

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

TRANSIÇÃO DA PAISAGEM NO CERRADO MINEIRO: IMPACTOS
AGROAMBIENTAIS NA APA DO RIO UBERABA, MG

GIULIA LAMEIRA DA SILVA

Jaboticabal – SP
2ºSemestre/2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

TRANSIÇÃO DA PAISAGEM NO CERRADO MINEIRO: IMPACTOS
AGROAMBIENTAIS NA APA DO RIO UBERABA, MG

Giulia Lameira da Silva

Orientador: Prof. Dr^a. Teresa Cristina Tarlé Pissarra

Coorientadora: Ma. Juliana Dias Pedroso

Trabalho apresentado à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias -
UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para
graduação em ENGENHARIA
AGRONÔMICA.

Jaboticabal – SP
2ºSemestre/2026

S586t

Silva, Giulia Lameira da

Transição da paisagem no Cerrado Mineiro: impactos agroambientais na
APA do Rio Uberaba, MG. / Giulia Lameira da Silva. -- Jaboticabal, 2026
51 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) -
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Teresa Cristina Tarlé Pissarra

Coorientadora: Juliana Dias Pedroso

1. Uberaba, Rio, Bacia (MG). 2. Ecologia da paisagem. 3. Cerrados. I.
Título.

Giulia Lameira Da Silva

Transição da Paisagem no Cerrado Mineiro: Impactos Agroambientais na APA do Rio Uberaba - MG.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em **Engenharia Agrônoma**.

Orientador: Profa. Dra. Teresa Cristina Tarle Pissarra

Coorientador (se houver): Ma. Juliana Dias Pedroso

Área de Concentração: Geomática, Política de Uso do Solo

Trabalho aprovado em 07/07/2026

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Teresa Cristina Tarle Pissarra

UNESP - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Campus de Jaboticabal

Prof. Dr. Fábio Gabriel Nascibem

USP - Universidade de São Paulo – Instituto de Química

Profa. Dra. Renata Cristina Araujo Costa

UNG - Universidade de Guarulhos

Prof. Dr. Luiz Fabiano Palaretti
Chefe do Departamento

OFERECIMENTOS

Dedico minha trajetória acadêmica em memória do meu avô, Albino Abreu Lameira Filho, que permanece presente em meu coração e em minhas lembranças.

À minha família, especialmente aos meus pais, Amauri Frazão da Silva e Carla Roberta de Abreu Lameira pelo apoio incondicional durante toda essa caminhada, e aos meus irmãos, Murilo Lameira da Silva e Henrique Lameira da Silva que são minha maior motivação de vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pois a minha trajetória foi guiada por Ele. Cada passo, conquista e desafio vivido ao longo dessa caminhada aconteceram por Sua vontade.

Aos meus pais, Amauri Frazão da Silva e Carla Roberta de Abreu Lameira, meu mais profundo agradecimento por todo amor, apoio e esforço dedicados a mim ao longo da vida. Obrigada por nunca medirem esforços para que eu pudesse chegar até aqui e por sempre acreditarem nos meus sonhos, mesmo nos momentos mais difíceis.

A minha avó materna, Maria de Lourdes Menin Lameira, por todo amor, cuidado e acolhimento. E em memória do meu avô, Albino Abreu Lameira Filho, que sempre cuidou de mim com tanto carinho e zelo. Tenho certeza de que está olhando por mim com orgulho.

Aos meus irmãos, Murilo Lameira da Silva e Henrique Lameira, agradeço por serem minha alegria diária e a melhor parte da minha vida. Vocês são minha maior motivação e meu maior incentivo para continuar buscando o melhor para o meu futuro.

À toda a minha família, tias e tios, primas e primos, avó paterna (Jesuína Maria Frazão) e a minha madrinha, obrigada pelo carinho, apoio e acolhimento durante toda a minha vida. Cada palavra de incentivo e cada gesto de cuidado foram essenciais nessa caminhada.

Ao meu namorado e companheiro, Heitor Falcão (Rú-ssel), agradeço por

toda paciência e apoio. Obrigada por estar ao meu lado nos momentos difíceis, por me acalmar quando tudo parecia perdido e por sempre confiar em mim.

Aos meus amigos e à minha república Rep Hour, meu muito obrigada por terem transformado Jaboticabal em um lar, mesmo estando tão longe da minha casa. Levarei comigo todas as histórias, risadas, choros, aprendizados e momentos compartilhados ao longo desses anos.

Às minhas amigas Ama-zona, Mini-byte e Barrichella, obrigada por cada abraço, conversa, palavra de apoio e por estarem presentes nos momentos mais difíceis e também nos mais felizes dessa trajetória. À minha companheira 021, Pudor, agradeço por todo companheirismo e amizade ao longo dessa caminhada.

À professora Teresa e minha coorientadora Juliana, agradeço pela oportunidade, confiança e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho. Estendo também minha gratidão a todos os professores da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, pelos ensinamentos e contribuições para minha formação acadêmica e pessoal.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha trajetória e contribuíram para que eu chegasse até aqui. Tenho plena certeza de que nada disso seria possível sem cada uma dessas pessoas.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY	2
3. INTRODUÇÃO	3
4. REVISÃO DE LITERATURA	8
4.1 Conversão de Uso e Cobertura da Terra: Dinâmicas e Vetores de Transformação	8
4.2 Sensoriamento Remoto Aplicado ao Monitoramento do Uso e Cobertura da Terra	12
5. MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1 Área de Estudo	15
5.2 Base de Dados	16
5.3 Procedimentos metodológicos	18
5.4 Classificação das classes de uso do solo	18
5.4.1 Seleção dos dados.....	19
5.4.2 Processamento e organização dos dados.....	20
5.4.3 Análise temporal	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6.1 Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra.....	21
6.2 Transformações na Matriz Agropecuária e Expansão das Culturas Agrícolas....	35
6.3 Áreas estáveis de uso e cobertura da terra	37
7. CONCLUSÕES	40
8. LITERATURA CITADA	41

1. RESUMO

A expansão das atividades antrópicas no bioma Cerrado tem intensificado as mudanças no uso e cobertura da terra, comprometendo a conservação dos recursos naturais e a segurança hídrica em áreas protegidas. Sendo assim, foi criada a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba, com o objetivo de proteger os recursos hídricos e os remanescentes de vegetação nativa que abastecem o município de Uberaba (MG). Este trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica espacial e temporal do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica da APA, entre 1985 e 2024. A metodologia compreendeu o processamento dos dados anuais de uso e cobertura da terra disponibilizados pelo Projeto MapBiomas, utilizando técnicas de geoprocessamento para a elaboração de mapas temáticos multitemporais e a identificação dos principais vetores de transformação da paisagem. Os resultados indicam que, entre 1985 e 2024, ocorreu a substituição de áreas de vegetação nativa do Cerrado por atividades agropecuárias, com destaque para a intensificação da agricultura, evidenciando alterações significativas na configuração da paisagem da bacia. Esses resultados fornecem subsídios para o planejamento ambiental, o manejo da APA e a definição de áreas prioritárias para restauração ecológica, contribuindo para o fortalecimento de políticas públicas voltadas à conservação do Cerrado e à segurança hídrica da região.

Palavras-chave: multifuncionalidade do ecossistema; política de uso do solo; monitoramento ambiental; MapBiomas

2. SUMMARY

LANDSCAPE TRANSITION IN THE MINAS GERAIS CERRADO: AGRO-ENVIRONMENTAL IMPACTS IN THE UBERABA RIVER APA, MG

The expansion of human activities in the Cerrado biome has intensified changes in land use and land cover, compromising natural resource conservation and water security in protected areas. Consequently, the Rio Uberaba Environmental Protection Area (EAP) was established to protect the water resources and native vegetation remnants that supply the municipality of Uberaba (MG). This study aimed to analyze the spatiotemporal dynamics of land use and land cover within the APA's watershed between 1985 and 2024. The methodology involved processing annual land use and land cover data provided by the MapBiomass Project, employing geoprocessing techniques to create multitemporal thematic maps and identify the primary drivers of landscape transformation. The results indicate that, between 1985 and 2024, native Cerrado vegetation was replaced by agricultural and livestock activities, particularly the intensification of agriculture, revealing significant changes in the watershed's landscape configuration. These findings provide a basis for environmental planning, APA management, and the identification of priority areas for ecological restoration, thereby contributing to the strengthening of public policies aimed at Cerrado conservation and regional water security.

Keywords: ecosystem multifunctionality; land-use policy; environmental monitoring; MapBiomass

3. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Cerrado consolidou-se como uma das principais áreas de expansão da fronteira agropecuária brasileira, especialmente a partir da década de 1970. Este fato impulsionou as políticas de ocupação territorial, avanços tecnológicos, correção da acidez dos solos e mecanização agrícola (SANO et al., 2019; BARBOSA, 2008). Como consequência, ocorreram mudanças expressivas no uso e cobertura da terra, com a área ocupada por usos antrópicos passando de 38,9% em 2002 para 43,4% em 2013. Nesse período, cerca de 19,1 milhões de hectares de formações naturais foram convertidos em pastagens cultivadas e 3,7 milhões de hectares em áreas agrícolas, evidenciando a intensidade das transformações no bioma e reforçando a necessidade de estudos que subsidiem o planejamento territorial e a gestão ambiental (SANO et al., 2019).

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul e do Brasil, ocupando aproximadamente 1.983.017 km², o que corresponde a cerca de 23,3% do território nacional (IBGE, 2019). Reconhecido como a savana mais rica em biodiversidade do planeta, apresenta elevado grau de endemismo de espécies vegetais e animais, sendo considerado um hotspot global de biodiversidade devido à sua riqueza ecológica e à intensa pressão antrópica sofrida ao longo das últimas décadas (KLINK; MACHADO, 2005; MYERS et al., 2000).

Além de sua importância biológica, o bioma exerce papel estratégico na manutenção dos recursos hídricos brasileiros, abrigando nascentes e

cabeceiras que alimentam importantes regiões hidrográficas do continente, favorecidas por características geológicas que promovem a infiltração e o armazenamento de água no subsolo (LIMA, 2010; ANA, 2013).

No contexto das transformações da paisagem, a distinção entre os conceitos de cobertura da terra e uso da terra é fundamental para a análise geográfica. De acordo com o Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), a cobertura da terra refere-se aos elementos biofísicos presentes na superfície terrestre, incluindo componentes naturais, como florestas, savanas, campos e corpos hídricos, bem como elementos antrópicos, como áreas urbanizadas e outras estruturas construídas.

