12
2.2	Aspectos ambientais ligados a expansão de atividades agropecuárias desenvolvidas.....	13
2.3	Análise de Aspectos de Uso e Ocupação da Terra	14
3	MATERIAIS E METODOLOGIA	15
3.1	Materiais	15
3.2	Metodologia	15
4	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA	17
4.1	Caracterização Do Meio Físico.....	17
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
5.1	Análise do Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga - Anos de 1990, 2000, 2010 e 2022.	22
5.2	Análise das Transformações de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga - Período de 1990 a 2020.....	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

De modo geral pode-se observar a importância das bacias hidrográficas a nível global, principalmente se considerarmos que qualquer porção de terreno no planeta faz parte de uma bacia hidrográfica, em diversas escalas de detalhe.

Também deve-se considerar a ampla utilização das bacias hidrográficas como unidades de pesquisas, principalmente pelas mesmas não ficarem restritas em suas delimitações a questões de limites políticos administrativos, além de serem considerados como sistemas abertos a trocas de energias.

Desta maneira, a presente pesquisa deu ênfase a bacia hidrográfica do Rio Formiga, a qual está localizada na porção central do Estado do Tocantins (Figura 1), sendo que seu nome teve origem no seu principal curso d'água, o Rio Formiga, que possui aproximadamente 96,5 km de comprimento.

O presente rio em pesquisa, é um afluente da margem direita do Rio Tocantins, compondo desta forma, parte da bacia hidrográfica do Rio Tocantins (Leite, 2011).

Destaca-se que o uso, ocupação e cobertura da terra podem ser sintetizados através de mapas. Estes indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre, através de análise em imagens remotamente sensoriadas.

Com o objetivo da obtenção de maiores informações sobre a situação local e as transformações ambientais ocasionadas pela evolução do uso e ocupação, e possibilidade de contribuir para que sejam tomadas medidas de desenvolvimento econômico, adequadas a realidade natural da região, é que se justifica a pesquisa direcionada para a análise das transformações ambientais dando-se ênfase aos aspectos de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga, localizado na porção central do Estado do Tocantins.

Para Leite e Rosa (2013) bacia hidrográfica é considerada atualmente entidade geográfica ideal para estudos sistêmicos e integrados da paisagem, e o geoprocessamento apresenta as técnicas e tecnologias para a efetivação desta análise. As intervenções realizadas na paisagem que não levam em consideração suas limitações e potencialidades geram certamente instabilidade nesse sistema.

Ainda, com a realização da presente pesquisa, busca-se o entendimento da forma e distribuição do uso e ocupação da terra na área de estudo, bem como da intensidade das transformações ambientais e a degradação ambiental que vem ocorrendo.

Por fim, a proposta de pesquisa é uma oportunidade de subsidiar os órgãos gestores ambientais, municipais e estaduais, na tomada de decisões e ações de planejamento territorial e conservação ambiental, bem como buscar a melhoria da qualidade ambiental local.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

O geoprocessamento pode ser entendido como a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação sobre fenômenos geograficamente identificados (Câmara & Medeiros, 1996).

Segundo Rodrigues (1993), Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações espaciais voltado para um objetivo específico. Esta definição considera a coleta de dados como uma etapa do Geoprocessamento

Segundo Dainese (2001) o Geoprocessamento procura abstrair o mundo real, transferindo ordenadamente as suas informações para o sistema computacional. Esta transferência é feita sobre bases cartográficas, através de um sistema de referência apropriado.

Segundo Campos (2004) o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo. As imagens de satélite, em forma digital ou papel, são muito importantes e úteis, pois permitem avaliar as mudanças ocorridas na paisagem de uma região e num dado período, registrando a cobertura vegetal em cada momento.

O domínio da tecnologia de geoprocessamento traz novas oportunidades profissionais em departamentos governamentais, administrações municipais, empresas de utilidade pública, empresas de publicidade, empresas que trabalham com vendas a varejo e distribuição, empresas de transporte, dentre outras. O uso dessa tecnologia tem sido cada vez mais utilizada como uma ferramenta de suporte a decisão para gerenciar e monitorar sistemas geográficos.

Segundo Novo (1999), sensoriamento remoto pode ser definido como a aquisição de informação sobre um objeto a partir de medidas feitas por um sensor que não se encontra em contato físico direto com ele. As informações sobre o objeto, neste caso, são derivadas da detecção e mensuração das modificações que ele impõe sobre os campos de força que o cercam. Estes campos de força podem ser eletromagnéticos, acústicos ou potenciais.

Segundo Rosa(2013) O sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética gerada por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o Radar.

Embora esta técnica venha sendo utilizada desde 1859, quando da descoberta do processo fotográfico, só por volta da década de 1970 o termo sensoriamento remoto foi

incorporado à linguagem científica.

Segundo Rosa(2013), no Brasil, o sensoriamento remoto tomou impulso na década de 60 com o Projeto RADAMBRASIL, que tinha como objetivo realizar um levantamento integrado dos recursos naturais do país. Este programa proporcionou o treinamento e especialização de diversos técnicos brasileiros, que até então só conheciam o manuseio de fotografias aéreas.

Desta maneira, o uso de Sensoriamento Remoto no mapeamento de uso e ocupação da terra se faz necessária, pois está associada como forma de identificação e espacialização das formas de uso da terra, tornando possível o dimensionamento, a descrição e avaliação das porções territoriais efetivamente utilizadas.

Neste sentido, a utilização das geotecnologias para análise das transformações ocasionadas em decorrência do uso e ocupação da terra, como é o caso do Sensoriamento Remoto, tem disseminado resultados importantes no subsídio às decisões e ações de planejamento ambiental e territorial que podem ser aplicadas em bacias hidrográficas.

2.2 Aspectos ambientais ligados a expansão de atividades agropecuárias desenvolvidas

A expansão do agronegócio no Brasil ocorreu a partir das décadas de 1950 e 1960, principalmente nas regiões sul e sudeste e, a partir de 1970, para outras regiões (PLATA e CONCEIÇÃO, 2012), com destaque para a região de Cerrado do centro oeste. A ocupação desta região se deu, sobretudo, a partir da evolução tecnológica das culturas, que permitiu a adaptação de produtos agrícolas ao clima tropical, o aumento da produtividade, a resistência a pragas (doenças, insetos-praga e plantas daninhas) e a mecanização das culturas (GAZZONI, 2013).

Já na última década vem sendo verificada uma forte expansão em áreas localizadas nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, região considerada a grande fronteira agrícola nacional da atualidade, sendo definida como Matopiba, e também em outras regiões na Amazônia (HECHT, 2005).

Segundo Gomes (2019) A expansão do agronegócio no Brasil se distancia de caminhos que visam à sustentabilidade dos recursos naturais, em função das suas atividades provocarem a degradação física e a contaminação do solo, por meio de manejos intensivos e uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes, que podem comprometer a qualidade das águas dos sistemas hídricos, incluindo mananciais, nascentes e as águas subterrâneas.

2.3 Análise de Aspectos de Uso e Ocupação da Terra

A deterioração dos recursos naturais, principalmente solo e água, vem crescendo intensamente, atingindo níveis críticos, observada pelo assoreamento e poluição dos cursos e espelhos d'água. Em função disso, têm-se observado grande prejuízo à saúde dos seres vivos, destruição de estradas, de pontes e bueiros, riscos na geração de energia, escassez de água para irrigação e abastecimento, redução da produtividade agrícola, diminuição da renda líquida e, conseqüentemente, empobrecimento do meio rural com reflexos danosos para a economia nacional (BRASIL, 1987).

A importância do mapeamento de uso e ocupação do solo se faz necessária, pois está associado como forma de identificação e espacialização das formas de uso da terra, tornando possível o dimensionamento, a descrição e avaliação das porções territoriais efetivamente utilizadas (BITTENCOURT, 2022)

Rufo e Cristo (2014) comentam que a análise do uso e ocupação do solo serve para melhorar o gerenciamento, planejamento da ocupação e uso antrópico, bem como conhecer as formas de ocupação para o bom aproveitamento dos recursos existentes e de como esses são importantes para a comunidade local, pois através destas informações pode ser orientado o sentido de, trabalhar a terra com sustentabilidade, não degradando o meio ambiente.

A interferência humana sobre o meio ambiente, decorrente de suas diferentes formas de uso do espaço geográfico, tem se tornado cada vez mais intensa e pode ser considerada a principal causa das transformações ambientais que se percebe, principalmente de maneira desordenada. Deste modo, a ocupação desordenada e conversão da cobertura natural da superfície terrestre, podem causar sérios impactos de ordem social, econômica, espacial e ambiental (SILVA et al 2020).

