

**UFRRJ**

**PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,**  
**LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Transformações Espaciais em Montes Claros-MG:  
Uma Abordagem da Evolução do Uso e Ocupação do  
Solo**

**Caio Carvalho Santos**

**2025**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO,**  
**LEVANTAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE SOLOS**

**Transformações espaciais em Montes Claros-MG: uma abordagem da evolução do uso e ocupação do solo**

**CAIO CARVALHO SANTOS**

*Sob a Supervisão do Professor*  
**Walbert Júnior Reis dos Santos (IFSULDEMINAS)**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido como requisito parcial para  
obtenção do título de **Especialista** em  
Geoprocessamento, Levantamento e  
Interpretação de Solos.

Seropédica,RJ  
Julho de 2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central/Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
Com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CC331t Carvalho Santos, Caio , 1998-  
Transformações espaciais em Montes Claros-MG: uma  
abordagem da evolução do uso e ocupação do solo / Caio  
Carvalho Santos. - Seropédica-RJ, 2025.  
36 f.: il.

Orientador: Walbert Júnior Reis dos Santos .  
Trabalho de conclusão de curso (Graduação). --  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso  
de Especialização em geoprocessamento, levantamento e  
interpretação de solos, 2025.

1. Geoprocessamento. 2. Uso e ocupação do solo. I.  
Júnior Reis dos Santos , Walbert , 1985-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso  
de Especialização em geoprocessamento, levantamento e  
interpretação de solos III. Título.

**O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e do**

É permitida a cópia parcial ou total deste documento, desde que seja citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
COORDENADORIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA



ATA Nº 3759/2025 - CEAD (12.28.01.36)

Nº do Protocolo: 23083.042446/2025-09

Seropédica-RJ, 04 de agosto de 2025.

### ATA DE DEFESA

Aos dezessete dias do mês de julho do ano de dois mil e vinte e cinco, às treze horas e trinta minutos, através de web conferência, instalou-se a banca examinadora de Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos, do cursista **Caio Carvalho Santos** sob a orientação do professor **Walbert Jr. Reis dos Santos**. A banca examinadora foi composta pelos pesquisadores **Ana Carolina de Souza Ferreira** e **Melania Merlo Ziviani**. A defesa do TCC intitulado "**Transformações Espaciais em Montes Claros (MG): Uso e Ocupação do Solo entre 1990 e 2024**", foi iniciada às treze horas e trinta minutos e teve a duração de vinte e cinco minutos de apresentação seguida da avaliação pela banca. O cursista, após avaliado pela banca examinadora obteve o resultado:

(x) APROVADO, devendo o cursista proceder a eventual revisão solicitada pelo supervisor e /ou pela banca, e entregar a versão final em até 15 dias à coordenação do Curso.

( ) NÃO APROVADO.

Seropédica, 17 de julho de 2025.

**Ana Carolina de Souza Ferreira**

Primeira Examinadora

**Melania Merlo Ziviani**

Segunda Examinadora

**Walbert Jr. Reis dos Santos**

Presidente

**Caio Carvalho Santos**

Cursista

*(Assinado digitalmente em 04/08/2025 13:25)*  
MELANIA MERLO ZIVIANI  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.287-##

*(Assinado digitalmente em 04/08/2025 13:08)*  
ANA CAROLINA DE SOUZA FERREIRA  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.607-##

*(Assinado digitalmente em 04/08/2025 11:05)*  
CAIO CARVALHO SANTOS  
DISCENTE  
Matricula: 2024#####7

*(Assinado digitalmente em 04/08/2025 12:18)*  
WALBERT JÚNIOR REIS DOS SANTOS  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.686-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 3759, ano: 2025, tipo: ATA, data de emissão: 04/08/2025 e o código de verificação: c2f7f1cf9e

## RESUMO

SANTOS, Caio Carvalho. **Transformações Espaciais em Montes Claros-MG: Uma Abordagem sobre a Evolução do Uso e Ocupação do Solo.** 2025. xxp. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Geoprocessamento, Levantamento e Interpretação de Solos). Pró-reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

O município de Montes Claros é um importante pólo regional no Norte de Minas Gerais e por possuir uma variedade em tipos de solos e relevos, é importante realizar estudos que considerem o uso e ocupação do solo. O município apresenta predominância de Argissolo Vermelho Eutrófico, Cambissolo Háptico e Latossolo Vermelho, geralmente associados a relevos com declividade ondulado e forte ondulado. O uso do algoritmo Support Vector Machine (SVM) em classificação supervisionada aumenta a precisão e a confiabilidade dos mapas de uso e cobertura do solo. Quando é analisada a relação dos tipos de solo e declividade, é possível observar que entre 1990 e 2024, as áreas com topografia mais suave e solos férteis são preferencialmente ocupadas por atividades agropecuárias, houve a redução da cobertura de Mata Seca e o avanço das pastagens, do cerrado e das manchas urbanas. A silvicultura (eucalipto) e os cultivos agrícolas também se expandiram, principalmente em solos com melhor aptidão. A ocupação urbana concentra-se em terrenos planos e suavemente ondulados, enquanto áreas com relevo mais acidentado preservam maior cobertura vegetal. Essas dinâmicas reforçam a necessidade de planejamento territorial orientado pela aptidão natural dos solos e da declividade.

**Palavras-chave:** Áreas. Solo. Uso. Ocupação. Declividade.

## ABSTRACT

SANTOS, Caio Carvalho. **Spatial Transformations in Montes Claros-MG: An Approach to the Evolution of Land Use and Land.** 2025. xxp. Final Course Work (Specialization in Geoprocessing, Soil Survey and Interpretation). Pró-reitoria de Extensão, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025.

The municipality of Montes Claros, a key regional center in Norte de Minas Gerais, exhibits considerable pedological and geomorphological diversity, underscoring the importance of integrated studies on land use and land cover dynamics. The dominant soil classes include Argissolo Vermelho Eutrófico, Cambissolo Háplico, and Latossolo Vermelho, predominantly distributed over undulating to strongly undulating slope gradients. The use of the Support Vector Machine (SVM) algorithm in supervised classification enhances the accuracy and reliability of land use and land cover maps. An analysis of the spatial and temporal evolution from 1990 to 2024 demonstrates a preferential occupation of áreas characterized by gentler slopes and more fertile soils for agricultural purposes. This period is marked by a substantial decline in Mata Seca coverage, concurrent with the expansion of pastures, cerrado formations, and urban areas. Additionally, silviculture particularly eucalyptus plantations and agricultural cultivation have intensified, mainly on soils with greater agricultural aptitude. Urban development is primarily concentrated on planar and gently undulating terrains, while regions with more pronounced relief retain higher proportions of native vegetation cover. These observed land use and cover transformations emphasize the critical need for territorial planning grounded in the intrinsic soil properties and slope morphodynamics to promote sustainable land management.