O uso da terra, por sua vez, refere-se às formas de apropriação e utilização da cobertura terrestre pela sociedade, abrangendo atividades como agricultura, pecuária, silvicultura, expansão urbana, entre outras (IBGE, 2013). Alterações no uso da terra que desconsideram as características e limitações naturais da cobertura original podem provocar impactos ambientais significativos, incluindo mudanças nos processos hidrológicos, degradação do solo e redução da biodiversidade (FOLEY et al., 2005).

Um dos reflexos mais imediatos e destrutivos provocados pela retirada da cobertura vegetal nativa é o disparo dos processos erosivos, o que provoca uma reação em cadeia na produção e no transporte de sedimentos para o interior das bacias (HERANO, WOLDESENBET E GEBREKRISTOS, 2024).

É dentro desse panorama de preocupação com a segurança hídrica que se destaca a importância da Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio Uberaba, instituída no estado de Minas Gerais. Localizada no município de

Uberaba, no coração do Triângulo Mineiro, essa unidade de conservação de uso sustentável estende-se por um território de aproximadamente 528 km². A motivação por trás de sua criação respondeu à necessidade de salvaguardar a integridade ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba, principal manancial de abastecimento público do município (UBERABA, [s.d.])

A Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba, instituída inicialmente pelo âmbito estadual (Lei Estadual nº 13.183/1999) e consolidada no âmbito municipal pela Lei nº 9.892/2005, é uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável. O seu principal objetivo prático é proteger a bacia hidrográfica que serve como o principal manancial de abastecimento público de água da cidade de Uberaba (MG), garantindo a qualidade e a segurança hídrica da captação (operada pela Codau) localizada a jusante da área protegida.

Sujeita às pressões e vulnerabilidades típicas do bioma Cerrado, a APA cumpre a função de proteger áreas de nascente, matas ciliares e zonas de recarga hídrica essenciais para a manutenção dos recursos hídricos da bacia (UBERABA, [s.d.]). Entretanto, a unidade de conservação está inserida em uma região marcada pela intensa atividade agropecuária, especialmente pelo cultivo de grãos e cana-de-açúcar, o que reforça a necessidade de monitoramento contínuo das mudanças no uso e cobertura da terra e de seus potenciais impactos ambientais (SANO et al., 2019; UBERABA, [s.d.]).

Para viabilizar o monitoramento das alterações na paisagem ao longo do tempo, a pesquisa científica tem se beneficiado do avanço das geotecnologias. Ferramentas como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), a cartografia digital e o sensoriamento remoto possibilitam a aquisição, o processamento e

a análise de informações espaciais da superfície terrestre por meio de sensores orbitais permitindo a identificação e quantificação de mudanças na cobertura e no uso da terra com maior eficiência e precisão (NOVO, 2010).

No contexto nacional, destaca-se o Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomass), uma iniciativa colaborativa que reúne organizações não governamentais, instituições de pesquisa, universidades e empresas de tecnologia. O projeto utiliza séries históricas de imagens de satélite e técnicas de processamento em nuvem para produzir mapas anuais de uso e cobertura da terra em todo o território brasileiro (MAPBIOMAS, 2026).

Essa estrutura possibilita a construção de séries históricas desde 1985, permitindo o monitoramento das transformações na paisagem ao longo do tempo. Os dados disponibilizados pelo MapBiomass constituem uma importante ferramenta para pesquisas científicas, planejamento territorial, gestão ambiental e formulação de políticas públicas voltadas ao monitoramento dos recursos naturais (MAPBIOMAS, 2026).

Diante deste panorama exposto e levando em conta a necessidade de mapear as transformações sofridas pela paisagem natural regional para evitar o esgotamento dos sistemas hídricos locais, este estudo foi estruturado para investigar essa dinâmica em escala local. Apesar da importância da APA do Rio Uberaba para a conservação dos recursos naturais e para o abastecimento hídrico municipal, ainda há uma lacuna relacionada à compreensão das alterações históricas no uso e cobertura do solo dentro de seus limites, bem como dos efeitos dessas mudanças sobre a estrutura da paisagem e a

funcionalidade ambiental da bacia.

A hipótese deste estudo é que a mudança no uso do solo na APA do Rio Uberaba impactou a preservação ambiental da bacia. Este fato pode comprometer a segurança hídrica do município de Uberaba. Dessa forma, o presente trabalho define como seu objetivo geral analisar as mudanças no uso e cobertura do solo ocorridas na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Uberaba (APA do rio Uberaba), tomando como base a série temporal histórica disponibilizada pelo Projeto MapBiomas de 1985 a 2024.

No trabalho foi quantificado a dinâmica espaço-temporal da transição da paisagem no Cerrado Mineiro abrangido pela APA do Rio Uberaba (MG), identificando os vetores de intensificação agrícola do Cerrado para subsidiar propostas de manejo conservacionista e segurança hídrica na região.

A partir do mapeamento cartográfico dessas transições, busca-se identificar a dinâmica temporal das diferentes classes de uso da terra na região ao longo das últimas décadas para, na sequência, discutir as suas implicações diretas e indiretas. Pretende-se, com isso, fornecer dados técnicos consolidados que sirvam de subsídio para a elaboração de diretrizes de planejamento ambiental e para as políticas de conservação dos recursos naturais locais.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Conversão de Uso e Cobertura da Terra: Dinâmicas e Vetores de Transformação

A análise das transformações na superfície terrestre exige, primordialmente, a distinção conceitual e operacional entre os termos "cobertura da terra" (*land cover*) e "uso da terra" (*land use*). Conforme preconizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), a cobertura da terra refere-se à expressão biofísica observável e imediata sobre o plano terrestre, compreendendo tanto os arranjos vegetais nativos e corpos hídricos quanto as superfícies impermeabilizadas e edificações artificiais.

Em contrapartida, o uso da terra traduz o emprego socioeconômico e tecnológico conferido a essa cobertura pela ação antrópica, refletindo as intenções de manejo, exploração econômica e apropriação social do espaço (LAMBIN; GEIST; LEPELERS, 2003). As transições entre essas duas dimensões operam como um dos principais indicadores geográficos das interações e dos conflitos estabelecidos entre o desenvolvimento econômico das sociedades humanas e a integridade dos ecossistemas naturais.

Globalmente, os processos de modificação do uso e da cobertura da terra deixaram de ser fenômenos isolados para se tornarem importantes vetores de mudança ambiental em escala planetária. A substituição de biomas nativos por áreas destinadas a atividades antrópicas, impulsionada pelo

crescimento populacional, pela urbanização e pela expansão das fronteiras agropecuárias, altera os fluxos de energia e matéria que sustentam os ecossistemas e influencia diversos processos ambientais (FOLEY et al., 2005).

De acordo com Foley et al. (2005), as práticas contemporâneas de apropriação da terra, embora tenham maximizado a produção de alimentos e matérias-primas, comprometeram severamente a prestação de serviços ecossistêmicos essenciais em biomas naturais do Planeta Terra. Os autores advertem que essas conversões em larga escala modificam o albedo superficial, afetam os ciclos biogeoquímicos (sobretudo o balanço de carbono e nitrogênio), causam o colapso da biodiversidade por perda e fragmentação de habitats e desregulam os regimes hidrológicos regionais.

No cenário brasileiro, o bioma Cerrado desponta como uma das áreas mais dinâmicas e pressionadas por esse padrão de conversão territorial. Historicamente considerado um espaço de solos marginais e quimicamente desfavoráveis devido à alta acidez e saturação por alumínio, o bioma sofreu uma reconfiguração profunda a partir da década de 1970. Como apontam Klink e Machado (2005), a interiorização do desenvolvimento econômico nacional, amparada por subsídios estatais e por pacotes tecnológicos de correção e fertilização do solo (como a calagem), converteu a savana brasileira na principal fronteira agrícola do país. Essa modernização conservadora do campo estabeleceu um modelo de ocupação baseado no latifúndio monocultural e na pecuária extensiva, gerando profundas alterações na estrutura e composição da paisagem nativa do Cerrado.

A literatura científica evidencia que o processo de conversão no Bioma

Cerrado frequentemente obedece a uma trajetória sequencial de uso do solo. Inicialmente, ocorre a supressão total ou parcial da cobertura vegetal nativa (nos seus estratos florestais, savânicos ou campestres) para a introdução da pecuária de corte, caracterizada por pastagens plantadas com espécies exóticas de baixo manejo.

Com o passar do tempo, a degradação física e química dessas pastagens, associada à valorização imobiliária da terra e à proximidade de eixos logísticos, estimula a substituição do uso pecuário pela agricultura intensiva mecanizada, voltada principalmente ao cultivo de *commodities* como a soja, o milho e a cana-de-açúcar (SANO et al., 2019).

Esta transição final consolida uma paisagem homogênea e altamente fragmentada, onde os remanescentes de vegetação nativa ficam restritos a áreas de preservação permanente (APP) ou reservas legais isoladas, desprovidas de conectividade ecológica.

As consequências ambientais dessa dinâmica de conversão ultrapassam a perda visível da flora e da fauna, manifestando-se de forma agressiva nas propriedades físicas do solo e na dinâmica hídrica das bacias hidrográficas. A substituição da vegetação nativa do Cerrado, cujo sistema radicular profundo atua como um elemento estruturante e facilitador da porosidade do solo, por monoculturas de ciclo curto ou pastagens compactadas pelo pisoteio bovino altera drasticamente as taxas de infiltração (DUAN et al., 2026).

Lambin, Geist e Lepers (2003) explicam que, ao perder a cobertura que amortece o impacto pluvial e a densidade de raízes que garante a microbiota

do solo, a superfície terrestre sofre um processo de selamento hídrico. A incapacidade de absorção da água precipita um aumento imediato do coeficiente de escoamento superficial (*runoff*). Esse fluxo concentrado de água não apenas acelera a erosão laminar e o surgimento de feições erosivas lineares, mas também encurta o tempo de concentração das cheias nos rios, tornando as bacias hidrográficas propensas a picos de inundação seguidos por períodos severos de vazão reduzida (estiagem).

Frente à magnitude e à velocidade dessas mutações geográficas, o monitoramento sistemático da cobertura e do uso da terra consolidou-se como um pré-requisito indispensável para o planejamento territorial e para a governança ambiental.

O desenvolvimento das geotecnologias, impulsionado pelo Sensoriamento Remoto orbital e pela consolidação dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), superou as limitações das cartografias estáticas tradicionais, viabilizando análises de caráter espaço-temporal contínuo (IBGE, 2013). A disponibilidade de imagens de satélite gratuitas e o avanço no poder de processamento computacional transformaram a capacidade de mensurar os impactos ecológicos da ação humana na superfície terrestre.

Nesse horizonte de inovação metodológica, o Projeto MapBiomass tornou-se a maior referência na consolidação de dados geoespaciais sobre as transições de uso e cobertura do solo no Brasil. Ao integrar a computação em nuvem com algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*), a iniciativa foi pioneira ao processar píxel a píxel a série histórica de imagens de satélites (como a constelação Landsat), gerando classificações anuais

automatizadas de alta resolução espacial.