Uso, ocupação e cobertura da terra podem ser sintetizados através de mapas. Estes indicam a distribuição espacial da tipologia da ação antrópica que pode ser identificada pelos seus padrões homogêneos característicos na superfície terrestre, através de análise em imagens remotamente sensoriadas. Sua identificação, quando atualizada, é de grande importância ao planejamento e orienta à ocupação da paisagem, respeitando sua capacidade de suporte e/ou sua estabilidade/vulnerabilidade. (Leite, 2013)

Assim, as transformações ambientais ocasionadas em decorrência do uso e ocupação humana diversificada e de certa forma indevida, têm afetado principalmente os aspectos do meio físico como a rede de drenagem, solo, geomorfologia e recursos naturais.

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

3.1 Materiais

Na realização da pesquisa foram utilizados os seguintes materiais cartográficos:

- Cartas Topográficas: Folhas Santa Rosa, folha SC.22-Z-D-III e Pindorama, folha SC.23-Y-C-I, ambas na escala 1:100.000 e ano de 1977, disponibilizadas pela Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG)

- Imagens de satélites: Landsat 5, sensor TM (Thematic Mapper) e Landsat 8, sensor OLI (Operational Land Imager), disponibilizadas pela United States Geological Survey (USGS), resolução espacial de 30 metros e órbita ponto 222\68

- Software: QGIS, versão 3.10.14 e Sring 5.5.6

- Arquivos Vetoriais: Limites municipais e estaduais Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

3.2 Metodologia

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, utilizou-se basicamente de técnicas de Geoprocessamento, estas utilizadas, principalmente, para elaboração e análise de produtos cartográficos que permitiram caracterizar os aspectos fisiográficos e de uso e ocupação da terra na bacia hidrográfica do Rio Formiga.

Desta maneira, definiu-se os seguintes procedimentos: primeiramente elaborou-se o mapa de localização com o uso do software QGIS, onde utilizou-se os arquivos vetoriais com os limites estaduais e municipais do estado do Tocantins, com abrangência na área de pesquisa, além do limite da bacia hidrográfica do Rio Formiga, obtido através da vetorização das cartas topográficas de Santa Rosa e Pindorama.

Na sequência, utilizou-se as imagens de satélite, dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2022, as quais foram inseridas no programa Qgis, junto com o vetor da delimitação para o processamento e elaboração da composição colorida de imagens.

Posteriormente, recortou-se as imagens com base no limite da bacia hidrográfica em questão, realizamos a integração entre as imagens e os vetores, para edição no gerenciador de layout, do software Qgis.

Os vetores do meio físico foram baixados do site da Seplan, no qgis elas foram recortadas utilizando o vetor de delimitação da bacia, no gerenciador de layout foram confeccionados os mapas de pedologia, geomorfologia e geologia.

Assim, foram adicionados aos mapas, escalas, grade de coordenadas, legendas e alguns ajustes de redirecionamento para confecção das cartas imagens.

Finalizando, foram elaborados os mapas de uso e ocupação da terra, utilizando-se a classificação supervisionada das mesmas, via software QGIS e SPRING, coletando amostras de cada classe, com ênfase na identificação dos diferentes tipos de uso (Florestal, Campestre, Agropecuária, Corpos de Água, Cicatriz de Fogo e Urbanização).

Com esses dados prontos, foi realizado a confecção da tabela com todos os dados adquiridos e verificados, também foi feito uma análise temporal dessa área, podendo assim identificar o tipo e a evolução de cada classe de uso da terra.

4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

A bacia hidrográfica do rio Formiga (Figura 1), ocupa parte de área dos municípios de Ipueiras(280,39 km²), Silvanópolis (471,95 km²), Pindorama do Tocantins (54,14 km²) e Santa Rosa do Tocantins (995,45 km²), distando aproximadamente 250 km da capital do estado do Tocantins, Palmas. (Leite, 2011).

Ainda, esta bacia hidrográfica em questão, possui uma área territorial de aproximadamente 1.838,72 km², sendo caracterizada por unidades geológicas da Formação Pimenteiras, Suíte Intrusiva Ipueiras, Grupo Natividade, Complexo Goiano, Aluviões Holocênicos e Coberturas Detrito-Laterítica Pleistocênica. Quanto aos aspectos da geomorfologia, estão circunscritos à Depressão do Tocantins, as Planícies Fluviais, o Planalto Residual do Tocantins e a Serra João Damião. (LEITE, E.F.2011).

4.1 Caracterização Do Meio Físico

Na (Figura 2), podemos observar que o embasamento no estilo complexos ocupa 91,73% da bacia hidrográfica e está distribuída no baixo, medio e alto curso.

Os depósitos sedimentares inconsolidados abrangem 7,88% da área de estudo, estando localizados na porção central, sul, norte e oeste. Corpos de água ocupa 0,22%, e está localizada na porção oeste da bacia.

As bacias sedimentares abrangem 0,17% da bacia, estando localizada na porção noroeste da bacia hidrográfica.

Na (Figura 3), a depressão do alto tocantins ocupa 90,76% da bacia hidrográfica, Estando localizada em praticamente toda a bacia hidrográfica.

O planalto dissecado do tocantins abrangem 2,44%, estando localizada no leste da bacia hidrográfica. Planícies fluviais ocupa 2,39% da área de estudo, distribuindo se no alto e medio curso. Serra de santo antonio abrangem 1,46%, estando localizada na porção noroeste da bacia.

Outras feições abrangem 2,95%, concentrando se na porção oeste da área de estudo.

Na (Figura 4), a classe do gleissolos ocupa 2,28% da área de estudo, e está distribuída no alto e medio curso.

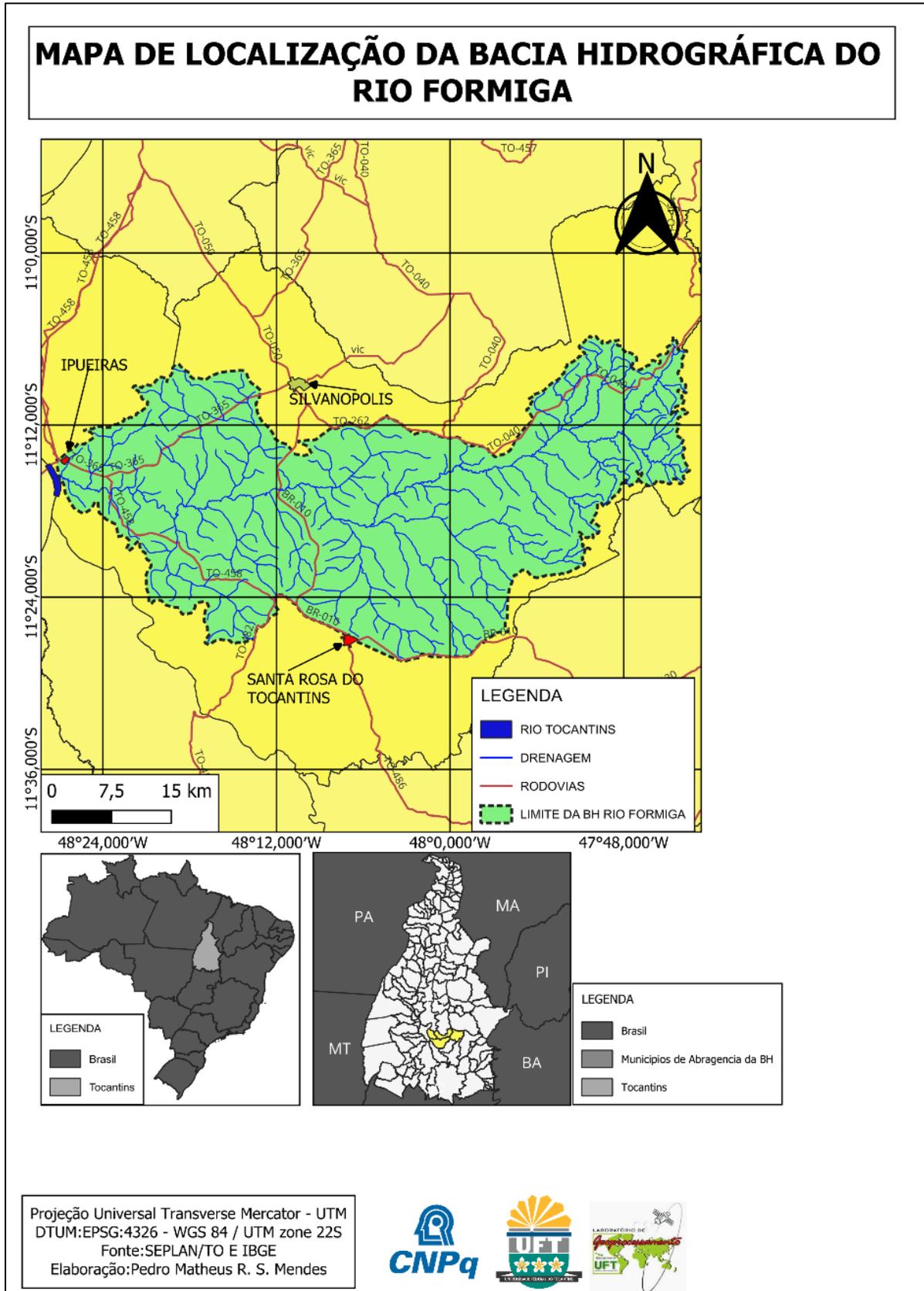
O latossolos ocupa 9,84%, distribuindo se por toda a bacia hidrográfica.