**Keywords:** Areas. Soil. Land Use. Land Occupation. Terrain Slope.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Caracterização Socioespacial de Montes Claros-MG: Centralidade Regional e Urbanização.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Condicionantes Físico-Naturais e Implicações para o Uso e Ocupação do Solo.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS) .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Caracterização da Área e Dados Físico-Ambientais.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Análise Temporal do Uso e Cobertura do Solo.....</b>	<b>7</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. Distribuição espacial dos solos em função da declividade em Montes Claros-MG.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Evolução do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG entre 1990 e 2024.....</b>	<b>14</b>
<b>4.3 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (1990).....</b>	<b>16</b>
<b>4.4 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2000).....</b>	<b>18</b>
<b>4.5 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2010).....</b>	<b>20</b>
<b>4.6 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2020).....</b>	<b>22</b>
<b>4.7 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2024).....</b>	<b>24</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES) (sem subitens) .....</b>	<b>26</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O estudo do uso e ocupação do solo é fundamental para compreender as transformações espaciais ocorridas em um território ao longo do tempo. Essa abordagem permite identificar padrões de crescimento urbano, práticas agrícolas, degradação ambiental e conflitos no uso da terra, sendo especialmente relevante em regiões que enfrentam desafios como escassez hídrica, crescimento populacional e expansão urbana desordenada. No contexto do semiárido brasileiro, essas questões tornam-se ainda mais urgentes, dada a fragilidade dos ecossistemas e a pressão constante sobre os recursos naturais.

O uso de técnicas de geoprocessamento é essencial nesse tipo de análise, pois permite a integração de diferentes camadas de informação espacial, como imagens de satélite, modelos digitais de elevação e dados pedológicos em um mesmo ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Essa integração possibilita não apenas a delimitação precisa das classes de uso e cobertura do solo, mas também a análise espacial e temporal de padrões de transformação da paisagem.

Montes Claros, situado no Norte de Minas Gerais, destaca-se como o principal pólo regional do semiárido mineiro. A combinação de sua localização estratégica, diversidade natural e dinâmica econômica tem gerado profundas alterações na organização do espaço, refletidas na expansão da área urbana, na intensificação da atividade agropecuária e na crescente demanda por infraestrutura e serviços públicos. Diante desse cenário, torna-se necessário investigar como essas transformações se expressam no território, considerando tanto os condicionantes físicos, como relevo, tipo de solo e vegetação, quanto os fatores socioeconômicos que moldam a ocupação do espaço.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto se apresenta como uma ferramenta indispensável para o monitoramento ambiental, sobretudo em regiões semiáridas, onde a variação sazonal da vegetação e a recorrência de processos de degradação exigem acompanhamento contínuo. A utilização de séries temporais de imagens, como as do programa Landsat, permite identificar tendências de uso da terra, ciclos de expansão agrícola e retração de formações vegetais nativas, além de auxiliar na avaliação de impactos decorrentes da urbanização e da silvicultura.

A relação entre os tipos de solo e a declividade em Montes Claros exerce papel determinante na configuração espacial das classes de uso e ocupação do solo. Solos como Cambissolos, Argissolos e Neossolos Litólicos, frequentemente associados a relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso, apresentam limitações naturais ao uso intensivo, favorecendo a preservação de formações vegetais como a Mata Seca ou o Cerrado, embora essas áreas também tenham sido progressivamente ocupadas por pastagens e silvicultura em décadas mais recentes. Já os Latossolos e os Neossolos Flúvicos, predominantes em áreas planas e de suave ondulação, mostram maior aptidão para usos agrícolas e urbanos, sendo preferidos para culturas comerciais, áreas de expansão urbana e implantação de eucalipto. A mancha urbana expandiu-se, especialmente em solos planos e suavemente ondulados de Latossolos e Argissolos, acompanhando o avanço da urbanização e da infraestrutura.



A avaliação da aptidão agrícola dos solos é outro elemento-chave para a compreensão da dinâmica territorial. Solos mais profundos e férteis, associados a relevos planos ou suavemente ondulados, tendem a ser ocupados preferencialmente por atividades agropecuárias intensivas, enquanto áreas com limitações naturais, como solos rasos em relevo acidentado, são mais vulneráveis à degradação quando submetidas a usos inadequados. Assim, o cruzamento entre aptidão dos solos e padrões de ocupação permite identificar áreas de maior risco ambiental e subsidiar estratégias de planejamento sustentável.

A Pastagem, por sua vez, foi à principal classe de uso e ocupação nas últimas décadas, ocupando extensivamente áreas com relevo suave a ondulado, especialmente em Argissolos e Latossolos, devido à facilidade de manejo. O Solo Exposto aparece de forma pontual, geralmente em Cambissolos e Argissolos ondulados, refletindo áreas degradadas por uso inadequado. A presença da água permanece estável, concentrada em planícies aluviais com Neossolos Flúvicos, enquanto o Cultivo se intensifica em solos férteis e planos, favorecidos pela modernização agrícola. Assim, a interação entre relevo e tipos de solo condiciona diretamente os padrões de ocupação, uso produtivo e conservação ambiental no território municipal.

No semiárido, essas transformações adquirem particular relevância, uma vez que a dinâmica de uso da terra está diretamente relacionada à disponibilidade hídrica, à resiliência dos ecossistemas e à pressão socioeconômica sobre os recursos naturais. A substituição da vegetação nativa por pastagens e cultivos, quando não acompanhada de práticas adequadas de manejo, tende a intensificar processos de erosão, compactação e perda de fertilidade, comprometendo a sustentabilidade produtiva a longo prazo.

Para assegurar maior rigor na etapa de classificação, pode-se empregar técnicas de classificação supervisionada baseadas em algoritmos de aprendizado de máquina, como o Support Vector Machine (SVM). Esse método é amplamente utilizado em estudos de uso e cobertura do solo por sua capacidade de separar classes espectralmente semelhantes a partir de amostras de treinamento. A aplicação do SVM permite reduzir erros de confusão entre categorias, aumentando a precisão dos mapas temáticos gerados e fortalecendo a confiabilidade das análises sobre a dinâmica territorial.