Essa ferramenta permite à comunidade acadêmica e aos gestores públicos rastrear a trajetória evolutiva de cada porção do território, identificando com precisão os vetores de desmatamento, a conversão de pastagens em lavouras e a expansão das áreas urbanas ao longo de décadas. No âmbito dos estudos hidrológicos e geomorfológicos, os dados do MapBiomas oferecem o subsídio empírico necessário para correlacionar as mudanças na paisagem com o balanço de sedimentos e a degradação física de bacias hidrográficas vulneráveis, fornecendo o arcabouço técnico que deve nortear os planos de manejo e a conservação dos recursos hídricos (PISSARRA et al., 2026).

4.2 Sensoriamento Remoto Aplicado ao Monitoramento do Uso e Cobertura da Terra

O avanço das transformações antrópicas sobre a paisagem, intensificadas a partir da segunda metade do século XX, demandou o desenvolvimento de métodos capazes de monitorar extensas áreas de forma rápida e contínua. Nesse contexto, o Sensoriamento Remoto consolidou-se como uma importante ferramenta para a análise espacial e o monitoramento ambiental, permitindo a observação sistemática da superfície terrestre em diferentes escalas temporais e espaciais (NOVO, 2010; KRISHNAN et al., 2026).

A consolidação dessa tecnologia foi impulsionada pelo lançamento dos

primeiros satélites de observação da Terra, com destaque para o programa Landsat, que possibilitou a obtenção de informações periódicas sobre a superfície terrestre. A partir dessas imagens, tornou-se possível acompanhar alterações na cobertura e no uso da terra, monitorar processos de ocupação territorial e subsidiar ações de planejamento e gestão ambiental (NOVO, 2010; IBGE, 2013).

O sensoriamento remoto baseia-se na captação da energia eletromagnética refletida ou emitida pelos diferentes alvos da superfície terrestre, sem a necessidade de contato direto entre o sensor e o objeto analisado. A identificação das classes de uso e cobertura da terra ocorre por meio de suas assinaturas espectrais, uma vez que elementos como vegetação, corpos hídricos, áreas agrícolas e solos expostos apresentam comportamentos distintos frente às diferentes faixas do espectro eletromagnético (NOVO, 2010).

Além disso, o desenvolvimento tecnológico proporcionou avanços significativos nas resoluções espacial, espectral, radiométrica e temporal dos sensores, ampliando a capacidade de monitoramento de ecossistemas e bacias hidrográficas. Dessa forma, o sensoriamento remoto tornou-se uma ferramenta amplamente empregada em estudos ambientais e no acompanhamento das transformações da paisagem (NOVO, 2010; BANTIGEGN et al., 2026).

No Brasil, destaca-se o Projeto MapBiomass, iniciativa colaborativa voltada ao mapeamento anual do uso e cobertura da terra. Utilizando séries históricas de imagens de satélite e técnicas automatizadas de processamento, o projeto disponibiliza informações espaciais para todo o território nacional desde 1985, permitindo a análise das dinâmicas de ocupação do solo ao longo

do tempo (MAPBIOMAS, 2026).

Os dados produzidos pelo MapBiomas constituem importante fonte de informação para pesquisas científicas, planejamento territorial, monitoramento ambiental e gestão dos recursos naturais. Em estudos desenvolvidos em áreas protegidas e bacias hidrográficas, essas informações permitem compreender padrões de transformação da paisagem e subsidiar estratégias de conservação ambiental (MAPBIOMAS, 2026).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

O estudo foi conduzido na APA da Bacia Hidrográfica de Uberaba - MG localizada no município de Uberaba, no estado de Minas Gerais. A área está inserida na região do Triângulo Mineiro, apresenta grande importância para atividades agrícolas e recursos hídricos. (Figura 1). Possui área territorial de aproximadamente 4.523,957 km² e altitude média de 823 metros em relação ao nível do mar. (IBGE, 2024).

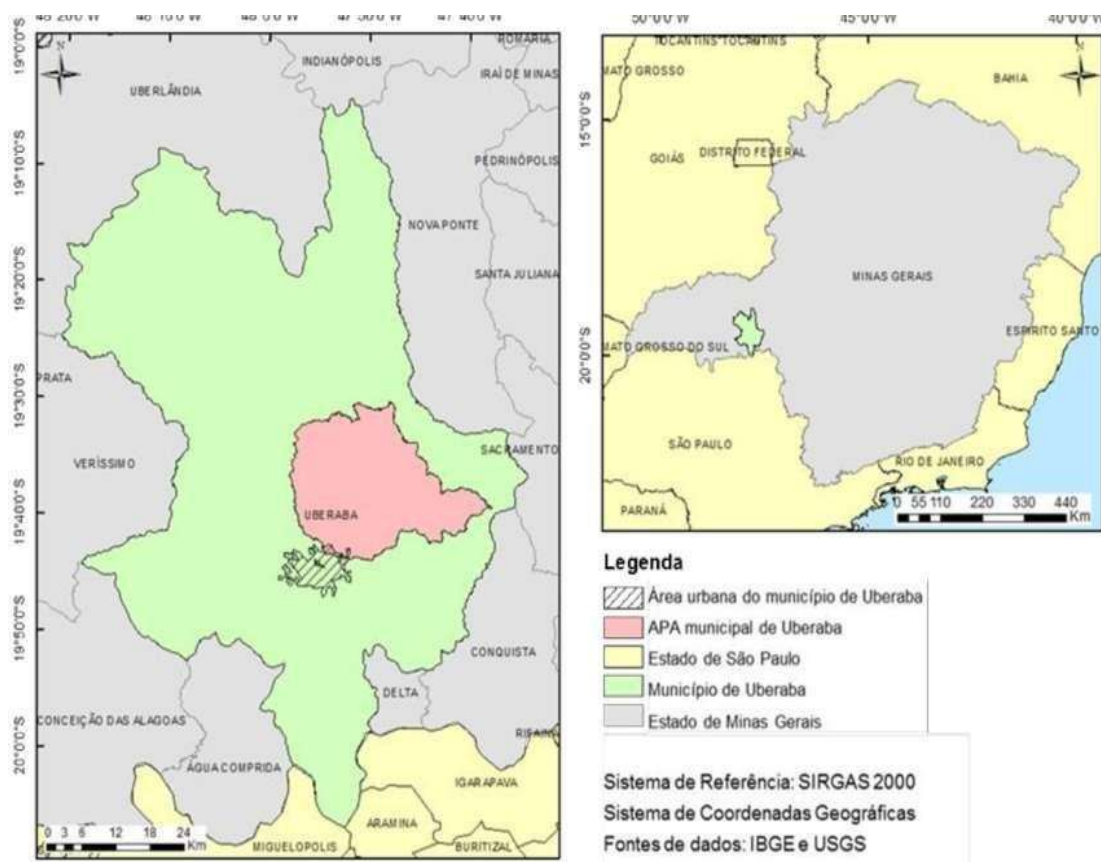


Figura 1. Localização da área de estudo

Fonte: Oliveira, Aline & Strauch, Julia Celia & Fernandes, Amarildo. (2021).

O clima da região de Uberaba é caracterizado como tropical de savana (Aw), segundo Köppen e Geiger, marcado por duas estações bem definidas: uma estação seca, entre os meses de abril e setembro, e uma estação chuvosa, entre outubro e março (CLIMATE-DATA, 2024). A concentração das chuvas ocorre nos meses mais quentes do ano, favorecendo períodos de déficit hídrico durante a estação seca.

O domínio morfoclimático do Cerrado com vegetações típicas do tipo campos e savanas com o predomínio de solos ácidos e altamente intemperizados (latossolos vermelhos distróficos, distroféricos; argilosos vermelhos e cambissolos háplicos), com diminuição de sua fertilidade ao longo do tempo (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2024).

5.2 Base de Dados

O levantamento dos dados de uso e cobertura da terra da região de Uberaba foi realizado por meio da plataforma MapBiomas (<https://brasil.mapbiomas.org>), utilizando dados públicos disponibilizados gratuitamente. O MapBiomas é uma iniciativa colaborativa que reúne universidades, organizações não governamentais e empresas de tecnologia com o objetivo de mapear e monitorar as mudanças no uso e cobertura da terra no Brasil por meio de imagens de satélite e técnicas de sensoriamento remoto (MAPBIOMAS, 2026).

Neste estudo foi utilizada a Coleção 10 do MapBiomas, considerando

dados anuais de uso e cobertura da terra para o período de 1985 a 2024. Para a análise temporal, foram selecionados intervalos de cinco anos, correspondentes aos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020, além do ano de 2024, que representa o dado mais recente disponível na plataforma.

As análises foram realizadas utilizando a hierarquia de classificação do MapBiomas nos níveis 1, 2, 3 e 4, permitindo diferentes graus de detalhamento das classes de uso e cobertura da terra. No nível 1, as classes foram agrupadas em grandes categorias, como Floresta, Vegetação Herbácea e Arbustiva, Agropecuária, Área Não Vegetada e Água e Ambiente Marinho. Nos níveis seguintes, as classes foram progressivamente detalhadas, incluindo categorias como Formação Florestal, Formação Savânica, Agricultura, Pastagem, Silvicultura, Área Urbanizada, Mineração, corpos d'água e, no nível 4, classes específicas de uso agrícola, como Soja, Cana-de-açúcar, Arroz, Algodão, Café, Citrus, Dendê, Outras Lavouras Temporárias e Outras Lavouras Perenes.

Os dados obtidos pelo MapBiomas são produzidos a partir da classificação anual de imagens de satélite Landsat, com resolução espacial de 30 metros, processadas na plataforma Google Earth Engine. A classificação é realizada por meio de algoritmos de aprendizado de máquina (machine learning), treinados com amostras de referência e informações previamente validadas, permitindo a geração de mapas anuais consistentes para todo o território brasileiro. Além disso, os dados passam por etapas de validação e aplicação de filtros espaciais e temporais, visando reduzir inconsistências e aumentar a confiabilidade dos resultados obtidos (MAPBIOMAS, 2026).

Os dados obtidos foram organizados em tabelas e gráficos no Microsoft Excel, com o objetivo de facilitar a visualização e interpretação das mudanças no uso e cobertura do solo ao longo do período estudado.

5.3 Procedimientos metodológicos

Os dados obtidos na plataforma MapBiomas foram organizados em planilhas do Microsoft Excel para facilitar a análise e comparação das informações ao longo do período estudado.

A partir dos dados coletados, foi realizada a análise temporal das classes de uso e cobertura do solo, visando identificar as principais alterações ambientais ocorridas na área de estudo.