Neossolos ocupa 10,66%, distribuindo se nas porções leste e norte da bacia.

Plintossolos abrangem 77,01% da área de estudo, e está distribuída no alto, medio e baixo curso.

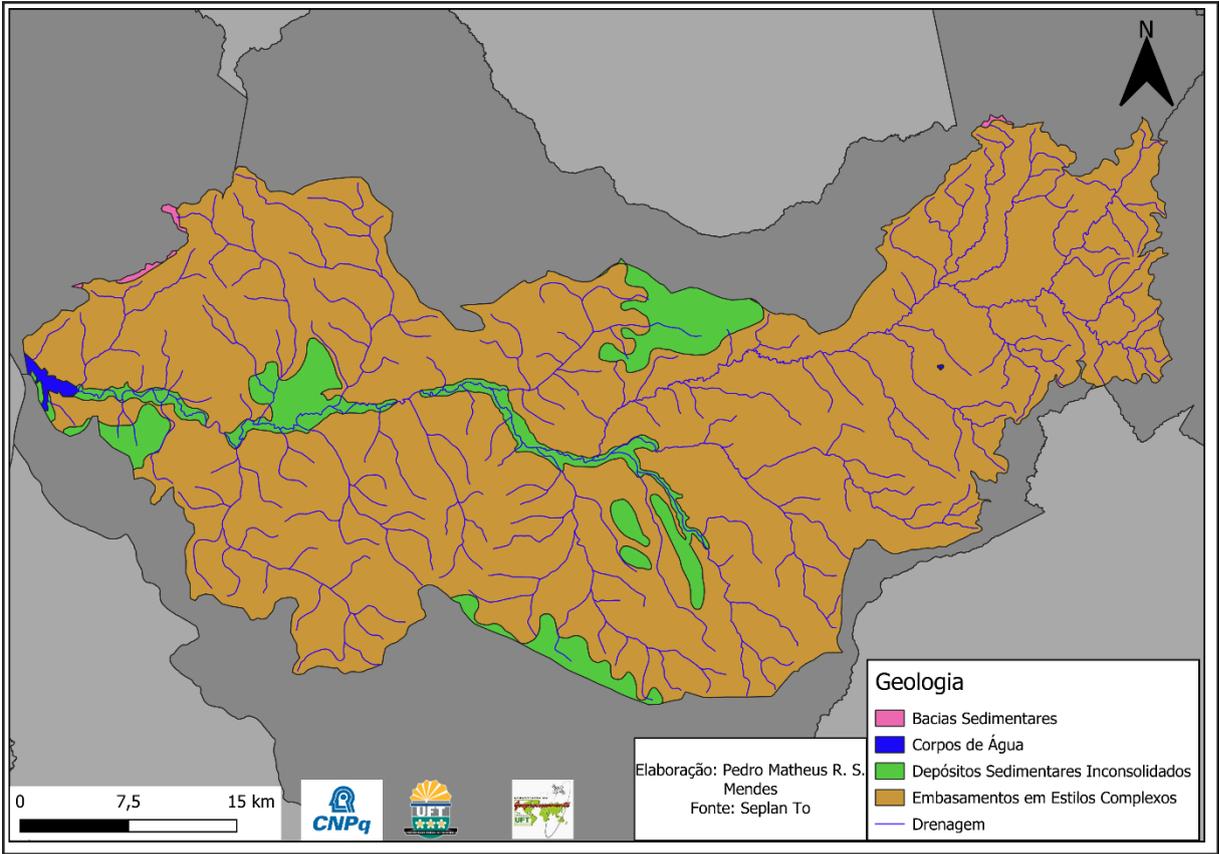
Outra feição ocupa 0,21% da área de estudo.

Figura 1 - Localização da bacia hidrográfica do rio Formiga – TO



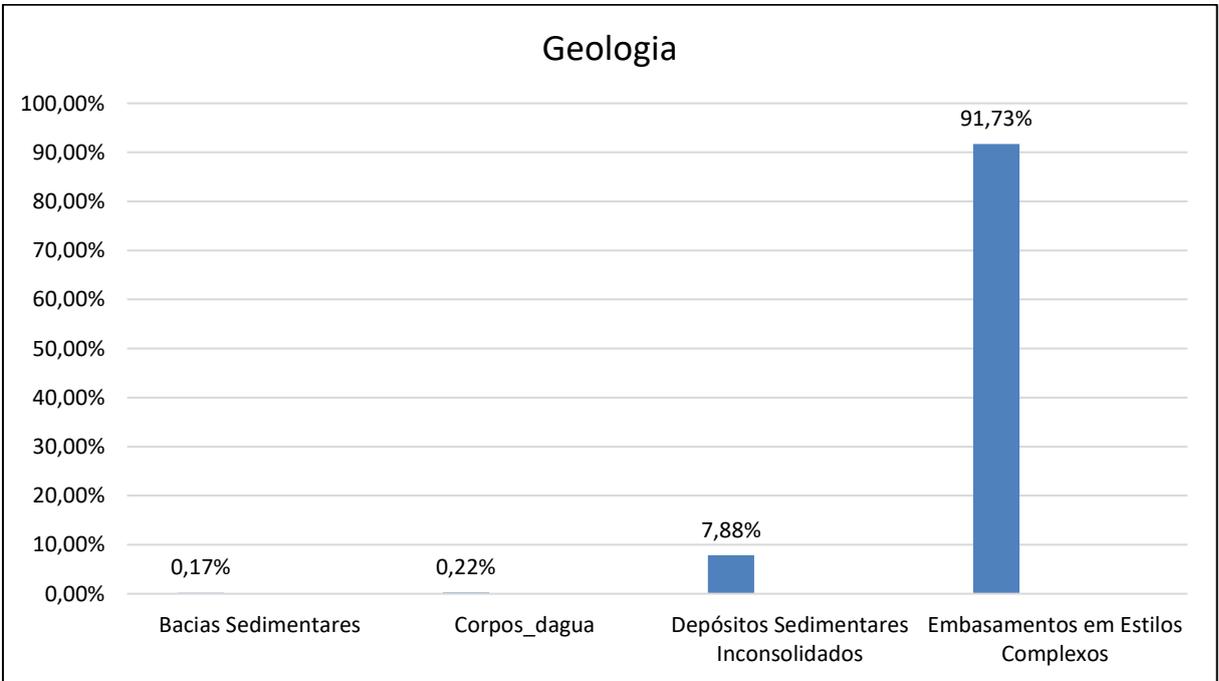
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 2 - Geologia da bacia hidrográfica do rio Formiga