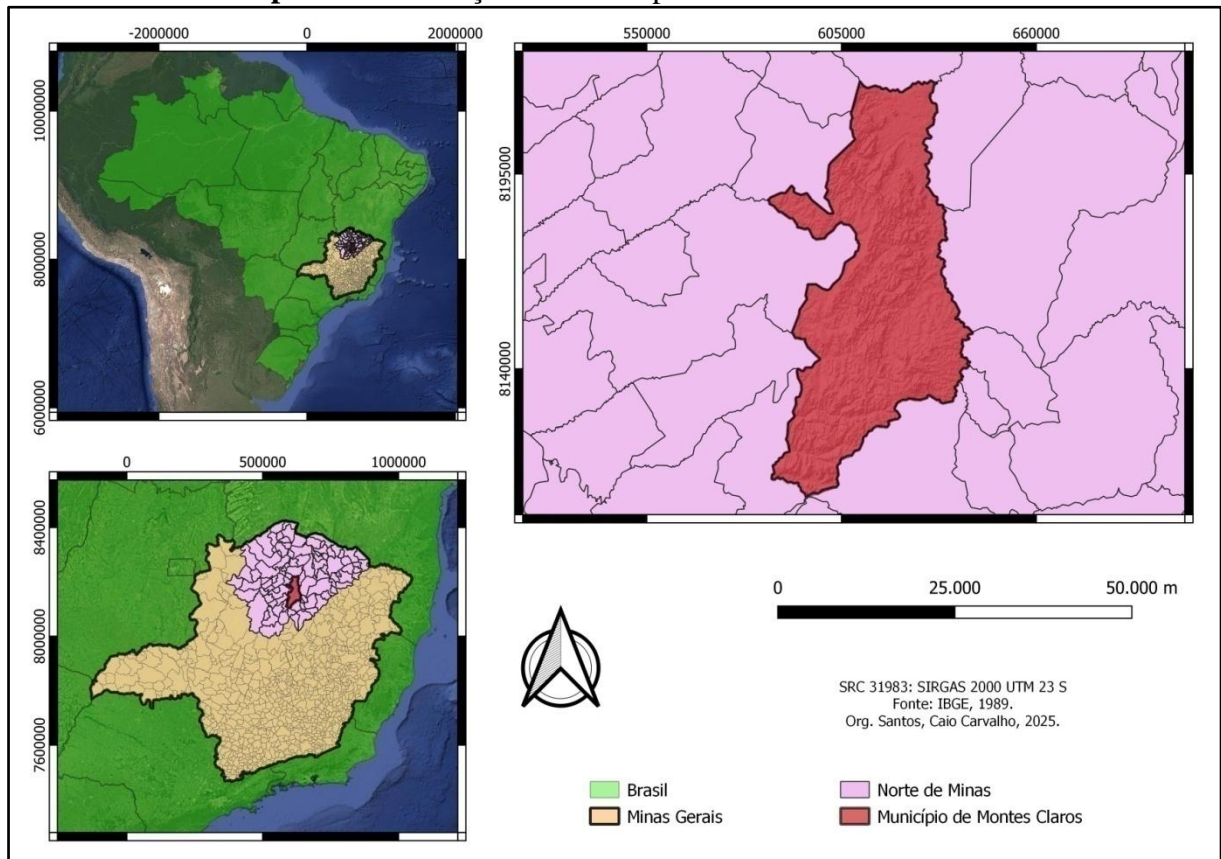
Nesta perspectiva, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo geral analisar a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Montes Claros entre 1990 e 2024, utilizando imagens de satélite da série Landsat, Modelo Digital de Elevação – MDE - do SRTM (2000) e informações sobre declividade e solos fornecidas pela EMBRAPA (1979) e IBGE (2023). Como objetivos específicos, busca-se: (i) Realizar a classificação do uso e cobertura do solo (1990, 2000, 2010, 2020 e 2024) com base em imagens de satélite da série Landsat; (ii) Integrar os dados obtidos com o MDE (SRTM, 2000) para avaliar as relações entre uso do solo e declividade; (iii) Classificar a declividade do município com os critérios da EMBRAPA (1979); (iv) Correlacionar informações sobre os tipos de solo (IBGE, 2023) com os padrões de uso e cobertura do solo.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização Socioespacial de Montes Claros-MG: Centralidade Regional e Urbanização

O município de Montes Claros, localizado no Norte de Minas Gerais (Mapa 1), é o principal pólo regional do semiárido mineiro (Jequitinhonha, Noroeste de Minas, Norte de Minas, Vale do Mucuri e Vale do Rio Doce) e exerce grande influência sobre uma vasta área que abrange também parte do sul da Bahia. Essa centralidade resulta da combinação entre seu dinamismo econômico e a estagnação relativa das regiões vizinhas. Tal condição tem estimulado intensos fluxos migratórios para a cidade, contribuindo para o crescimento expressivo da taxa de urbanização ao longo das últimas décadas (Caminhas; Fonseca, 2020; França et al., 2009; Leite, 2020; Silva et al., 2023).

**Mapa 1** – Localização do município de Montes Claros-MG.



Fonte: IBGE, 1989. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

Com uma área total de 3.589,81 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 434.321 habitantes em 2024, Montes Claros possui IDHM de 0,770 e uma densidade demográfica de 115,39 hab/km<sup>2</sup>, distribuída de forma desigual entre as zonas urbana e rural. A sede municipal, correspondente à cidade de Montes Claros que concentra a maior parte da população e serviços, sendo o núcleo econômico e administrativo do município. Apesar de ocupar apenas uma fração do território, cerca de 145 km<sup>2</sup>, a cidade abriga a maioria da população municipal,



resultando em elevada densidade nos bairros da região central, bem como nas zonas sul e noroeste, onde há forte concentração habitacional (IBGE, 2024; Leite, 2020).

Montes Claros é o 6º município mais populoso de Minas Gerais e um dos mais influentes do interior do Brasil. Seu papel estratégico na rede urbana regional reforça a importância de políticas públicas voltadas para infraestrutura, mobilidade, habitação e sustentabilidade ambiental, especialmente diante dos desafios impostos pela rápida urbanização e expansão econômica no contexto de um território de grande diversidade natural e social (IBGE, 2024).

O crescimento urbano de Montes Claros ao longo do tempo refletiu-se na redução proporcional da população rural, impulsionado pela migração campo-cidade, intensificada a partir da segunda metade do século XX. Esse processo transformou a dinâmica territorial do município, cuja economia passou a se destacar pela diversificação produtiva, especialmente a partir dos anos de 1970, com ênfase na agropecuária, na indústria alimentícia e na ampliação dos serviços especializados em saúde, educação, finanças e comércio, que ultrapassam os limites municipais e atendem a toda a região norte-mineira (França et al., 2009; França; Barbosa; Cardoso, 2024).

Essa centralidade regional, reforçada pela multifuncionalidade urbana, demanda investimentos contínuos em infraestrutura e políticas de ordenamento territorial que enfrentem as desigualdades socioespaciais. Montes Claros consolidou-se como um pólo educacional, médico e comercial, concentrando instituições de ensino superior, hospitais de referência e centros atacadistas, o que sustenta sua posição estratégica como cidade média no interior do Brasil (Caminhas; Fonseca, 2020; França et al., 2009; Leite, 2020).