5.4 Classificação das classes de uso do solo

A classificação do uso e cobertura do solo foi realizada com base nas categorias disponibilizadas pela plataforma MapBiomas, utilizando informações organizadas em níveis de classificação.

As principais classes analisadas foram Floresta, Vegetação Herbácea e Arbustiva, Agropecuária, Área Não Vegetada, Água e Ambiente Marinho e Não Observado.

Dentro dessas categorias, foram utilizadas subclasses de nível 2, incluindo Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre,

Agricultura, Pastagem, Silvicultura, Área Urbanizada, Mineração, Rio, Lago e Oceano, entre outras classificações presentes na plataforma.

Também foram consideradas subclasses de níveis mais detalhados relacionadas às atividades agrícolas, como lavoura perene e lavoura temporária. Entre as culturas identificadas destacam-se café, citrus, soja, cana-de-açúcar, arroz, dendê, algodão e outras lavouras agrícolas.

A utilização dessas classes permitiu identificar e analisar as principais mudanças no uso e cobertura do solo ao longo do período estudado.

5.4.1 Seleção dos dados

Os dados de uso e cobertura da terra utilizados neste estudo foram obtidos na plataforma MapBiomass, por meio da Coleção da Série Temporal de Cobertura por classe. Foram selecionadas informações referentes à Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Uberaba para o período de 1985 a 2024.

A fim de analisar a evolução temporal da ocupação da área de estudo, foram considerados os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024. A escolha desses intervalos permitiu identificar as principais alterações ocorridas ao longo do período analisado

Para a caracterização da paisagem foram utilizadas as classes de uso e cobertura da terra disponibilizadas pelo MapBiomass, considerando os níveis 1, 2, 3 e 4 de classificação, o que possibilitou análises em diferentes níveis de detalhamento.

5.4.2 Processamento e organização dos dados

Após a obtenção dos dados na plataforma MapBiomas, as informações referentes às classes de uso e cobertura da terra foram organizadas em planilhas no Excel. Os valores de área de cada classe foram separados por ano de análise, permitindo a comparação temporal entre os períodos estudados. Em seguida, os dados foram agrupados de acordo com os níveis de classificação adotados, possibilitando a identificação das principais mudanças ocorridas na paisagem ao longo do período de 1985 a 2024.

Os resultados obtidos serviram de base para a análise da dinâmica de ocupação da APA da Bacia do Rio Uberaba, permitindo avaliar as tendências de expansão, redução ou manutenção das diferentes classes ao longo do período estudado.

5.4.3 Análise temporal

A análise temporal das mudanças no uso e cobertura do solo foi realizada a partir da comparação dos dados dos anos de 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 e 2024.

Essa análise teve como objetivo identificar as principais transformações ocorridas ao longo do período estudado, permitindo observar alterações relacionadas à expansão das áreas agropecuárias, redução da vegetação nativa e demais mudanças decorrentes das atividades antrópicas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Dinâmica do Uso e Cobertura da Terra

Os dados cartográficos referentes ao período de 1985 a 2024 da dinâmica do uso e cobertura da terra pode ser observada nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12.

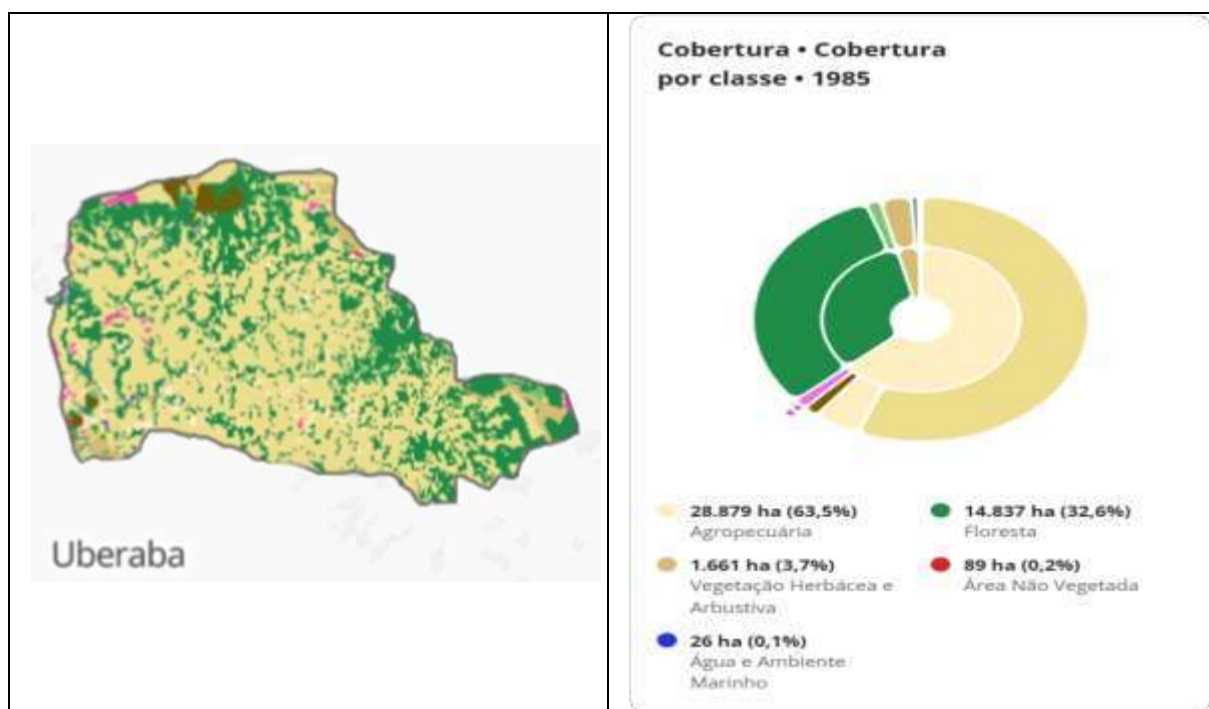


Figura 2. Uso e cobertura da terra, ano 1985, da APA do rio Uberaba – MG.

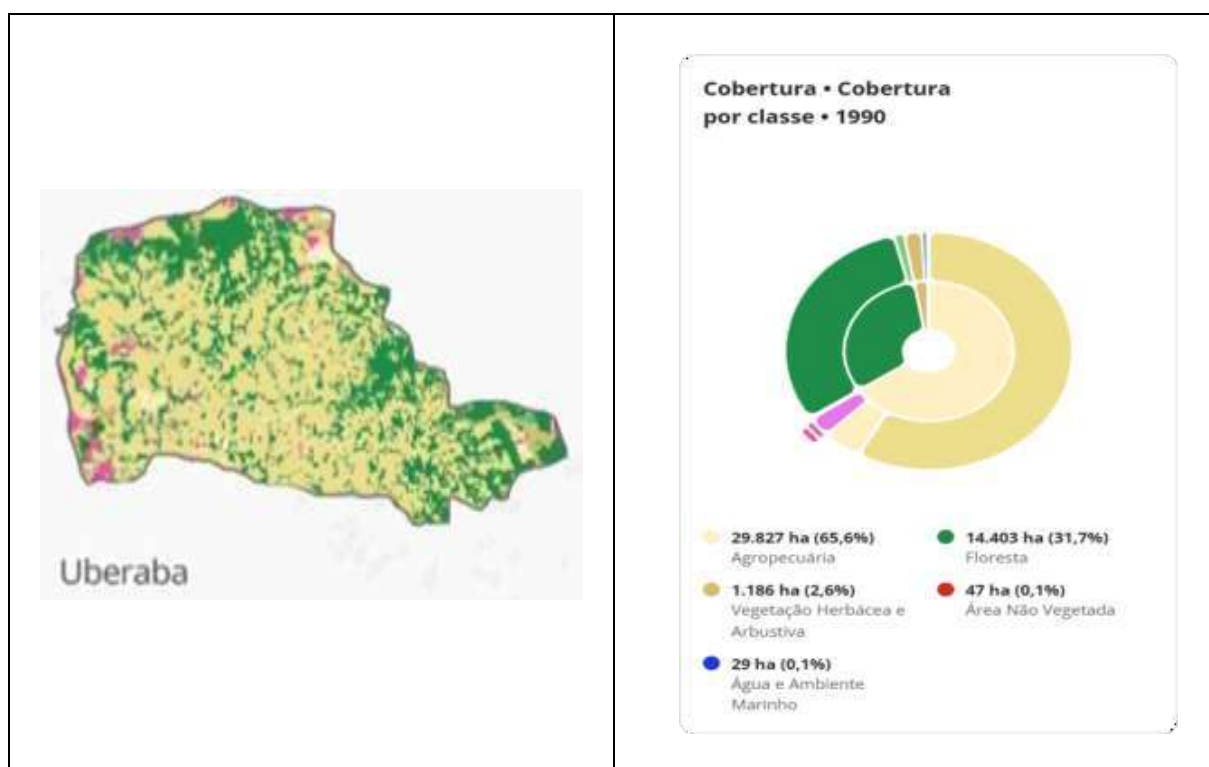


Figura 3. Uso e cobertura da terra, ano 1990, da APA do rio Uberaba – MG.