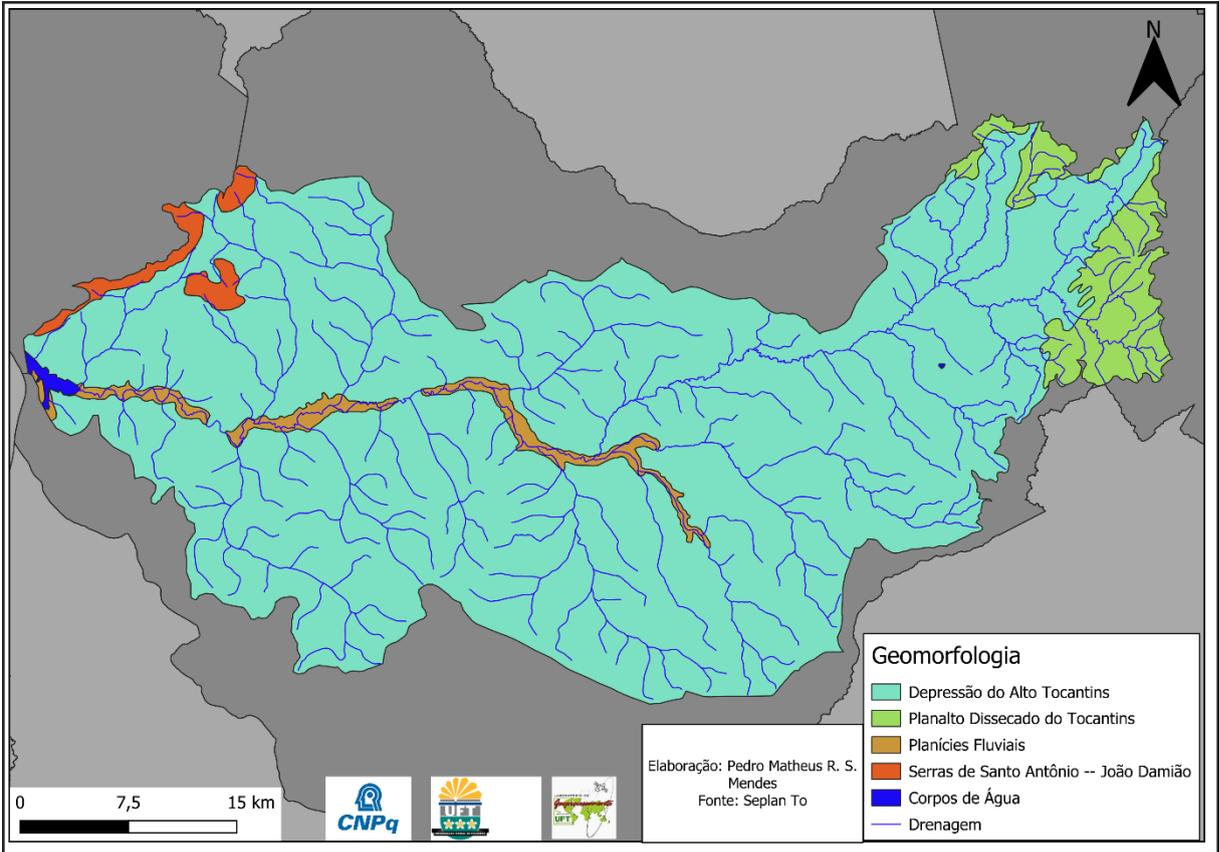
Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 3 - Geologia da bacia hidrográfica do rio Formiga



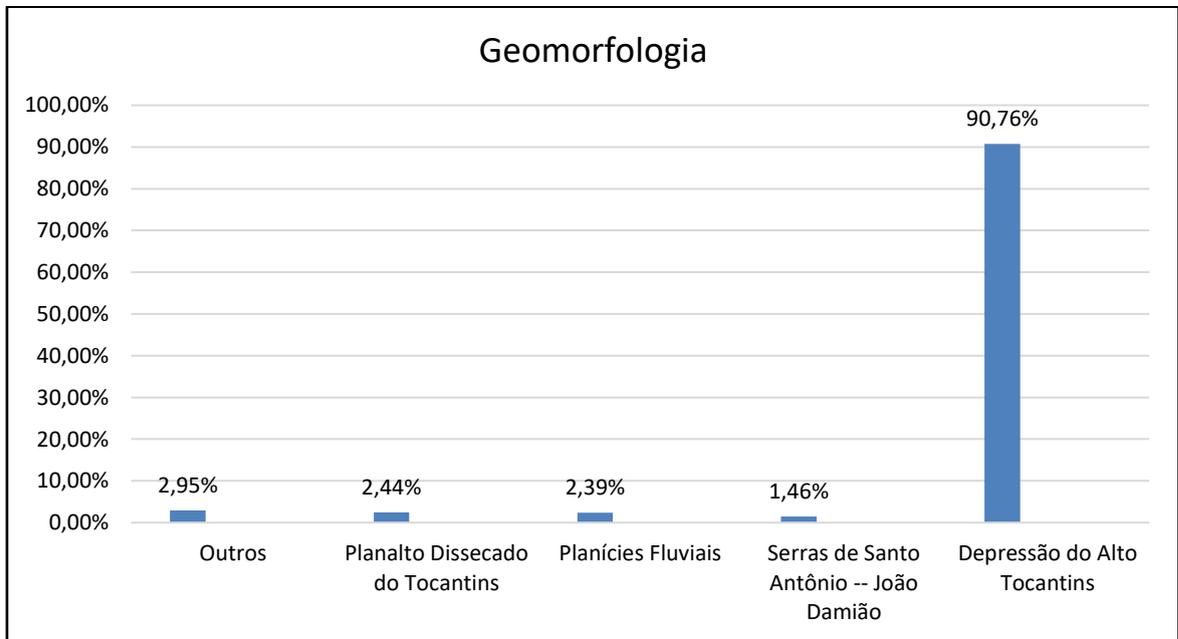
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 4 - Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Formiga



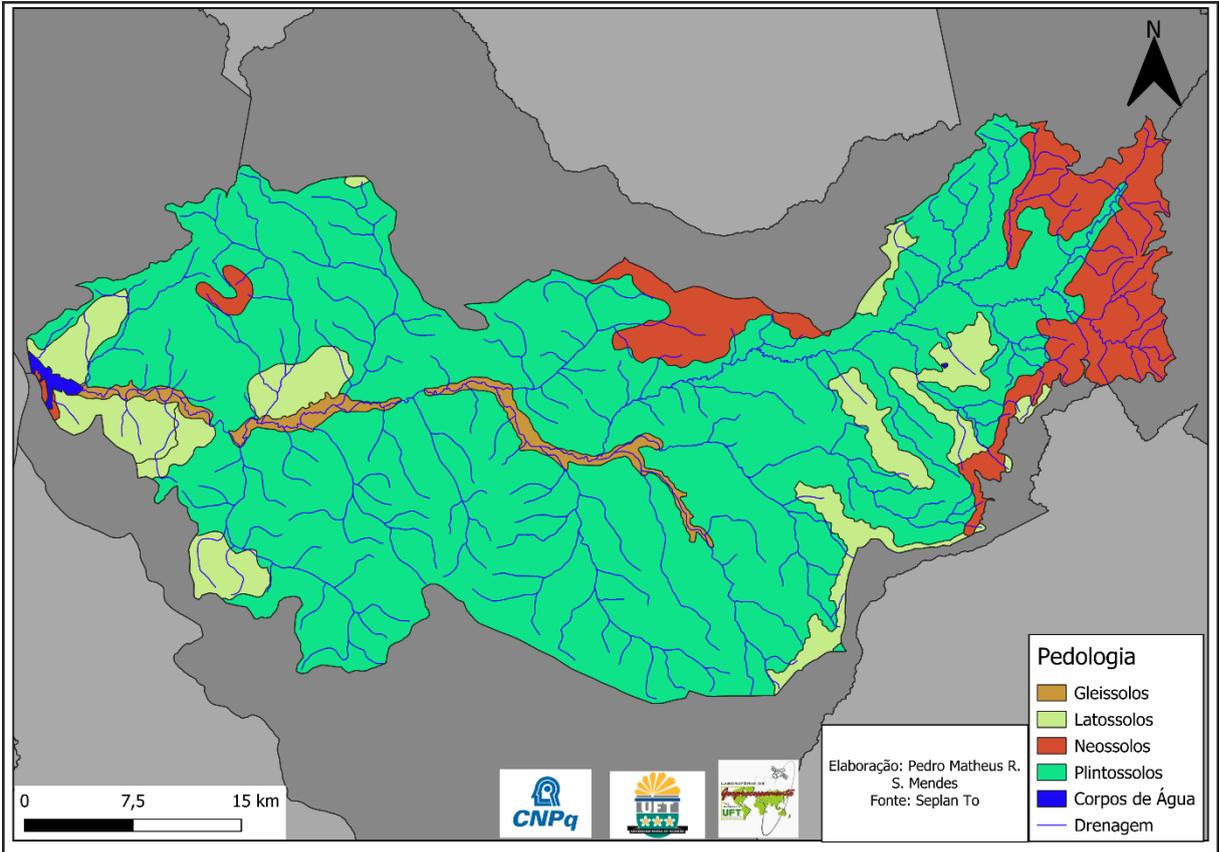
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 5 - Geomorfologia da bacia hidrográfica do rio Formiga