Dessa forma, Montes Claros configura-se como um município estratégico tanto do ponto de vista econômico quanto social, cuja centralidade regional é resultado da interação entre crescimento urbano acelerado, diversificação produtiva e oferta de serviços especializados. O município reflete as transformações do território ao longo das últimas décadas, evidenciando desafios relacionados à mobilidade, infraestrutura e sustentabilidade ambiental, mas também oportunidades para consolidação de políticas públicas que promovam o desenvolvimento equilibrado. Seu papel como pólo regional reafirma a importância de estratégias integradas que considerem a dinâmica urbana e rural, buscando atender às demandas da população e fortalecer sua influência no contexto do Norte de Minas Gerais e regiões vizinhas.

## **2.2 Condicionantes Físico-Naturais e Implicações para o Uso e Ocupação do Solo**

Em relação à parte física, o relevo do município de Montes Claros é caracterizado por uma combinação de chapadas, vales, serras e extensas superfícies aplanadas, moldadas sobre rochas do embasamento cristalino, como calcários, metargilitos e ardósias. Essa diversidade geomorfológica, somada à presença de feições cársticas, como dolinas, sumidouros e grutas influencia diretamente o uso e a ocupação do solo, a expansão urbana e os padrões hidrológicos da região. Montes Claros integra a Depressão do São Francisco e apresenta uma rede de drenagem pouco densa, com rios intermitentes e sazonais, subordinados à Bacia do



São Francisco. A vegetação predominante é composta por Mata Seca e Cerrado, ecossistemas típicos do clima semiárido e de grande importância ecológica. A combinação de fatores naturais, econômicos e sociais torna o crescimento urbano de Montes Claros cada vez mais complexo, exigindo do poder público o planejamento territorial adequado, a fim de equilibrar desenvolvimento, conservação ambiental e qualidade de vida (Caminhas; Fonseca, 2020; Leite, 2020).

Os solos do município de Montes Claros, por sua vez, em sua maioria, apresentam baixa fertilidade natural, elevada acidez e baixos teores de fósforo, cálcio e magnésio, características que exigem correções para o uso agrícola. Destacam-se as classes Latossolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Argissolo Vermelho-Amarelo, Nitossolo Háplico, Cambissolo Háplico e Neossolo Litólico, com variações significativas em profundidade, textura, composição química e limitações ao uso. Áreas sob influência de rochas calcárias tendem a ter maior fertilidade, com solos eutróficos, altos teores de bases e boa capacidade de troca de cátions, respondendo positivamente à adubação fosfatada (IBGE, 2023; Sampaio; Fernandes, 2021).

O manejo agrícola enfrenta desafios adicionais impostos por fatores climáticos, como a seca prolongada, os veranicos e a má distribuição das chuvas, além de limitações físicas, como relevo acidentado, afloramentos rochosos e compactação em solos com predomínio de caulinita. A irrigação, embora necessária, pode gerar desequilíbrios nutricionais quando feita com águas de elevada condutividade elétrica e alto teor de carbonatos. Por isso, práticas como correção da acidez, adubação equilibrada, plantio em nível, rotação de culturas, uso de matéria orgânica e conservação do solo são essenciais. Mesmo com limitações naturais, os solos de Montes Claros têm potencial agrícola, desde que manejados com base em conhecimento técnico, análise detalhada das áreas e integração com saberes locais e conservação ambiental (Sampaio; Fernandes, 2021).

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de aprofundar as pesquisas voltadas à análise da evolução do uso e ocupação do solo em Montes Claros, especialmente diante das intensas transformações urbanas, econômicas e ambientais ocorridas nas últimas décadas. A expansão da mancha urbana, a pressão sobre os recursos naturais e a reconfiguração das atividades produtivas modificaram significativamente a paisagem do município, tornando essencial o acompanhamento sistemático dessas mudanças. Estudos que articulem dados espaciais, históricos e ambientais que considerem o relevo, tipos de solo, vegetação e dinâmica populacional são fundamentais para compreender os impactos da urbanização e podem servir como subsídios para políticas mais eficientes de planejamento territorial, voltadas à mitigação das desigualdades socioespaciais, à conservação ambiental e à promoção de um desenvolvimento urbano equilibrado e sustentável.



### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho tem como objetivo analisar as mudanças no uso e cobertura do solo no município de Montes Claros, entre os anos de 1990 e 2024. Para isso, foram empregadas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, com uso do software QGIS (Quantum Geographic Information System), versão 3.16.11 Hannover, com suporte às bibliotecas GDAL 3.3.1, GEOS 3.9.1 e PROJ 8.1.1. A tabulação dos dados foi realizada no software R 4.2.3 (R CORE TEAM, 2023), por meio do ambiente de desenvolvimento RStudio (RSTUDIO TEAM, 2023). Abaixo, está o passo a passo dos procedimentos realizados.

#### 3.1. Caracterização da Área e Dados Físico-Ambientais

1) Delimitação da área de estudo e dados institucionais: A área de estudo corresponde ao município de Montes Claros, localizado no Norte do estado de Minas Gerais. Inicialmente, foi elaborado um mapa de localização situando o município no contexto regional e estadual. As informações territoriais básicas, como área total, população, percentual urbano e limites municipais, foram obtidas por meio da plataforma oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), especialmente no repositório “Cidades e Estados” e na base de dados ambientais da instituição.

2) Caracterização dos solos: Para caracterizar os tipos de solo do município, foram utilizados os arquivos vetoriais de pedologia, disponibilizados pelo IBGE (2023). Os dados foram importados para o software QGIS, onde foi realizada a vetorização da área urbana e a análise percentual da distribuição dos solos. Nove classes de solos foram identificadas, Argissolo Vermelho Eutrófico, Cambissolo Háplico Tb Distrófico, Latossolo Vermelho Eutrófico, Latossolo Vermelho Distrófico, Argissolo Vermelho Alumínico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, Neossolo Litólico Distrófico, Nitossolo Vermelho Eutrófico.

3) Obtenção e classificação da declividade: Para a análise do relevo, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) proveniente da missão SRTM - Shuttle Radar Topography Mission (2000), disponível no site do CGIAR. O modelo foi processado no QGIS, onde se aplicou a ferramenta de cálculo de declividade (Raster /Terrain Analysis /Slope), gerando um raster de valores percentuais de inclinação do terreno. A classificação da declividade foi realizada com base nos parâmetros definidos pela EMBRAPA (1979), dividindo o relevo em cinco classes: plano (0–3%), suave ondulado (3–8%), ondulado (8–20%), forte ondulado (20–45%) e montanhoso (>45%). Após a categorização, os dados foram vetorizados e convertidos em polígono, permitindo o cruzamento com a camada de solos.