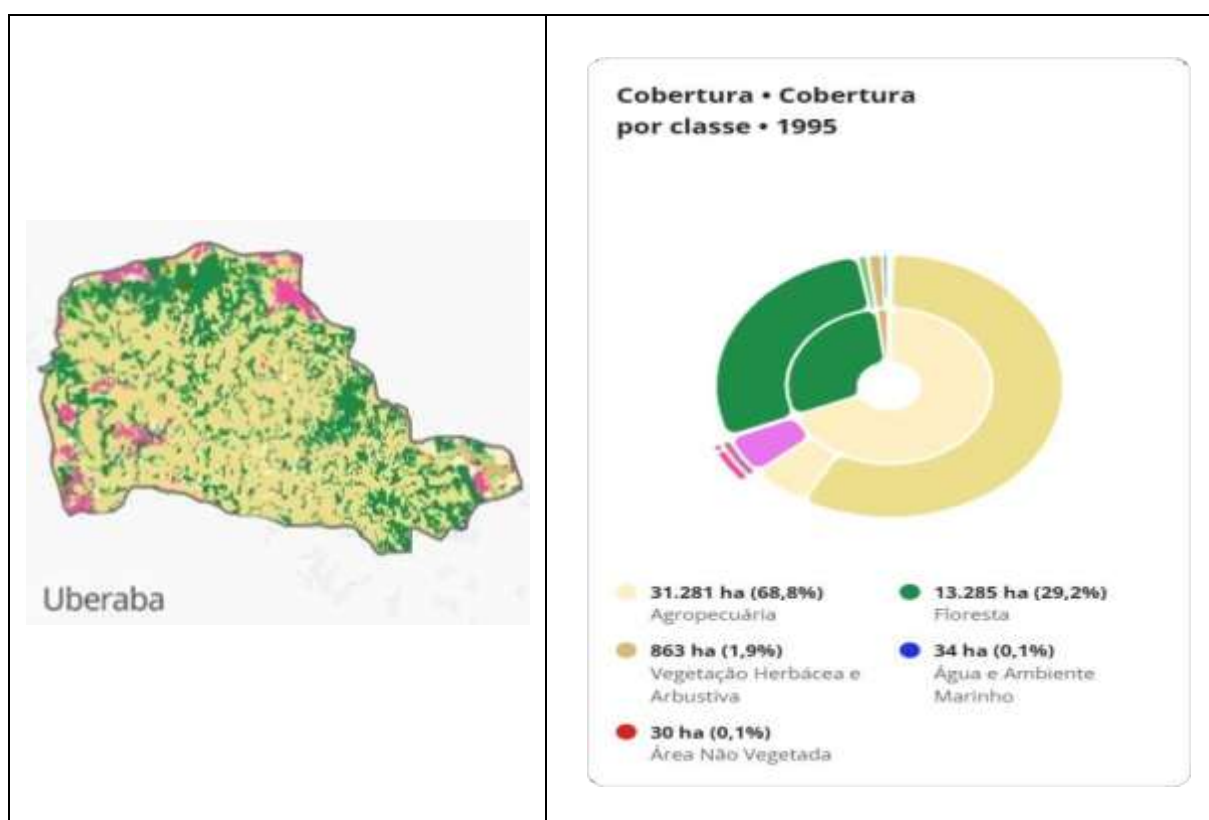


Figura 4. Uso e cobertura da terra, ano 1995, da APA do rio Uberaba – MG.

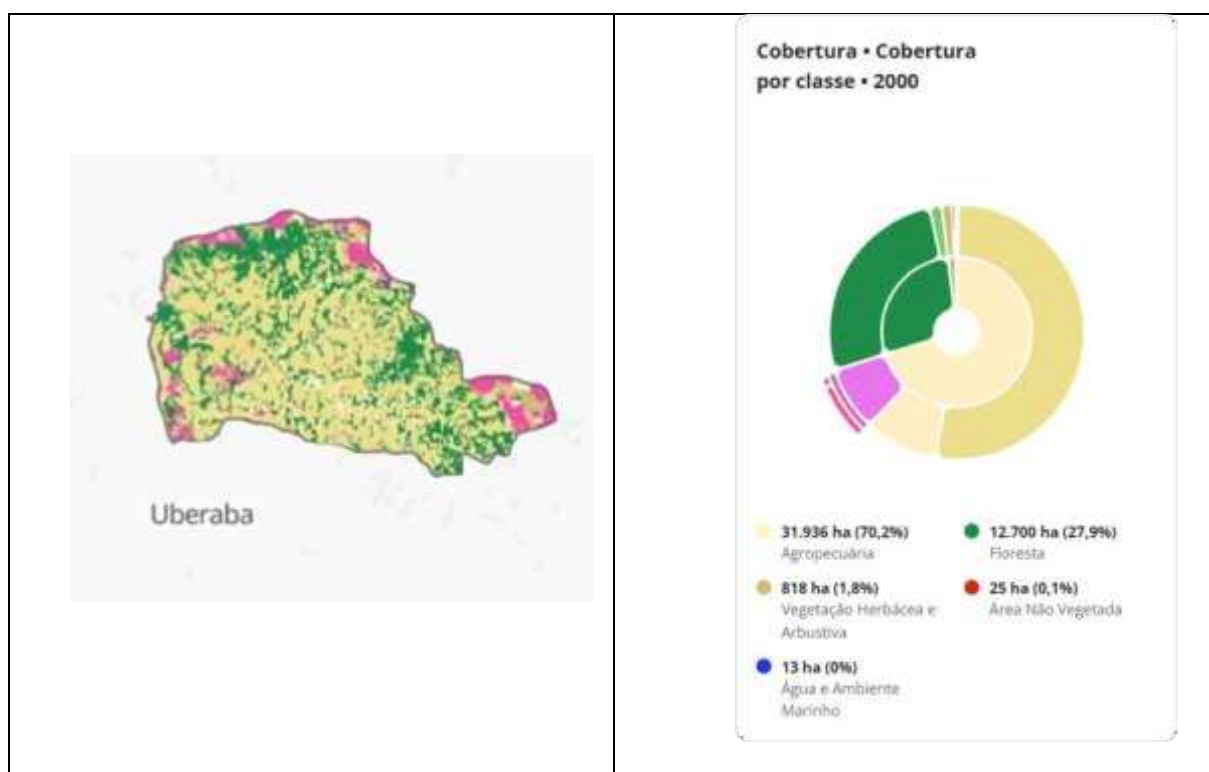


Figura 5. Uso e cobertura da terra, ano 2000, da APA do rio Uberaba – MG.

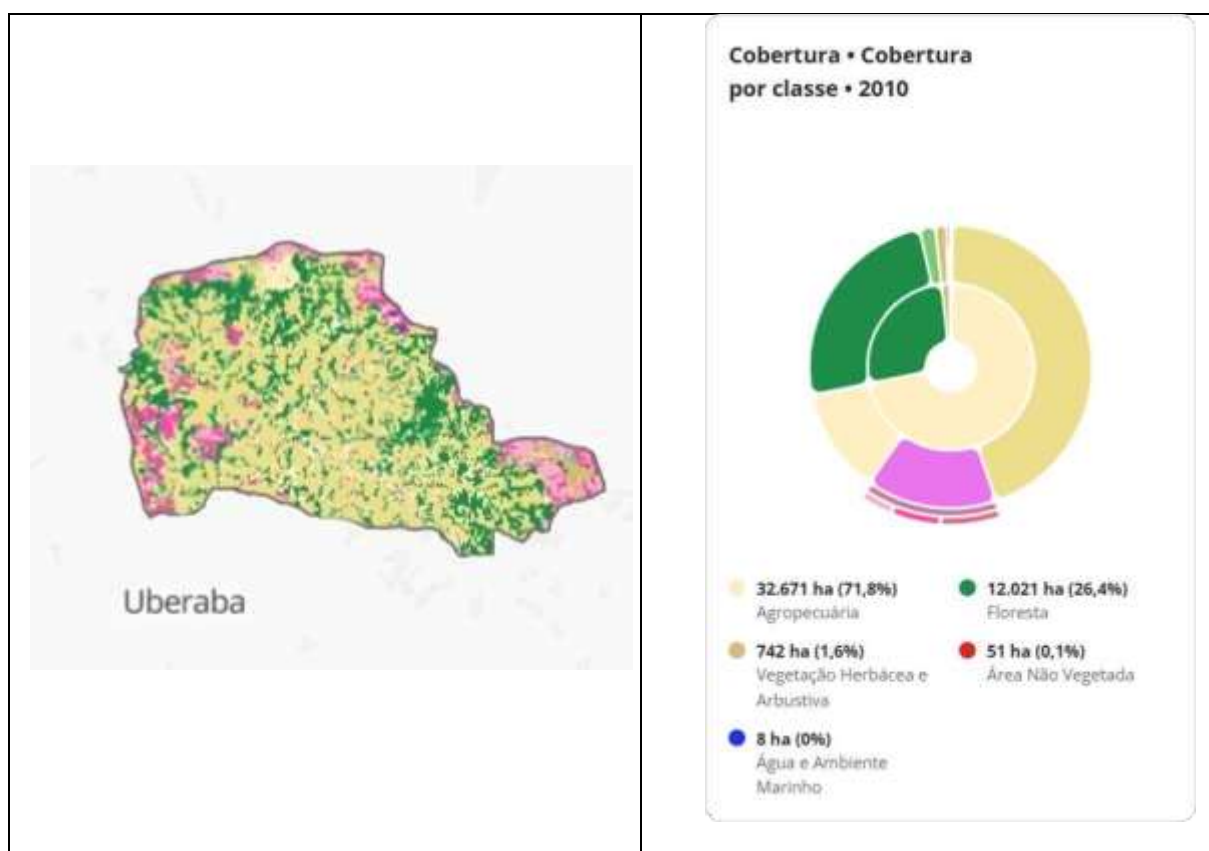


Figura 6. Uso e cobertura da terra, ano 2010, da APA do rio Uberaba – MG.

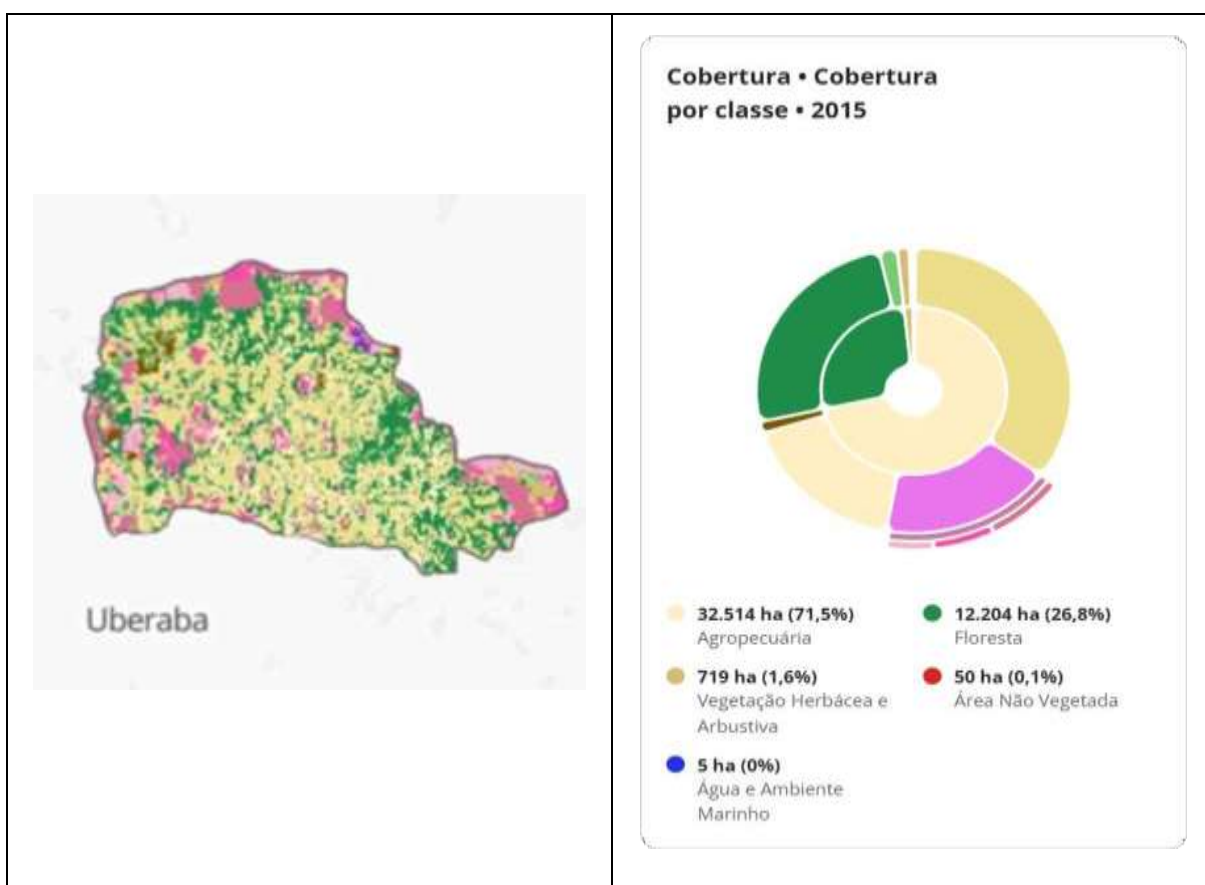


Figura 7. Uso e cobertura da terra, ano 2015, da APA do rio Uberaba – MG.