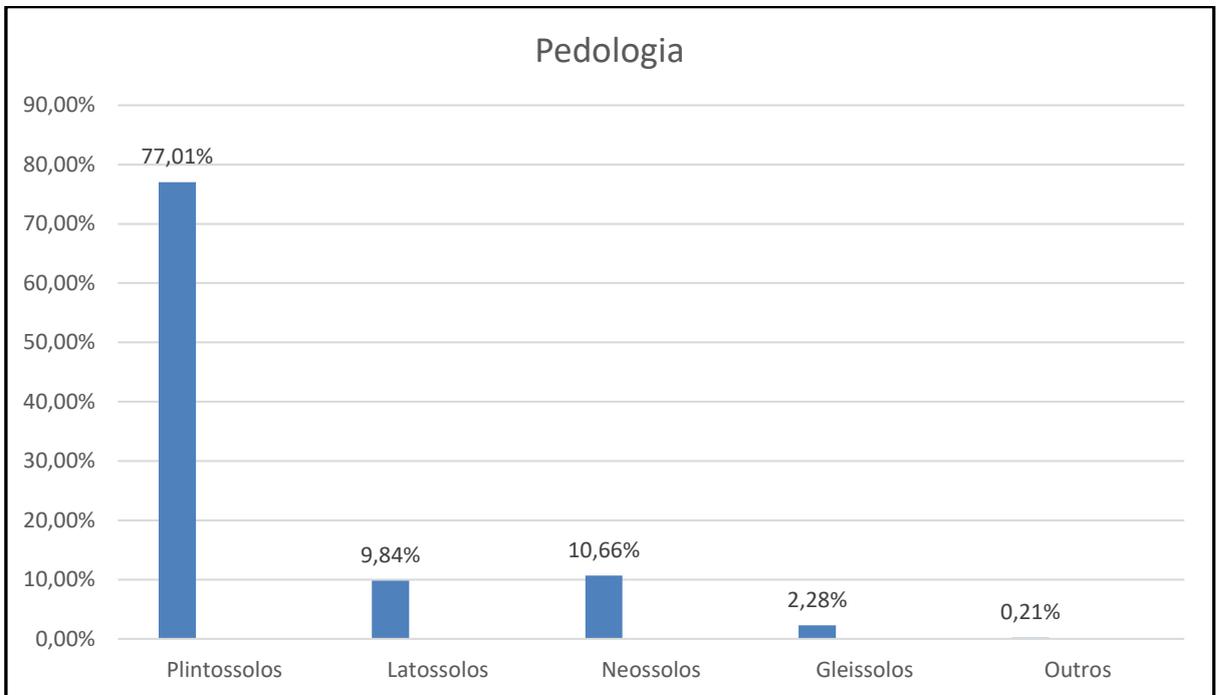
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 6 - Pedologia da Bacia Hidrográfica



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 7 - Pedologia da bacia hidrográfica do rio Formiga



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga - Anos de 1990, 2000, 2010 e 2022.

Em 1990 (Figura 5) a classe Florestal alcançou 38,53% da bacia hidrográfica, distribuindo se ao longo da rede de drenagem, concentrando-se nas porções centro, leste e oeste.

A classe Campestre alcançou 56,97% da área de estudo, distribuindo se praticamente em todas as porções da mesma.

A Agropecuária, abrangia 3,33%, ficando nas porções norte, sul e sul do oeste da bacia.

Os Corpos de água abrangiam 0,05% da bacia hidrográfica, concentrando-se nas porções central, norte e noroeste.

As Cicatrizes de Fogo, abrangiam 1,07% da área, está distribuído nas porções norte, sul e leste e a urbanização alcançou 0,05% da bacia hidrográfica, e está concentrada no sul e noroeste da mesma.

Em 2000 (Figura 6) a classe Florestal abrangia 17,15% da área da bacia hidrográfica, distribuída ao longo da rede de drenagem, distribuída no baixo, médio e alto curso.

A classe Campestre abrangia cerca de 42,62% da área de estudo, distribuindo se praticamente em todas as porções da mesma.

A Agropecuária abrangia 34,95%, distribuída em todas as porções da bacia hidrográfica.

Os Corpos D'água abrangiam 0,05%, distribuindo se pela porção do sudeste da bacia.

Cicatriz de Fogo abrangia 5,18%, distribuindo se por todas as porções da bacia e a Urbanização abrangia 0,05%, ficando concentrada no sul e noroeste da área de estudo

Em 2010 (Figura 7) a classe Florestal abrangia 31,94%, distribuindo se ao longo da rede de drenagem, concentrando-se nas porções centro, leste e oeste.

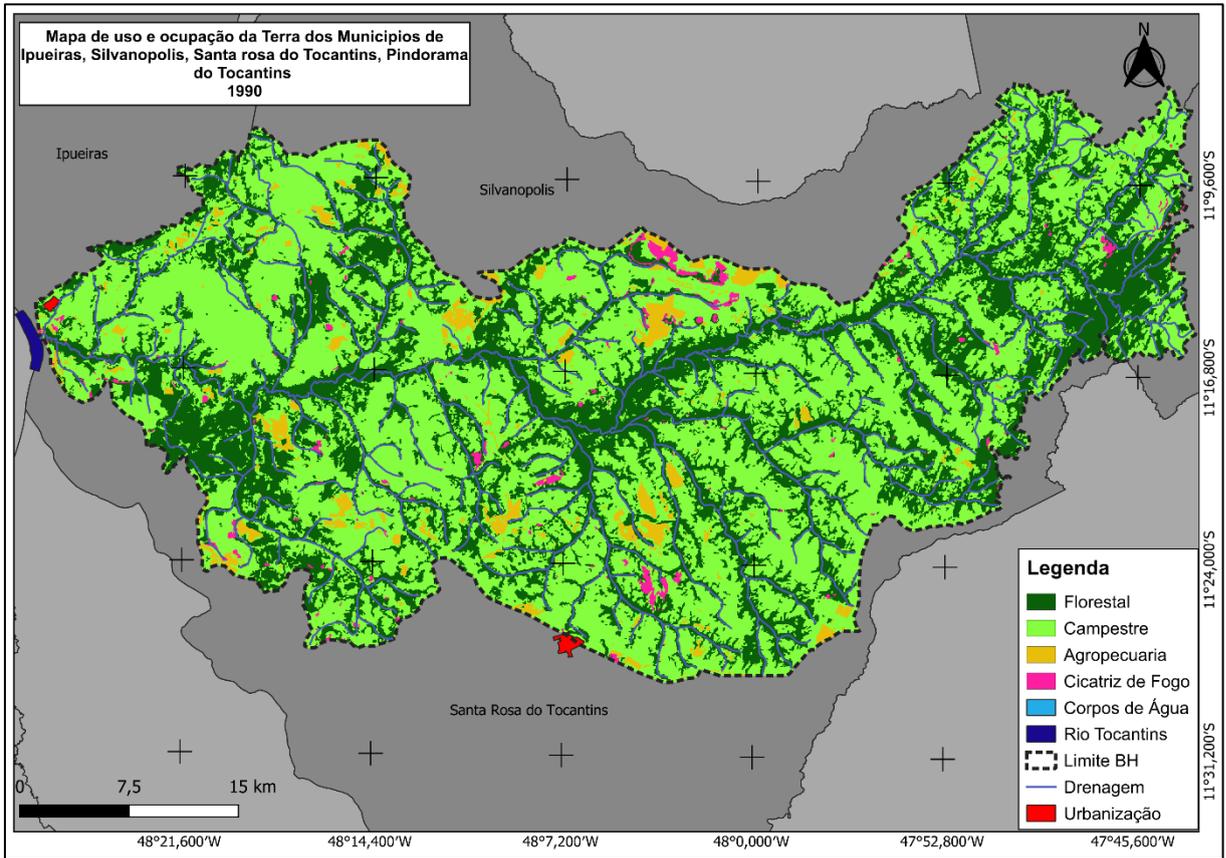
A classe Campestre abrangia 36,59%, distribuindo se praticamente em todas as porções da mesma.

A Agropecuária abrangia 29,7%, distribuída em toda as porções da bacia hidrográfica.

Os Corpos D'água abrangiam 0,05%, distribuindo se nas porções noroeste, sul e sudeste.