4) Cruzamento entre solos e declividade: Utilizando a ferramenta “Interseção” do QGIS, foi realizado o cruzamento espacial entre os tipos de solo e as classes de declividade, com o objetivo de identificar padrões de associação entre fatores edáficos e relevo. Os resultados foram convertidos em valores percentuais, permitindo analisar a predominância de determinadas classes de solo em terrenos planos ou inclinados.



### 3.2. Análise Temporal do Uso e Cobertura do Solo

5) Análise temporal do uso e cobertura do solo: Para a análise da dinâmica do uso e cobertura do solo, foram selecionadas cinco imagens de satélite da série Landsat, correspondentes aos anos de 1990, 2000, 2010, 2020 e 2024. As imagens foram obtidas gratuitamente na plataforma Earth Explorer, mantida pelo United States Geological Survey (USGS), priorizando datas do período seco (meio do ano), com menor cobertura de nuvens. Foram utilizadas cenas dos sensores TM (Landsat 5), ETM+ (Landsat 7), OLI (Landsat 8) e OLI-2 (Landsat 9), todas processadas no nível 2 (L2SP), com correções atmosféricas e radiométricas aplicadas. A base de dados foi composta por imagens de satélites da série Landsat, adquiridas em diferentes décadas, com atenção à sazonalidade e à cobertura mínima de nuvens, priorizando o período seco da região para maior homogeneidade espectral entre os anos. As datas e sensores utilizados foram os seguintes:

- 1990: imagens dos sensores Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat 5, adquiridas em 9 de julho de 1990 (Path 218, Row 072) e 25 de julho de 1990 (Path 218, Row 071);
- 2000: imagens do sensor Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat 5, adquiridas em 22 de setembro de 2000 para ambas as cenas (Path 218, Rows 071 e 072);
- 2010: imagens do sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) do satélite Landsat 7, adquiridas em 22 de junho de 2010 (Path 218, Rows 071 e 072);
- 2020: imagens do sensor Operational Land Imager (OLI) do satélite Landsat 8, adquiridas em 25 de junho de 2020 (Path 218, Rows 071 e 072);
- 2024: imagens do sensor OLI-2 do satélite Landsat 9, adquiridas em 28 de junho de 2024 (Path 218, Rows 071 e 072).

As imagens foram obtidas no formato GeoTIFF. Todas foram reprojatadas para um sistema de referência espacial comum (UTM, fuso 23S, datum SIRGAS 2000), e posteriormente mescladas (mosaico) em pares (071 e 072) por meio da ferramenta "Mesclar camadas raster" do QGIS, gerando uma única imagem contínua para cada ano analisado, com tipo de dado Float32. Com os mosaicos anuais prontos, realizou-se a classificação supervisionada das imagens utilizando o algoritmo Support Vector Machine (SVM), considerando amostras vetoriais previamente definidas para diferentes classes de uso e cobertura do solo. Essa abordagem multitemporal permitiu o monitoramento espacial das transformações ocorridas no território municipal ao longo dos anos, possibilitando identificar tendências como expansão urbana, intensificação agrícola ou recuperação de áreas vegetais.

6) Classificação do uso e cobertura do solo: As imagens foram processadas e classificadas em ambiente SIG, utilizando o software QGIS. A classificação considerou oito classes de uso e cobertura do solo: Água, Cerrado, Cultivo, Eucalipto, Mancha Urbana, Mata Seca, Pastagem e Solo Exposto. A metodologia adotada combinou interpretação visual, observação de padrões espectrais e verificação de consistência temporal, com base no conhecimento prévio da região e validação cruzada das classes. Após a classificação, foram calculadas as áreas absolutas e percentuais ocupadas por cada classe em cada ano, possibilitando a identificação de tendências e transformações espaciais ao longo do período analisado (1990–2024).



7) Cruzamento entre uso do solo e tipos de solo: Com o intuito de aprofundar a análise espacial, as informações de uso e cobertura do solo em cada ano foram cruzadas com a camada vetorial dos tipos de solo, também por meio da ferramenta de interseção no QGIS. Essa operação permitiu identificar quais classes de solo foram mais ocupadas por determinadas atividades ao longo do tempo. Os resultados foram tabulados em valores percentuais, permitindo comparações entre os diferentes anos e a avaliação da dinâmica de ocupação do território conforme as características edáficas.

8) Organização e representação dos dados: Todos os dados obtidos foram organizados em mapas temáticos, tabelas e gráfico gerados a partir das ferramentas gráficas do QGIS e R Studio. As informações obtidas foram discutidas ao longo do texto com análises percentuais do município estudado. Esses produtos cartográficos permitiram representar visualmente a distribuição espacial das classes, facilitando a análise qualitativa e quantitativa das transformações ocorridas.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Distribuição espacial dos solos em função da declividade em Montes Claros-MG

A análise do uso e cobertura do solo no município de Montes Claros-MG, com recorte temporal entre 1990 e 2024, permite identificar as principais transformações na dinâmica espacial da paisagem, resultantes da intensificação das atividades humanas e da reorganização dos sistemas produtivos rurais e urbanos. A integração de informações pedológicas, morfométricas e de classificação temática obtidas por sensoriamento remoto possibilita a identificação de padrões de conversão do uso da terra, destacando-se a substituição progressiva da vegetação nativa por pastagens, áreas agrícolas e unidades de silvicultura, bem como o adensamento urbano em regiões de maior acessibilidade.

A correlação entre tipos de solo, classes de declividade e usos da terra determina a aptidão agrícola, o potencial produtivo e o grau de vulnerabilidade ambiental das unidades territoriais. A interseção desses dados revela padrões consistentes em faixas de declividade específicas, indicando como características geomorfológicas e propriedades do solo orientam o uso potencial da paisagem. Essa abordagem permite compreender não apenas a distribuição espacial das classes de ocupação do solo, mas também os processos de transformação ambiental associados às atividades humanas, fornecendo subsídios relevantes para o planejamento territorial e a gestão sustentável dos recursos naturais no município.

As informações obtidas pelo IBGE (2023) apresentam a extensão territorial do município de Montes Claros que possui uma área urbana que corresponde a 2,14% e 9 tipos de solos. O PVe - Argissolo Vermelho Eutrófico possui maior representatividade com 31,09%, seguido pelo CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico com 21,79%, LVe - Latossolo Vermelho Eutrófico com 16,82%, LVd - Latossolo Vermelho Distrófico com 13,23%, PVa - Argissolo Vermelho Alumínico com 11,81%, LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico com 1,63%. Os solos RYbe - Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, RLd - Neossolo Litólico Distrófico e NVe - Nitossolo Vermelho Eutrófico representam menos de 1% da área total do município (Tabela 1 e Mapa 2).