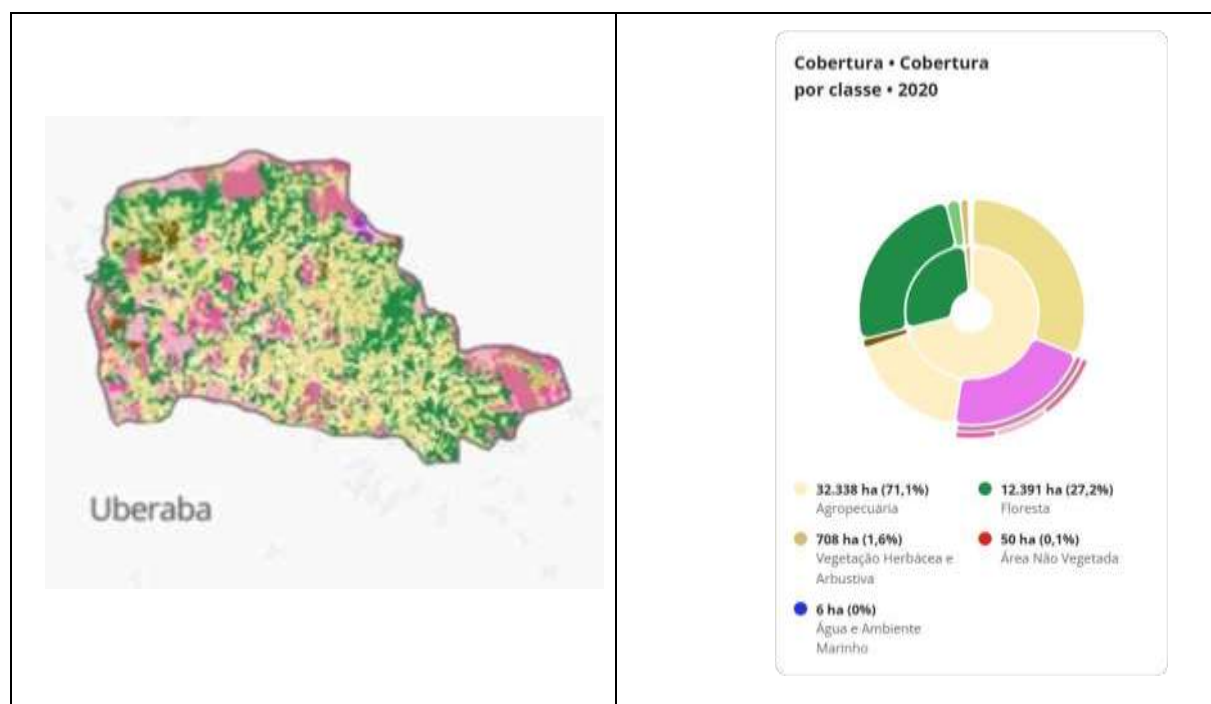


Figura 8. Uso e cobertura da terra, ano 2020, da APA do rio Uberaba – MG.

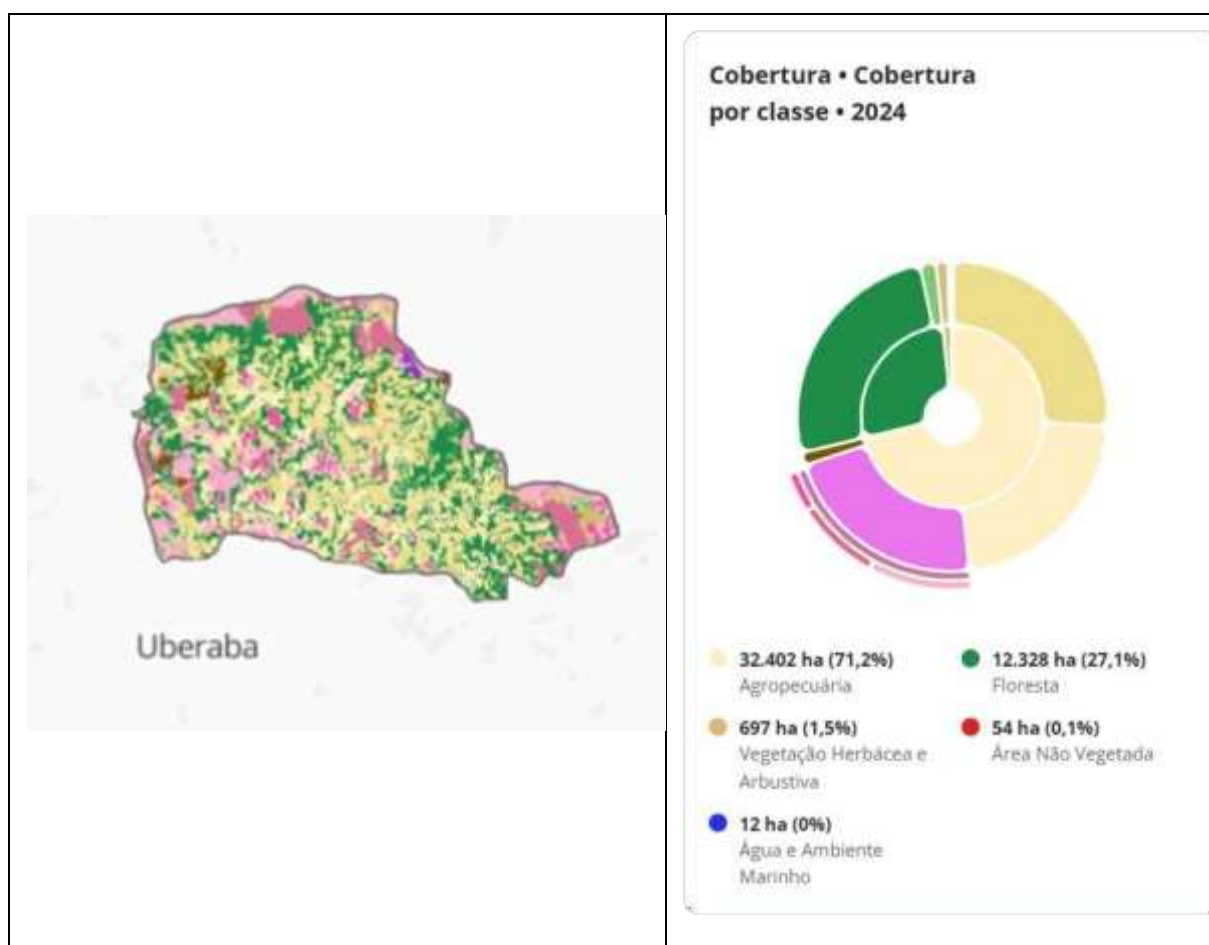


Figura 9. Uso e cobertura da terra, ano 2024, da APA do rio Uberaba – MG.

Nas figuras 2 a 9, pode-se observar as mudanças significativas na estrutura da paisagem da bacia hidrográfica da APA do rio Uberaba em Minas Gerais, caracterizadas principalmente pela expansão das áreas destinadas às atividades agropecuárias e pela redução da cobertura vegetal nativa na área da Bacia.

Em 1985, a classe Agropecuária ocupava 28.879 hectares da área de estudo, constituindo a principal forma de uso da terra na região. Em 2024, essa classe passou a ocupar 32.402 hectares, correspondendo a um incremento de 3.523 hectares (+12,2%) em relação à área inicialmente registrada.

A expansão das áreas agropecuárias ocorreu concomitantemente à redução da cobertura florestal. A classe Floresta apresentou decréscimo de 14.837 hectares, em 1985, para 12.328 hectares, em 2024, resultando em uma perda líquida de 2.509 hectares, equivalente à redução de 16,9% da área originalmente ocupada por essa classe.

Esses resultados evidenciam a conversão gradual de áreas naturais em usos produtivos, cenário que contrasta com os objetivos estabelecidos no Plano de Manejo da APA do Rio Uberaba, o qual prevê a conservação dos remanescentes de vegetação nativa do Cerrado e a proteção dos recursos hídricos da bacia. A redução da cobertura florestal pode comprometer serviços ecossistêmicos essenciais, como a proteção do solo, a manutenção da biodiversidade, a regulação do ciclo hidrológico e a qualidade e disponibilidade hídrica, reforçando a necessidade de ações voltadas à conservação e recuperação das áreas naturais.

Observa-se, entretanto, que a redução da cobertura florestal não ocorreu de maneira uniforme ao longo da série temporal analisada. As maiores perdas foram registradas entre 1985 e 2005, período em que a área florestal atingiu 11.905 hectares. Após esse intervalo, verificou-se uma tendência de estabilização, com variações menos expressivas ao longo dos anos subsequentes. Esse comportamento é compatível com tendências observadas em outras regiões do Cerrado brasileiro, onde o fortalecimento dos instrumentos de proteção ambiental, associado à ampliação das ações de monitoramento e fiscalização, contribuiu para a redução das taxas de supressão da vegetação nativa.

A classe Vegetação Herbácea e Arbustiva também apresentou redução significativa durante o período estudado. Em 1985, essa cobertura ocupava 1.661 hectares da bacia, reduzindo-se para 697 hectares em 2024. Essa variação corresponde a uma perda de aproximadamente 58% da área originalmente ocupada por essa classe. Tal redução sugere a conversão dessas áreas para outros usos da terra, especialmente atividades agropecuárias, processo frequentemente observado em regiões de expansão agrícola no bioma Cerrado. Considerando que essas formações representam componentes importantes da heterogeneidade estrutural e funcional dos ecossistemas savânicos, sua redução pode resultar na simplificação da paisagem e na diminuição da diversidade de habitats

Por sua vez, as áreas urbanizadas e as áreas sem vegetação apresentaram participação relativamente reduzida na dinâmica espacial da bacia ao longo de todo o período analisado. A área urbanizada apresentou crescimento gradual, atingindo 37,2 hectares em 2024. Embora represente uma parcela pouco expressiva da área total da bacia, sua expansão pode contribuir para o aumento da impermeabilização do solo e para alterações nos processos hidrológicos locais, especialmente em áreas próximas à rede de drenagem.