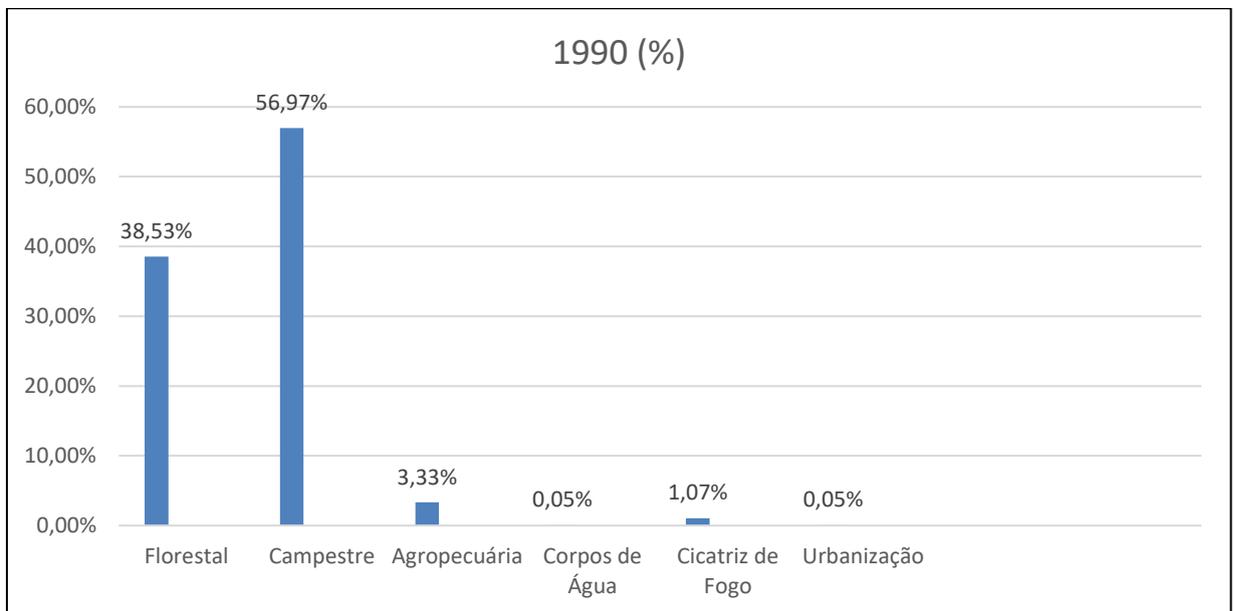
As Cicatrizes de Fogo, abrangiam 1,67%, concentrando se nas porções sul da área e a Urbanização abrangia 0,05%, concentrando-se no sul e noroeste da área de estudo.

Figura 8 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (1990)



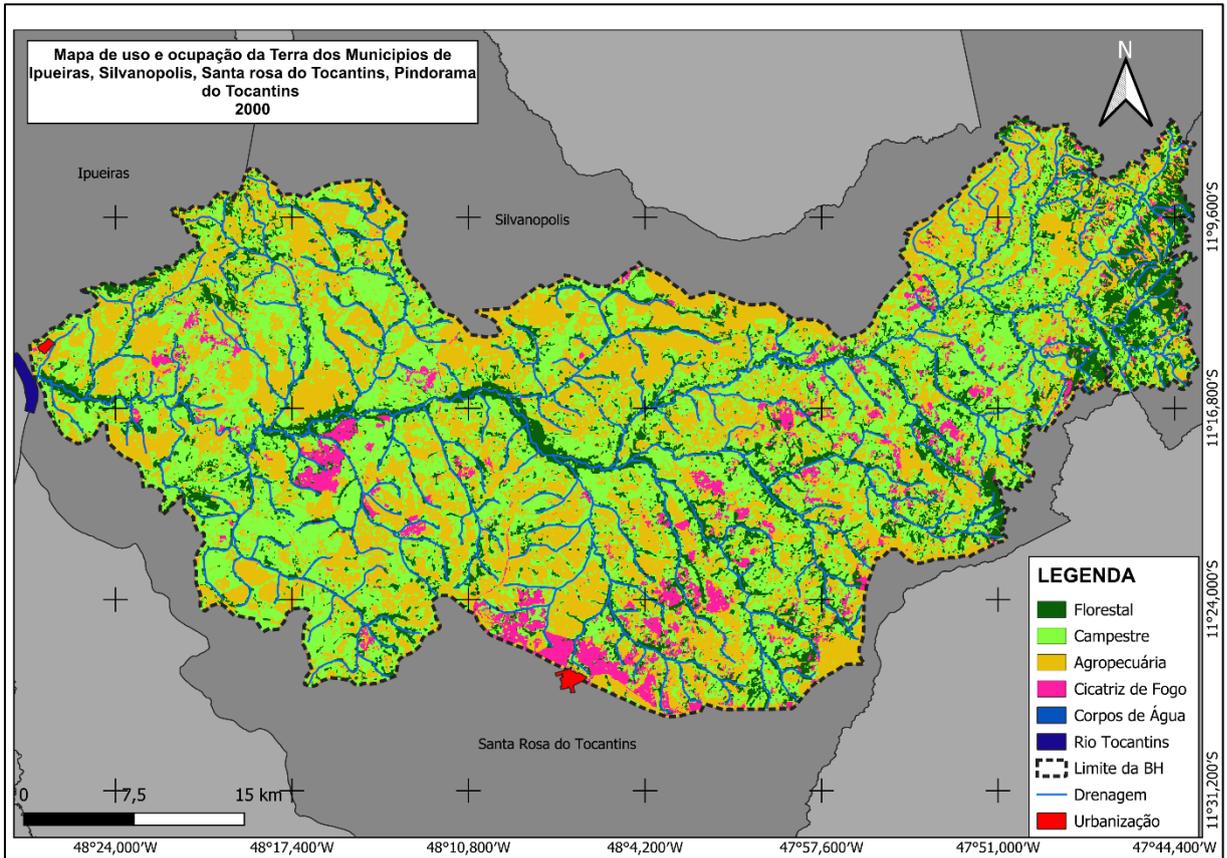
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 9 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 1990



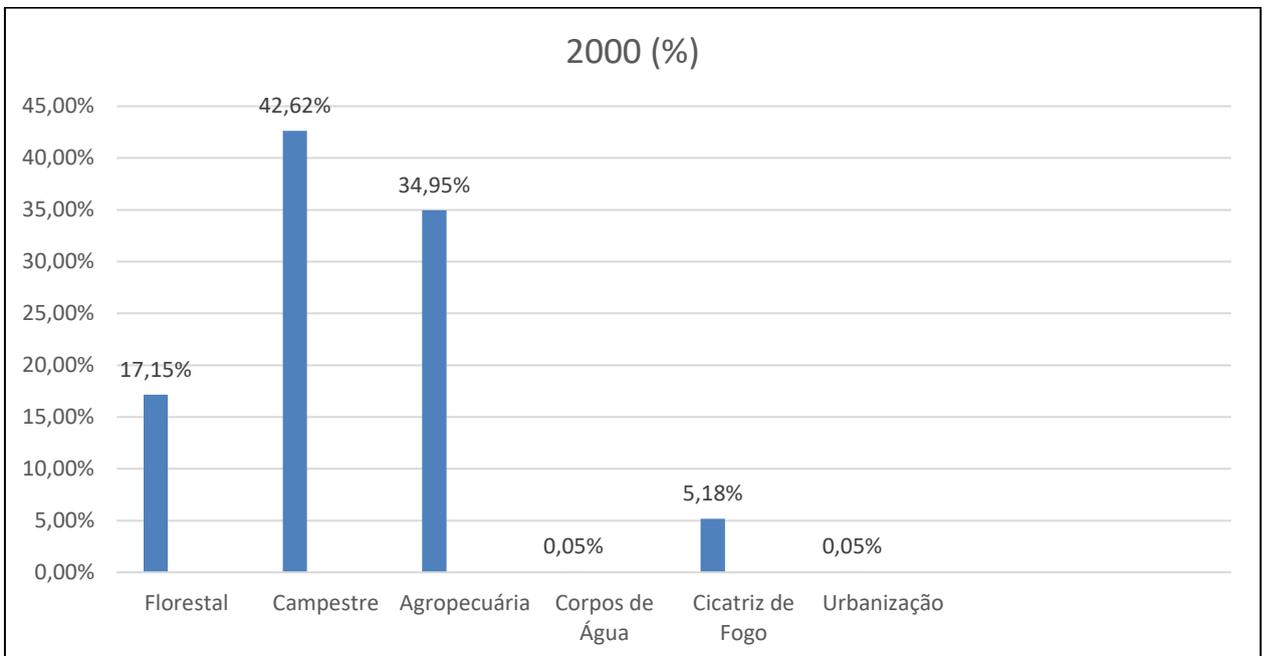
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 10 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2000)