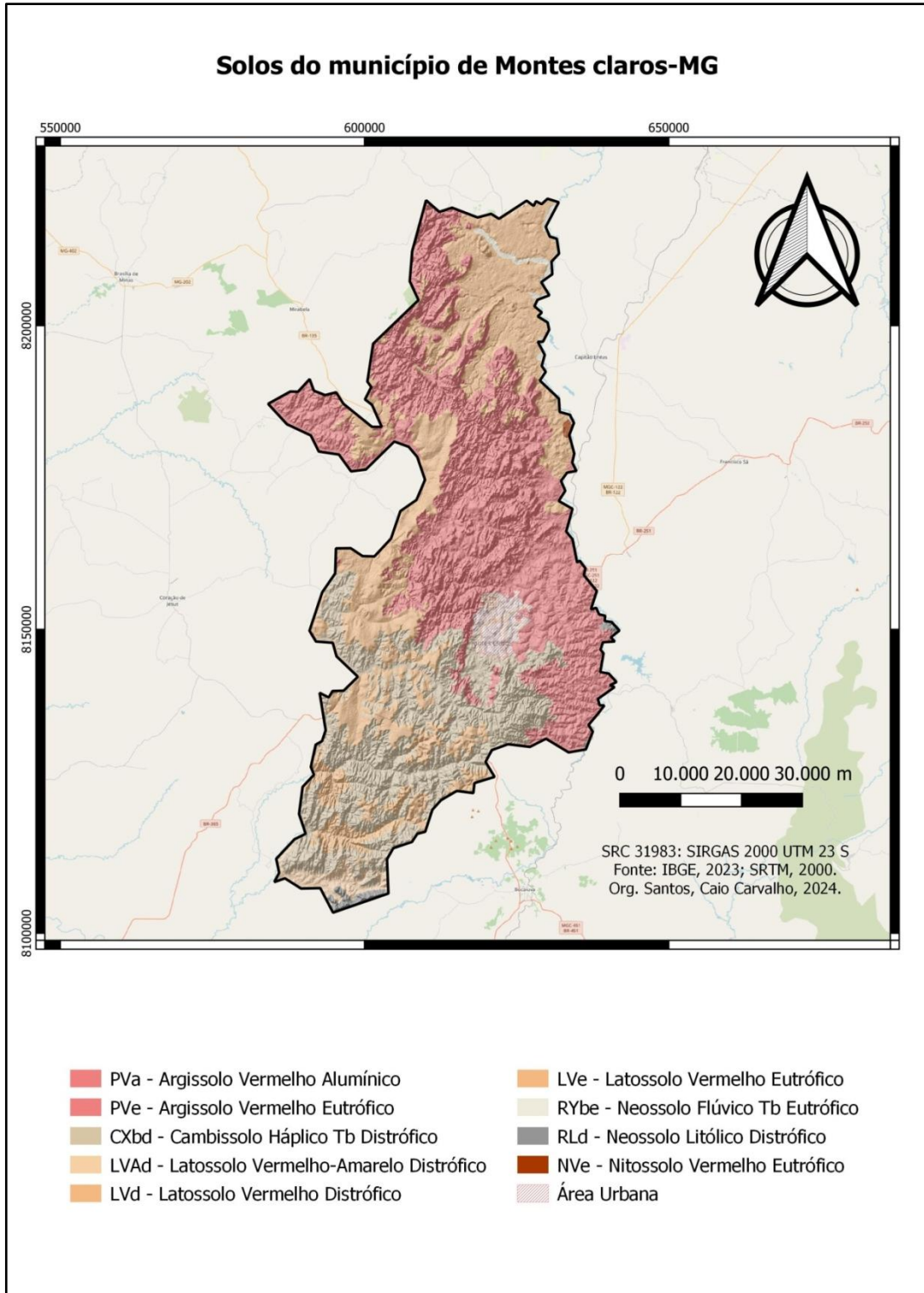
**Tabela 1** – Solos do município de Montes Claros-MG

Solos	Áreas (km <sup>2</sup> )	%
PVe - Argissolo Vermelho Eutrófico	1.116,07	31,09
CXbd - Cambissolo Háptico Tb Distrófico	782,22	21,79
LVe - Latossolo Vermelho Eutrófico	603,81	16,82
LVd - Latossolo Vermelho Distrófico	474,93	13,23
PVa - Argissolo Vermelho Alumínico	423,96	11,81
Área Urbana	76,82	2,14
LVAd - Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	58,51	1,63
RYbe - Neossolo Flúvico Tb Eutrófico	28,00	0,78
RLd - Neossolo Litólico Distrófico	21,90	0,61
NVe - Nitossolo Vermelho Eutrófico	3,59	0,1

**Fonte:** IBGE, 2023; SRTM (2000). Org. Santos, Caio Carvalho, 2024.



Mapa 2 – Solos do município de Montes Claros-MG



Fonte: IBGE, 2023; SRTM (2000). Org. Santos, Caio Carvalho, 2024.

Conforme informações obtidas por um MDE (SRTM, 2000) e a classificação de declividade estabelecida pela EMBRAPA (1979), é possível observar que a área do município é predominante Ondulado e Forte Ondulado que representam 36,37% e 30,54%, respectivamente. Seguido pela declividade Plano que representa 16%,63, Forte Ondulado com 14,48%, Montanhoso com 1,91% e Escarpado com menos de 1% (Tabela 2 e Mapa 3).