A expansão das atividades agropecuárias na APA do Rio Uberaba evidencia uma intensificação do uso do solo ao longo das últimas décadas, com reflexos diretos sobre a conservação dos remanescentes de vegetação nativa do Cerrado. Embora a Área de Proteção Ambiental permita o uso sustentável dos recursos naturais, seu Plano de Manejo estabelece como objetivos prioritários a proteção dos mananciais

responsáveis pelo abastecimento público, a conservação da biodiversidade e a manutenção dos processos ecológicos essenciais. Nesse contexto, a redução da cobertura vegetal observada neste estudo demonstra um cenário que demanda maior atenção quanto ao planejamento territorial e ao cumprimento das diretrizes estabelecidas para a unidade de conservação.

De acordo com Martins (2020), a APA do Rio Uberaba apresenta diferentes níveis de vulnerabilidade natural, sendo que áreas submetidas à intensa atividade agropecuária tendem a apresentar maior suscetibilidade à degradação ambiental. A autora destaca que a retirada da vegetação nativa favorece processos erosivos, reduz a proteção do solo e pode comprometer a recarga dos aquíferos e a qualidade dos recursos hídricos. Esses aspectos reforçam a importância da manutenção dos remanescentes do Cerrado como estratégia para minimizar os impactos decorrentes das mudanças no uso da terra.

Além da proteção da biodiversidade, a vegetação nativa exerce papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico. A presença de formações florestais e savânicas favorece a infiltração da água no solo, reduz o escoamento superficial e contribui para a estabilidade das vazões dos cursos d'água. Assim, a substituição dessas áreas por usos agrícolas intensivos pode alterar a dinâmica hidrológica da bacia hidrográfica, aumentando os riscos de erosão, assoreamento e redução da disponibilidade hídrica, especialmente em períodos de estiagem.

Estudos desenvolvidos por Pissarra et al. (2021) demonstram que

alterações no uso e cobertura da terra em bacias hidrográficas do Cerrado influenciam diretamente a oferta de serviços ecossistêmicos e a qualidade ambiental das paisagens. Os autores ressaltam que o avanço das atividades agrícolas, quando não acompanhado de práticas conservacionistas e planejamento ambiental, pode comprometer a sustentabilidade dos recursos naturais. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram essas observações, uma vez que evidenciam a expansão das áreas destinadas à produção agropecuária em detrimento da vegetação nativa.

Dessa forma, os resultados reforçam a necessidade de fortalecer as ações previstas no Plano de Manejo da APA do Rio Uberaba, incluindo a conservação dos remanescentes de vegetação nativa, a recuperação de áreas degradadas e a adoção de práticas de manejo conservacionista nas propriedades rurais. Essas medidas são essenciais para conciliar a produção agropecuária com a conservação do Cerrado, garantindo a proteção dos recursos hídricos e a manutenção dos serviços ecossistêmicos fundamentais para a região.

Ao comparar somente os anos de 1985 e 2024 (Figuras 10, 11 e 12) observa-se a mudança do uso e cobertura da terra na APA do rio Uberaba, MG.



Figura 10. Classes de uso e cobertura da terra, ano 1984, da APA do rio Uberaba – MG.



Figura 11. Classes de uso e cobertura da terra, ano 2024, da APA do rio Uberaba – MG.

Tabela 1. Classes de uso e cobertura da terra, ano 1984, da APA do rio Uberaba – MG.

Classe de uso e cobertura	1985 (ha)	2024 (ha)	Variaçã o (ha)
Pastagem	25.528	11.850	-13.678
Formação Florestal	14.202	11.561	-2.641
Mosaico de Usos	2.093	10.070	+7.977
Formação Campestre	1.374	553	-821
Silvicultura	640	593	-47
Formação Savânica	636	767	+131
Outras Lavouras Temporárias	463	1.716	+1.253
Campo Alagado e Área Pantanosa	288	144	-144
Café	118	17	-101
Outras Áreas Não Vegetadas	89	67	-22
Outras Lavouras Perenes	37	10	-27
Rio, Lago e Oceano	26	12	-14
Cana	0,6	3.599	+3.598,4

Continuação ... Tabela 1. Classes de uso e cobertura da terra, ano 1984, da APA do rio Uberaba – MG.

Citrus	-	113	+113
Soja	-	4.435	+4.435
Área Urbanizada	-	37	+37
Restinga Arbórea	-	-	—

Restinga Herbácea	-	-	—
Floresta Alagável	-	-	—
Apicum	-	-	—
Mangue	-	-	—
Dendê	-	-	—
Algodão	-	-	—
Arroz	-	-	—
Mineração	-	-	—
Aquicultura	-	-	—
Usina Fotovoltaica	-	-	—
Praia, Duna e Areal	-	-	—

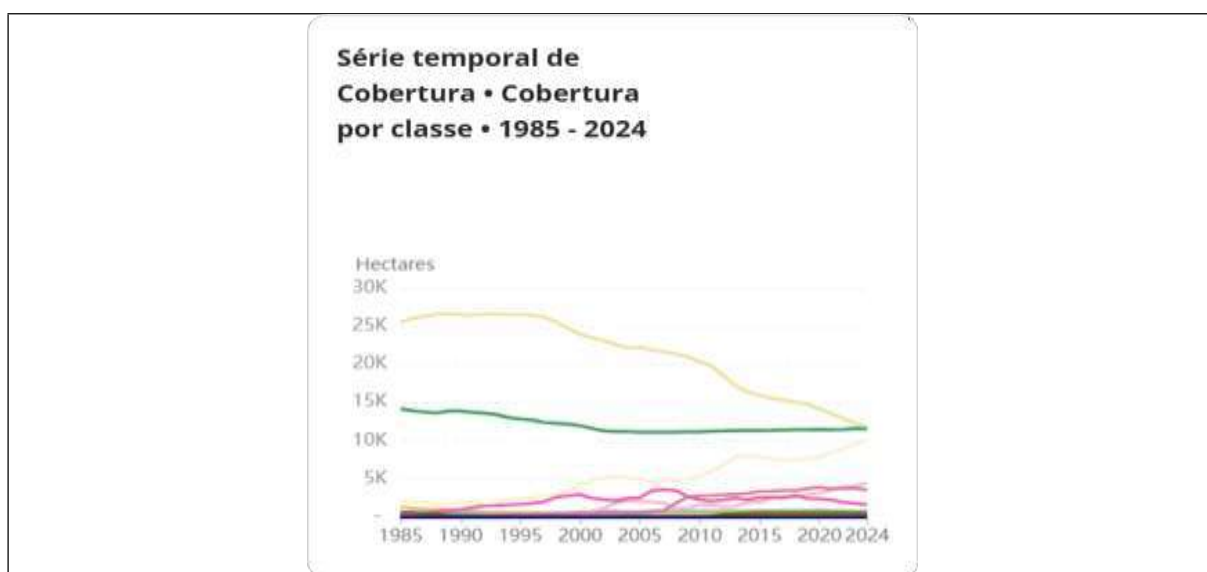


Figura 12. Serie temporal das classes de uso e cobertura da terra, ano 1984-2024, da APA do rio Uberaba – MG.

Em 1985, a paisagem era dominada por pastagens (25.528 ha; aproximadamente 56,1%) e por formações florestais (14.202 ha; cerca de 31,2%), enquanto as áreas agrícolas apresentavam pequena participação, destacando-se apenas o mosaico de usos (2.093 ha), silvicultura (640 ha) e pequenas áreas de café (118 ha), outras lavouras temporárias (463 ha) e lavouras perenes (37 ha). As formações campestres (1.374 ha) e savânicas (636 ha) ainda representavam importantes remanescentes da vegetação típica do Cerrado, contribuindo para a manutenção da biodiversidade, da infiltração de água no solo e da conectividade da paisagem.

Em 2024, verifica-se uma mudança do uso da terra. As pastagens foram reduzidas para 11.850 ha, representando uma diminuição de aproximadamente 54% em relação a 1985. As formações florestais também sofreram redução,

passando para 11.561 ha, correspondendo a uma perda de cerca de 18,6%. A redução foi ainda mais expressiva para as formações campestres, que passaram de 1.374 ha para apenas 553 ha, e para as formações savânicas, que aumentaram ligeiramente para 767 ha, mas permanecem bastante restritas em relação ao conjunto da paisagem.

A principal transformação observada foi a expansão da agricultura intensiva. O mosaico de usos aumentou de 2.093 ha para 10.070 ha, indicando maior diversificação e fragmentação das atividades agrícolas. A cultura da soja, inexistente em 1985, passou a ocupar 4.435 ha, tornando-se uma das principais classes de uso da terra. A cana-de-açúcar apresentou crescimento ainda mais expressivo, passando de apenas 0,6 ha para 3.599 ha, refletindo a expansão do setor sucroenergético. Também houve aumento das outras lavouras temporárias, de 463 ha para 1.716 ha, enquanto o café apresentou redução para apenas 17 ha, evidenciando a substituição de culturas permanentes por cultivos anuais mais mecanizados e voltados ao mercado.

Embora a área de silvicultura tenha permanecido relativamente estável (640 ha em 1985 e 593 ha em 2024), observa-se o surgimento de áreas urbanizadas (37 ha), indicando o crescimento da ocupação humana. Paralelamente, os corpos hídricos reduziram-se de 26 ha para 12 ha, enquanto os campos alagados e áreas pantanosas diminuíram de 288 ha para 144 ha, sugerindo alterações no regime hidrológico e possível perda de áreas úmidas.

Sob a perspectiva ambiental, essas transformações provocam profundas alterações no funcionamento da bacia hidrográfica. A substituição da vegetação nativa por monoculturas e sistemas agrícolas intensivos reduz a interceptação

das chuvas, diminui a infiltração da água no solo e aumenta o escoamento superficial, favorecendo processos erosivos, assoreamento dos cursos d'água e transporte de sedimentos. A redução das formações florestais, campestres e savânicas compromete ainda a proteção das nascentes, a estabilidade das margens dos rios, a recarga dos aquíferos e a manutenção da biodiversidade característica do Cerrado.