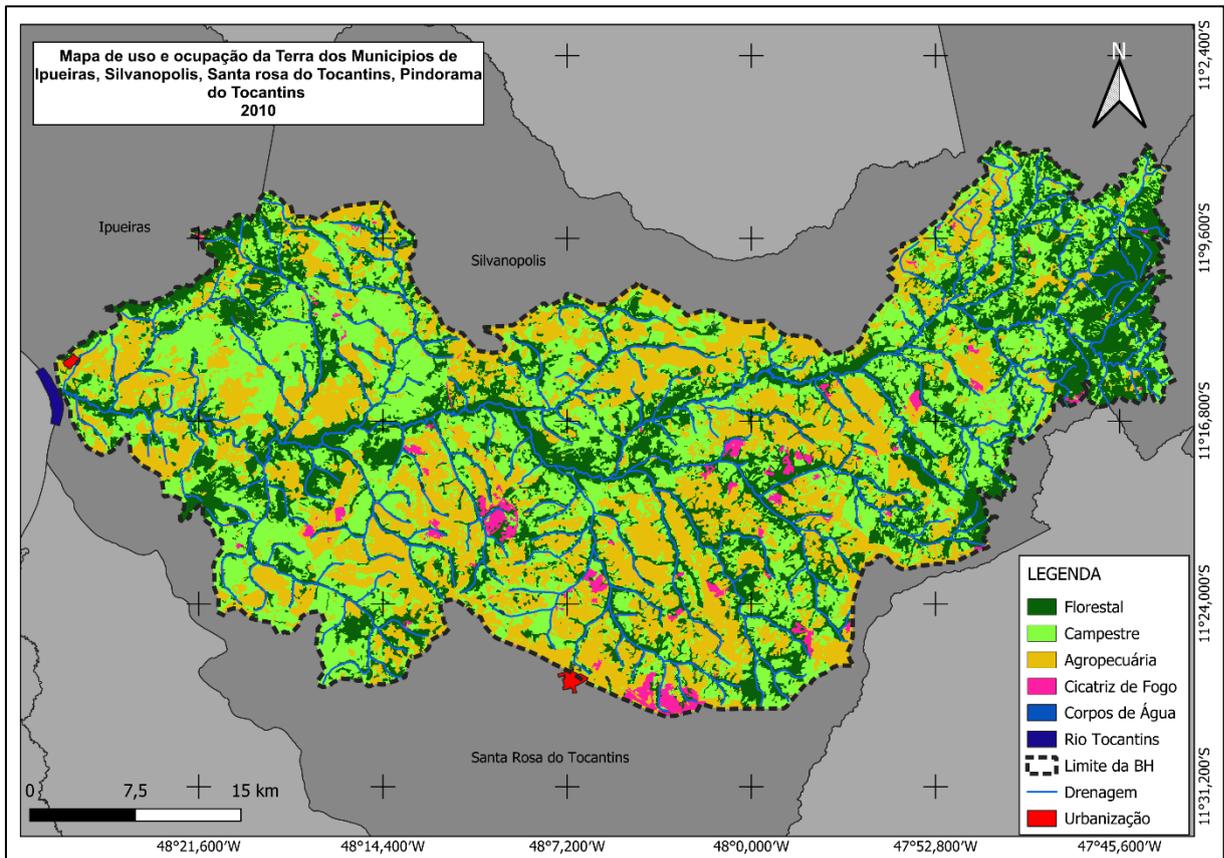
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 11 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2000



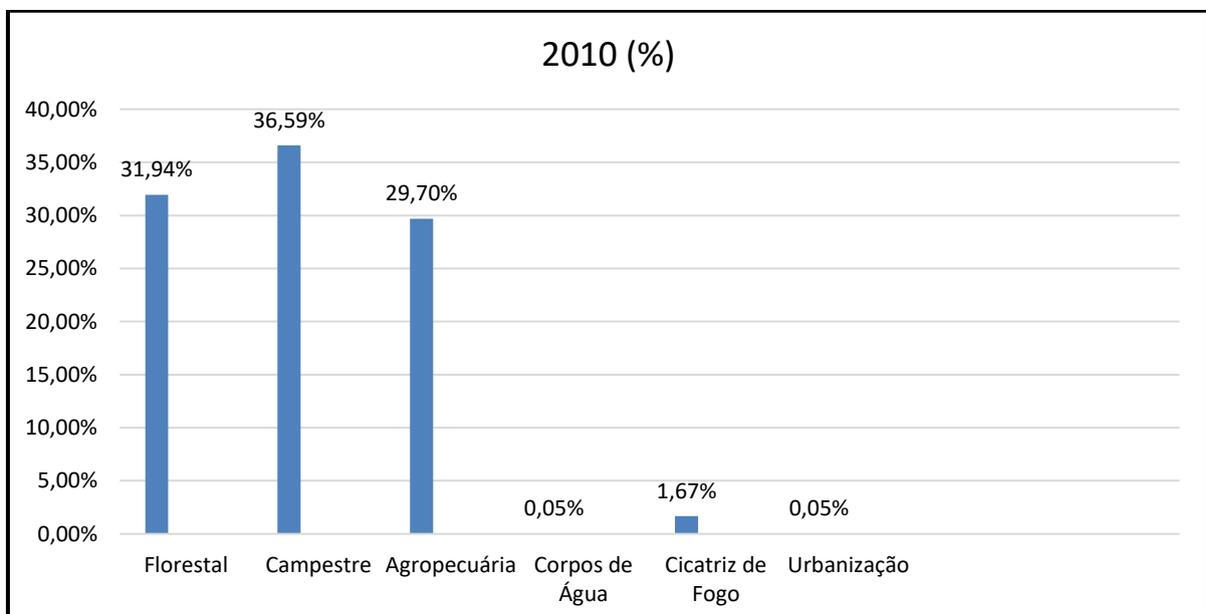
Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 12 - Mapa de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2010)



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 13 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2010



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Em 2022 (Figura 8) a classe Florestal abrangia 20,96%, distribuindo se ao longo da rede de drenagem, concentrando-se nas porções centro, leste e oeste.

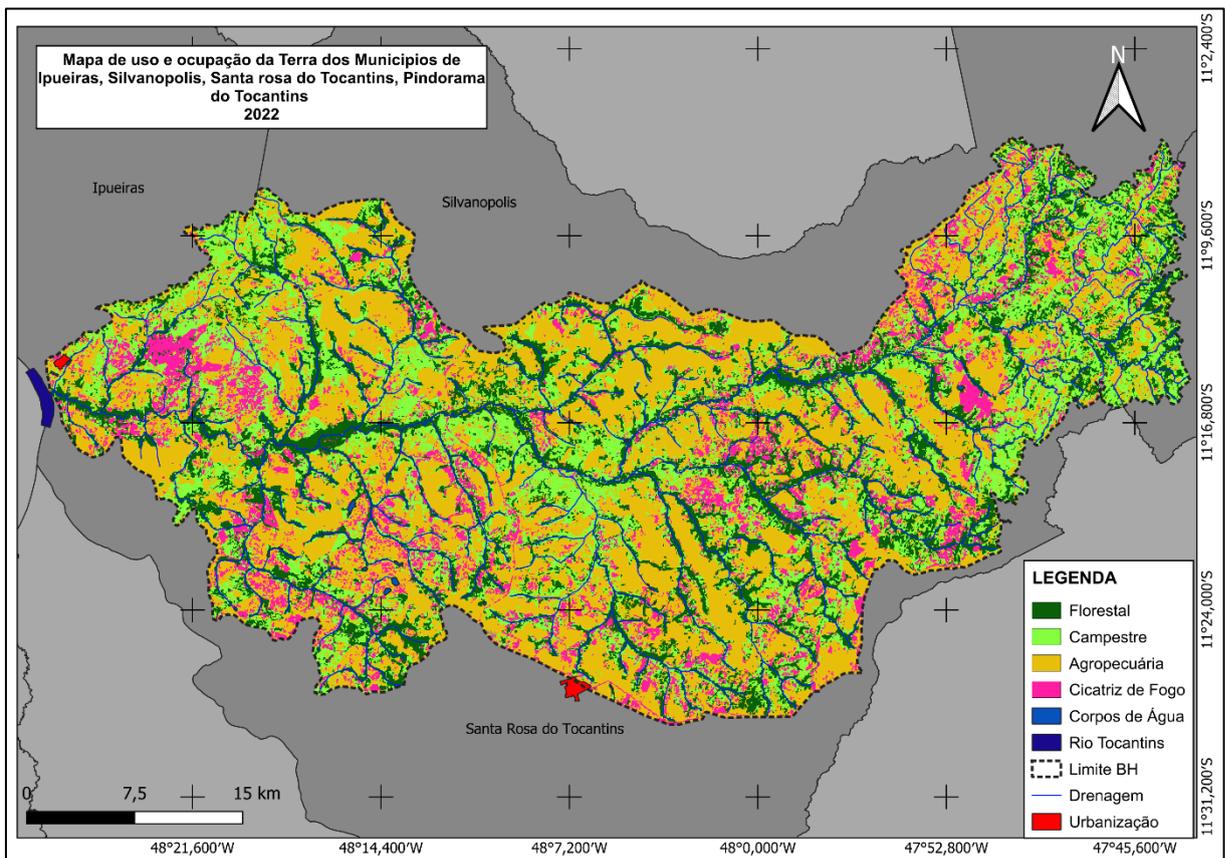
A classe Campestre abrangia 26,37%, distribuindo se praticamente em todas as porções da mesma.