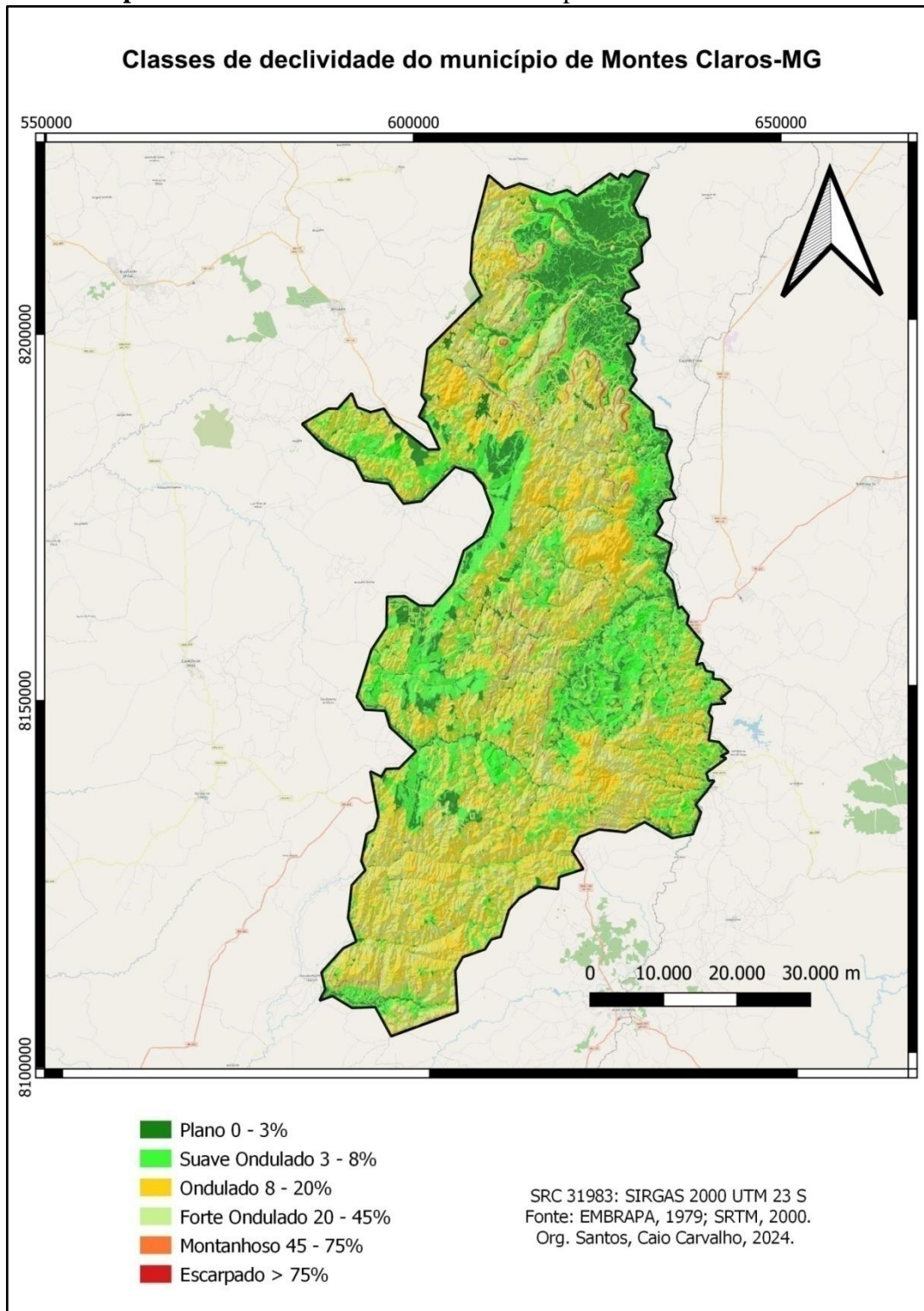
**Tabela 2** – Classes de declividade do município de Montes Claros-MG

Declividade	Área (km <sup>2</sup> )	%
Ondulado	1.305,61	36,37
Suave Ondulado	1.096,33	30,54
Plano	596,99	16,63
Forte Ondulado	519,80	14,48
Montanhoso	68,57	1,91
Escarpado	2,51	0,07

**Fonte:** EMBRAPA, 1979; SRTM (2000). Org. Santos, Caio Carvalho, 2024.



**Mapa3** – Classes de declividade do município de Montes Claros-MG



**Fonte:** EMBRAPA, 1979; SRTM (2000). Org. Santos, Caio Carvalho, 2024.

O PVe – Argissolo Vermelho Eutrófico, o solo mais recorrente no município, distribui-se majoritariamente em áreas onduladas (42,57%) e fortemente onduladas (26,73%), totalizando cerca de 70% em terrenos com moderada a alta movimentação topográfica. O restante se concentra em suave ondulado (19,31%) e em menor proporção nas classes plano (6,82%), montanhoso (4,38%) e escarpado (0,19%). Essa distribuição reflete uma forte



adaptação desse solo a ambientes de relevo mais movimentado, exigindo práticas de manejo que previnam a erosão.

Já o CXbd – Cambissolo Háptico Tb Distrófico, segundo solo mais comum, também ocorre principalmente em áreas onduladas (51,31%), seguido de forte ondulado (21,28%) e suave ondulado (20,96%). Apenas 5,58% está em áreas planas. Essa concentração em áreas de declividade média e alta indica limitação para atividades agrícolas mecanizadas e maior suscetibilidade à erosão superficial, dada a menor profundidade e maturidade do perfil desse solo.

Os Latossolos Vermelho Distrófico (LVd) e Eutrófico (LVe) apresentam padrões distintos. O LVd está mais presente em suave ondulado (54,11%), com menor ocorrência em plano (23,49%) e ondulado (19,55%), o que demonstra boa adaptação a terrenos levemente inclinados, favorecendo práticas agrícolas com menor risco de perda de solo. Já o LVe é relativamente equilibrado entre plano (38,81%), suave ondulado (30,52%) e ondulado (21,03%), sugerindo grande versatilidade no uso do solo, com predominância em áreas de declividade leve, ideais para agricultura mecanizada.

O LVAd – Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico ocorre preferencialmente em suave ondulado (42,36%), seguido por ondulado (27,53%) e plano (17,38%), reforçando o padrão típico dos latossolos em relevo de baixa a média declividade. Sua presença em áreas de forte ondulado (12,45%) e montanhoso (0,28%) é residual, indicando uso mais restrito.

Os Argissolos Vermelhos Alumínico (PVa) e Eutrófico (PVe) também se destacam pela forte presença em áreas de declividade intermediária. O PVa está concentrado em suave ondulado (43,7%) e ondulado (35,9%), com menor expressão em áreas planas (17,76%), enquanto o PVe, como já destacado, domina em ondulado e forte ondulado, o que exige maior atenção quanto à conservação do solo.

Os solos com menor participação no território, como o NVe – Nitossolo Vermelho Eutrófico, o RLd – Neossolo Litólico Distrófico e o RYbe – Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, apresentam padrões específicos. O NVe tem forte predominância em áreas planas (66,29%) e suave ondulado (28%), indicando localização em setores de relevo mais estável e menor suscetibilidade à erosão. O RYbe, típico de áreas de várzea, concentra 72,41% em áreas planas, sendo raramente encontrado em declividades mais acentuadas. Em contrapartida, o RLd, associado a ambientes montanhosos, aparece sobretudo em forte ondulado (39,68%) e ondulado (31,28%), sendo um indicativo de solos rasos e pouco evoluídos em regiões com maior declividade.

A área urbana, por sua vez, encontra-se preferencialmente em terrenos de suave ondulado (54,66%) e plano (28,62%), o que é esperado diante da busca por áreas com menor custo de urbanização e menor risco geotécnico. A presença urbana em áreas de ondulado (15,9%) e forte ondulado (0,76%) é marginal, e praticamente inexistente em setores montanhosos (0,05%).