Além dos impactos hidrológicos, a conversão da vegetação nativa reduz o estoque de carbono e a oferta de serviços ecossistêmicos, como regulação climática, ciclagem de nutrientes, conservação do solo e manutenção da qualidade da água. A expansão da soja e da cana-de-açúcar também pode intensificar a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas, aumentando o risco de contaminação difusa dos recursos hídricos.

6.2 Transformações na Matriz Agropecuária e Expansão das Culturas Agrícolas

A análise das classes de uso da terra em nível mais detalhado evidencia que as transformações ocorridas na bacia hidrográfica não se restringiram à expansão da agropecuária observada no Nível 1 do MapBiomass. Houve também uma expressiva reorganização interna das áreas já ocupadas por atividades produtivas, caracterizada pela redução das áreas de pastagem e pela ampliação das áreas agrícolas ao longo do período analisado.

As pastagens constituíam o principal uso da terra em 1985, ocupando

25.528 ha. Em 2024, essa área foi reduzida para 11.850 ha, correspondendo a uma diminuição de 13.678 ha (-53,6%). Em sentido oposto, a classe Agricultura apresentou crescimento contínuo, passando de 619 ha para 9.890 ha no mesmo período. Esse aumento corresponde a uma expansão superior a quinze vezes em relação à área inicialmente mapeada.

A análise das culturas agrícolas indica que a expansão da agricultura foi fortemente associada ao crescimento das áreas ocupadas por soja e cana-de-açúcar. A soja apresentou ocorrência praticamente inexistente nas primeiras décadas da série histórica, alcançando 4.434 ha em 2024. O crescimento mais expressivo ocorreu entre 2000 e 2005, quando a área cultivada aumentou de 98 ha para 2.151 ha. Esse comportamento é compatível com a expansão observada para essa cultura em diferentes regiões do Cerrado brasileiro a partir dos anos 2000, impulsionada pela incorporação de novas áreas agrícolas e pela consolidação de sistemas produtivos voltados à produção de grãos.

A cana-de-açúcar apresentou trajetória semelhante. A área ocupada pela cultura passou de 0,59 ha em 1985 para 3.599 ha em 2024, com crescimento mais intenso entre 2005 e 2010. Esse período coincide com a expansão do setor sucroenergético observada em diversas áreas do Triângulo Mineiro e do Cerrado brasileiro, fenômeno amplamente documentado na literatura especializada.

A expansão conjunta da soja e da cana-de-açúcar ocorreu simultaneamente à redução das áreas de pastagem, indicando uma profunda reestruturação da paisagem produtiva da bacia. Embora os dados empregados neste estudo não permitam identificar diretamente as trajetórias de conversão

entre classes específicas, a magnitude das mudanças observadas sugere que parte significativa das transformações ocorreu no interior da matriz agropecuária previamente estabelecida.

Outro aspecto relevante foi o aumento da classe Mosaico de Usos, cuja área passou de 2.093 ha em 1985 para 10.070 ha em 2024. Esse crescimento indica maior heterogeneidade espacial das atividades antrópicas e reflete a crescente complexidade da ocupação da terra na bacia. A ampliação dessa classe sugere a coexistência de diferentes usos em áreas contíguas, produzindo uma configuração espacial mais fragmentada quando comparada àquela observada no início da série histórica.

6.3 Áreas estáveis de uso e cobertura da terra

A análise das áreas estáveis permite identificar os setores da paisagem que permaneceram sem alteração de classe ao longo de toda a série histórica, fornecendo informações relevantes sobre a persistência espacial dos diferentes usos e coberturas da terra entre 1985 e 2024.

A cobertura florestal apresentou a maior extensão de área estável da bacia, totalizando 10.296,12 ha. Desse total, 10.123,53 ha correspondem à classe Formação Florestal. Considerando que a área total de floresta em 1985 era de 14.837 ha, observa-se que parcela significativa da vegetação remanescente manteve sua ocupação original durante todo o período analisado. Esse resultado evidencia a permanência de núcleos florestais

relativamente estáveis, apesar da redução líquida da cobertura vegetal observada na série temporal.

Entre as classes de uso antrópico, a Pastagem apresentou a maior área estável, com 7.569,19 ha. Entretanto, quando esse valor é comparado à área total ocupada por pastagens em 1985, verifica-se que apenas 29,6% da extensão originalmente mapeada permaneceu inalterada até 2024. Esse resultado demonstra que grande parte das áreas de pastagem esteve sujeita a processos de conversão ou reconfiguração ao longo das últimas quatro décadas.

As formações savânicas, campestres e áreas úmidas apresentaram áreas estáveis mais reduzidas, totalizando 172,59 ha, 538,29 ha e 120,50 ha, respectivamente. A limitada permanência dessas classes sugere elevada dinâmica espacial ou reduzida representatividade territorial dentro da bacia, refletindo as transformações ocorridas na paisagem ao longo do período analisado.

Por sua vez, as classes Agricultura e Silvicultura apresentaram áreas estáveis praticamente inexistentes, correspondendo a 10,71 ha e 0,25 ha, respectivamente. Esses valores indicam elevada variabilidade espacial dessas atividades durante a série histórica, evidenciando que as áreas ocupadas por tais usos sofreram sucessivas mudanças de localização e configuração ao longo do tempo.

De forma geral, os resultados demonstram que a estabilidade da paisagem se concentrou principalmente nos remanescentes florestais e em parte das áreas de pastagem estabelecidas no início da série histórica. Em

contrapartida, as áreas agrícolas apresentaram elevada dinâmica espacial, refletindo os processos de transformação que caracterizaram a evolução do uso e cobertura da terra na bacia entre 1985 e 2024.

Os resultados evidenciam que a expansão da agricultura e a redução da vegetação nativa alteraram significativamente a estrutura da paisagem da APA do Rio Uberaba entre 1985 e 2024. A conservação dos remanescentes de Cerrado, a recuperação de áreas degradadas e a adoção de práticas produtivas sustentáveis são medidas essenciais para reduzir a fragmentação da paisagem, aumentar a conectividade ecológica, proteger os recursos hídricos e manter os serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, o uso contínuo de sensoriamento remoto e geotecnologias, aliado ao fortalecimento das políticas públicas e da governança participativa, constitui uma base técnico-científica robusta para orientar o planejamento territorial e promover a sustentabilidade da bacia hidrográfica a longo prazo.

7. CONCLUSÕES

A análise da dinâmica de uso e cobertura da terra na Área de Proteção Ambiental (APA) da Bacia do Rio Uberaba entre 1985 e 2024 evidenciou alterações na configuração da paisagem, marcadas principalmente pelo aumento das áreas destinadas à agricultura e pela redução das áreas de vegetação nativa. Os resultados indicaram a consolidação da agricultura como a principal classe de uso da terra na bacia ao longo do período analisado, acompanhada pela diminuição das áreas de pastagem e pela redução dos remanescentes de vegetação herbácea e arbustiva.

A expansão das atividades agropecuárias observada ao longo das últimas décadas demonstra a intensificação da ocupação produtiva da região, resultando em uma paisagem cada vez mais dominada por usos antrópicos. Essa dinâmica reforça a necessidade de monitoramento contínuo das mudanças no uso e cobertura da terra, considerando a relevância da bacia para a conservação ambiental e para o abastecimento hídrico do município de Uberaba. Nesse contexto, os dados disponibilizados pelo MapBiomas mostraram-se eficazes para a identificação e o acompanhamento das alterações ocorridas na paisagem ao longo do tempo.

Dessa forma, os resultados obtidos fornecem informações importantes para a gestão da APA da Bacia do Rio Uberaba, contribuindo para a definição de estratégias de conservação dos recursos hídricos, proteção dos remanescentes de vegetação nativa e planejamento territorial voltado ao uso sustentável da terra.

8. LITERATURA CITADA

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. O Mapeamento da Base de Dados Hidrográficos do Bioma Cerrado. Brasília: ANA, 2013.

BANTIGEGN, S., ZELEKE, B., SIRAW, Z., TALEMA, M., ASICHENEK, A., & BELAY, T. Detecting land use and land cover changes and quantifying soil erosion and sediment export using GIS and remote sensing in the GERD catchment, Ethiopia. **International Soil and Water Conservation Research**, p. 100657, 2026.

BARBOSA, A. S. O Cerrado: uma visão sistêmica. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 5-20, 2008.

CLIMATE-DATA. 2024. Clima, Uberaba, (Brasil)., Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 20 maio 2026.

DUAN, J., WANG, L., TANG, C., LIU, Y., ZHENG, H., & YANG, J. Divergent effects of grass cover on soil infiltration patterns and water recharge in orchards: Taproot vs. fibrous root systems. **Soil and Tillage Research**, v. 258, p. 107045, 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/>>. Acesso em: 20 maio 2026.

FOLEY, J. A. et al. Global consequences of land use. *Science*, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

HERANO, M.; WOLDESENBET, T. A.; GEBREKRISTOS, A. Impact of land use/land cover dynamics on soil erosion and sediment yield in Bilate watershed, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, v. 13, n. 1, p. 1-15, 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual Técnico de Uso da Terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 maio 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE. Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística. *Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. (Relatórios Metodológicos, v. 45).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Uberaba: panorama. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 maio 2026.

KRISHNAN, Ganga; PRIYA, Radhakrishnan Shanthi; SENTHIL, Ramalingam. Remote Sensing-Based Assessment of Land Use/Land Cover Changes and Climate Variability in Akkulam Lake, Kerala, India. **Environmental and Sustainability Indicators**, p. 101397, 2026.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J.; LEPPERS, E. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 28, n. 1, p. 205-241, 2003.

LIMA, J. E. F. Recursos Hídricos no Bioma Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010.

MAPBIOMAS. Coleção Histórica de Mapas Anuais de Uso e Cobertura da Terra do Brasil (Coleção 8). Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 05 jun. 2026.

MARTINS, Magda Stella de Melo. **Índice de vulnerabilidade natural para a conservação da Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba – MG**. 2020. Tese (Doutorado em Agronomia – Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2020.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PISSARRA, Teresa Cristina Tarlé et al. A Framework Model to Assess Ecosystem Functioning in Agriculture Watersheds: The Case of Córrego Rico,

Brazil. **Earth: Environmental Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 200-222, 2026.

SANO, E. E. et al. Land use and land cover dynamics in the Brazilian Cerrado: an analysis based on specialized geospatial data. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 43, p. 1-18, 2019.

UBERABA. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Uberaba. Uberaba: Prefeitura Municipal de Uberaba, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/>>. Acesso em: 30 maio 2026.

"Durante a preparação deste trabalho, o autor utilizou o [ChatGPT-4o da OpenAI] com o objetivo de refinar a estrutura dos tópicos e realizar a revisão gramatical e estilística do texto original. Após o uso da ferramenta, o autor revisou e editou criticamente o conteúdo gerado, assumindo total responsabilidade pelo resultado final e pela veracidade das informações apresentadas."