A Agropecuária abrangia 40,24% da área da bacia hidrográfica, distribuindo se por toda a área.

Os Corpos D'Água, abrangiam 0,12%, distribuído nas porções sudoeste e noroeste.

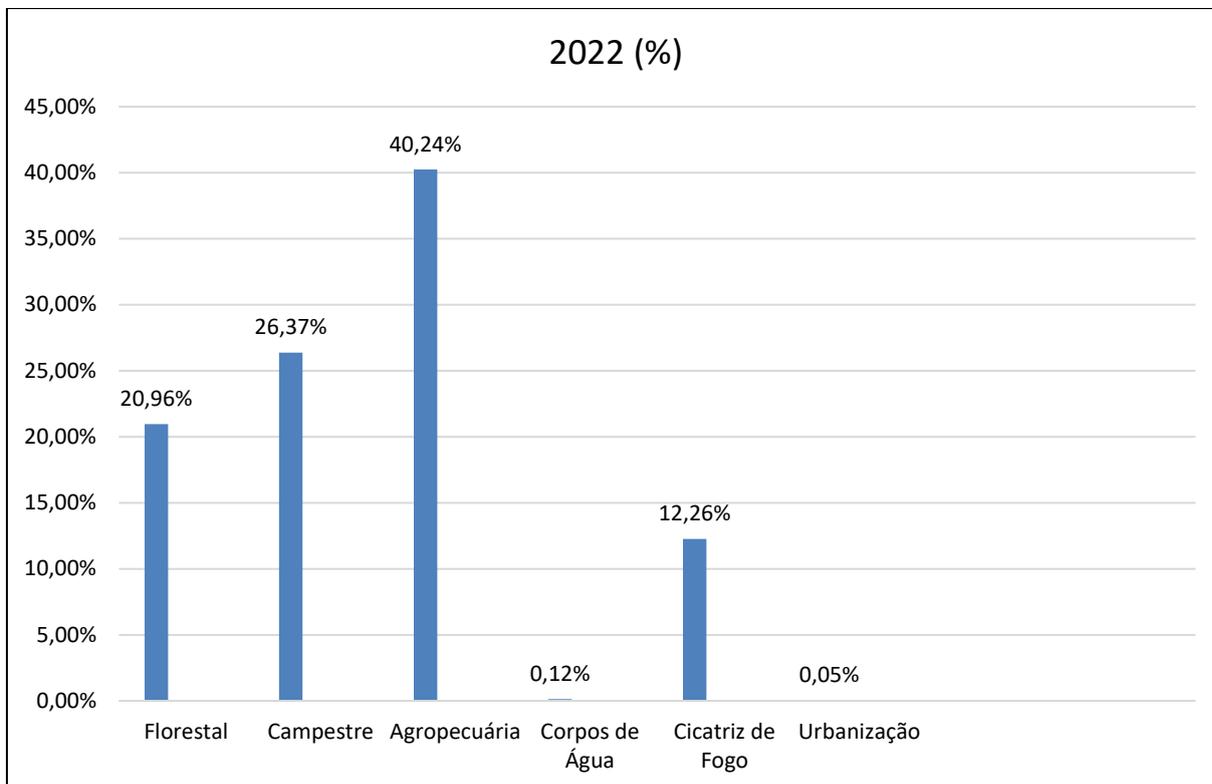
As Cicatrizes de Fogo, abrangiam 12,26%, distribuindo se por todas as porções da bacia hidrográfica e a Urbanização abrangia 0,05%, ficando concentrada no sul e noroeste da área de estudo.

Figura 14 - Mapa Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga (2022)



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

Figura 15 - Uso e Ocupação da Terra da bacia hidrográfica do rio Formiga no ano de 2022



Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

5.2 Análise das Transformações de Uso e Ocupação da Terra na bacia hidrográfica do rio Formiga - Período de 1990 a 2020.

Podemos observar os resultados da análise da evolução temporal na área de pesquisa (Tabela 1 e Figuras 5, 6, 7 e 8), onde podem ser observados de maneira geral, a existência de significativas transformações ambientais e de uso e ocupação da terra, ocorridas entre os anos de 1990 e 2022.

Tabela 1. Evolução do Uso e Ocupação da Terra - 1990 a 2020

Classes	1990		2000		2010		2022		Evolução
	Km ²	%							
Florestal	708,56	38,53%	315,37	17,15%	587,35	31,94%	385,55	20,96%	-46,60
Campestre	1047,14	56,97%	783,77	42,62%	672,67	36,59%	484,93	26,37%	-53,71
Agropecuária	61,28	3,33%	642,79	34,95%	546,14	29,7%	739,41	40,24%	1.108,40
Corpos de Água	1,01	0,05%	0,436	0,05%	0,885	0,05%	2,38	0,12%	140
Cicatriz de Fogo	19,83	1,07%	95,42	5,18%	30,72	1,67%	225,5	12,26%	1.045,79
Urbanização	0,9	0,05%	0,93	0,05%	0,95	0,05%	0,95	0,05%	0
Total	1.838,72	100%	1.838,72	100%	1.838,72	100%	1.838,72	100%	-

Fonte: Pedro Matheus R S Mendes, 2024.

De maneira geral, podemos observar a evolução, entre 1990 e 2022, onde a classe Florestal ocupava 38,53% em 1990 e passa para 20,96% em 2022, apresentando uma diminuição de 46,60%.

A classe Campestre ocupava 56,97% em 1990 e passa para 26,37% em 2022, apresentando uma diminuição de 53,71%.

A Agropecuária ocupava 3,33% em 1990 da área e passa para 40,24%, apresentando um aumento de 1.108,40%.

Os Corpos D' Água ocupavam 0,05% da área e passam para 0,12% em 2022, apresentando um aumento de 140%.

As Cicatrizes de Fogo ocupavam 1,07% da área e passam para 12,26% em 2022, apresentando um aumento de 1.045,79% e a Urbanização ocupava 0,05% da área, mantendo sua ocupação de área na bacia em questão.

Podemos observar que a formação florestal e a campestre diminuíram em comparação ao primeiros ano da pesquisa,

Já a agropecuária, corpos de água e cicatriz de fogo teve um aumento significativo desde o início da pesquisa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, os resultados da pesquisa proporcionaram a análise de significativas transformações ambientais que decorreram do Uso e Ocupação da Terra, principalmente ligadas à expansão de atividades agropecuárias desenvolvidas na bacia hidrográfica do rio Formiga.

Pode-se observar que a mata nativa diminuiu bastante em decorrência da expansão da agropecuária, a cicatriz de fogo também aumentou com o expansão da agropecuária.

Também, pode-se destacar a importância do uso das técnicas de Geoprocessamento, como o Sensoriamento Remoto, para analisar as transformações ambientais e de Uso e Ocupação da Terra, servindo de ferramenta no planejamento e gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

- BITTENCOURT, P. O. **Sensoriamento Remoto aplicado na análise das transformações ambientais do município de Araguaçu - Tocantins: ênfase nos aspectos de Uso e Ocupação da Terra.** Porto Nacional – TO: Relatório Final de PIVIC. UFT, 2022.
- CAMPOS, S.; JÚNIOR, A. A.; BARROS, Z. X.; CARDOSO, L. G.; PIROLI, E. L. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso da terra em microbacias hidrográficas, Botucatu-SP.** *Engenharia Agrícola*, 2004, 24: 431-435. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/5141>, acesso em 10/09/2023.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. Campinas – SP: NOTÍCIA GEOMORFOLÓGICA, (18), 1969, p. 35-64.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. São Paulo – SP: Edgard Blücher, 1980.
- DAINESE, R. C. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual. 2001. 186 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90651>, acesso em 10/09/2023
- GOMES, C. S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. **cadernos do leste**, [s. l.], v. 19, n. 19, 2019. doi: 10.29327/248949.19.19-4. disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13160>. acesso em: 3 abr. 2024.
- LEITE, E. F. Caracterização, diagnóstico e zoneamento ambiental: o exemplo da Bacia Hidrográfica do Rio Formiga - TO. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. 228 f
- LEITE, E. F.; Determinação e caracterização de unidades de paisagem natural na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga - TO a partir de técnicas de geoprocessamento, INPE, Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013.
- ROSA, Roberto; BRITO, Jorge Luis Silva. Introdução ao geoprocessamento. **UFU: Apostila. Uberlândia**, 2013.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. *Geological*