Em síntese, a análise revela que os principais tipos de solo de Montes Claros apresentam preferências claras por determinadas classes de declividade, refletindo a gênese pedológica, os condicionantes morfológicos e o uso potencial do solo. Solos mais férteis e profundos, como os Latossolos e Argissolos Eutróficos, estão associados a terrenos com declividades moderadas, enquanto solos menos desenvolvidos, como Cambissolos e

Neossolos Litólicos, predominam em áreas mais acidentadas, com limitações severas ao uso agrícola intensivo. Essa compreensão é essencial para o planejamento territorial, o zoneamento agroecológico e a gestão sustentável dos recursos naturais no município.

#### 4.2 Evolução do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG entre 1990 e 2024

Entre 1990 e 2024, foi observada a área do município de Montes Claros e foi possível identificar uma diversidade no processo de uso e ocupação do solo que está distribuída espacialmente em oito classes principais: Mata Seca, Pastagem, Cerrado, Eucalipto, Mancha Urbana, Cultivo, Solo Exposto e Água. Cada uma dessas classes reflete diferentes funções ambientais e socioeconômicas: a Mata Seca e o Cerrado representam áreas naturais com vegetação nativa, enquanto as pastagens e os cultivos indicam a predominância de atividades agropecuárias. O eucalipto evidencia a expansão da silvicultura, ao passo que a mancha urbana e o solo exposto refletem a crescente urbanização e intervenções humanas no espaço territorial. Por fim, a água corresponde a rios, açudes e reservatórios que desempenham papel fundamental no abastecimento e manutenção de ecossistemas. A análise da evolução dessas classes ao longo das décadas permite compreender como os processos de ocupação, produção agrícola e urbanização moldaram o município, oferecendo subsídios para políticas de planejamento territorial e uso sustentável do solo (Tabela 3).

**Tabela 3** – Áreas (km<sup>2</sup>/% ) do uso e ocupação solo em Montes Claros-MG (1990-2024)

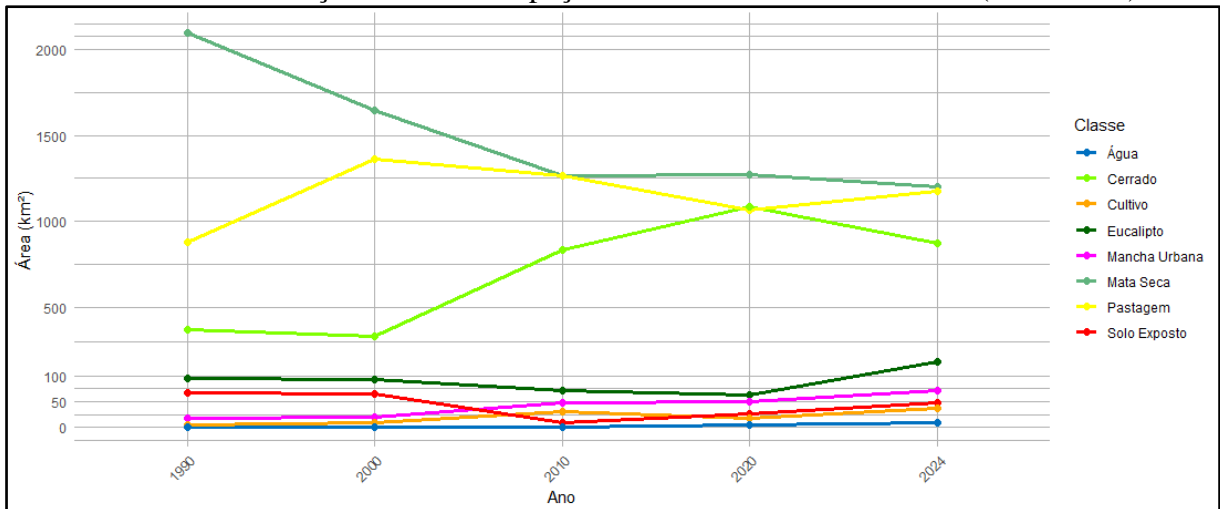
	1990	%	2000	%	2010	%	2020	%	2024	%
Mata Seca	2.097,88	58,44	1.644,49	45,81	1.263,61	35,2	1.273,64	35,48	1.203,57	33,53
Pastagem	876,99	24,43	1.361,97	37,94	1.267,92	35,32	1.066,27	29,7	1.172,53	32,66
Cerrado	367,24	10,23	333,13	9,28	833,91	23,23	1.086,75	30,27	870,09	24,24
Eucalipto	94,05	2,62	92,26	2,57	70,72	1,97	63,21	1,76	179,11	4,99
Mancha Urbana	17,23	0,48	20,10	0,56	48,82	1,36	50,26	1,4	72,16	2,01
Cultivo	4,67	0,13	8,26	0,23	9,69	0,27	25,88	0,72	46,93	1,31
Solo Exposto	67,49	1,88	64,98	1,81	31,23	0,87	17,96	0,5	37,10	1,03
Água	1,08	0,03	1,08	0,03	0,72	0,02	5,86	0,16	8,31	0,23

Fonte: Landsat 5, 1990; 2000; Landsat 7, 2010; Landsat 8, 2020; Landsat 9, 2024.

Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

A evolução das classes de uso e ocupação do solo em Montes Claros passou por transformações, alterando significativamente suas respectivas áreas. Observa-se a redução progressiva da Mata Seca, enquanto as áreas de pastagem e do Cerrado expandiram-se em determinados períodos, refletindo mudanças no manejo do território. As áreas de eucalipto também variaram, com crescimento expressivo nos últimos anos. Houve um crescimento contínuo da mancha urbana, acompanhada pela presença de solo exposto ao seu redor, em grande parte associado à expansão urbana. Além disso, cultivos agrícolas e corpos d'água apresentaram aumentos pontuais, evidenciando um processo dinâmico de reorganização do espaço ao longo das últimas décadas (Gráfico 1).

**Gráfico 1 – Evolução do uso e ocupação solo em Montes Claros-MG (1990-2024)**



**Fonte:** Landsat 5, 1990; 2000; Landsat 7, 2010; Landsat 8, 2020; Landsat 9, 2024.  
 Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

A Mata Seca, inicialmente predominante com 58,44% do território, sofreu uma redução significativa para 33,53%, principalmente em função da conversão de algumas áreas em Pastagens. Estas, por sua vez, ampliaram sua participação de 24,43% para 32,66%, consolidando-se como o principal uso rural e refletindo a intensificação da atividade pecuária. O Cerrado, que passou de 10,23% para 24,24%, cresceu em regiões que anteriormente eram pastagem, demonstrando a dinâmica de recomposição da vegetação nativa em alguns trechos, enquanto áreas de Mata Seca foram convertidas em pastagens em outras regiões.

O Eucalipto apresentou expansão ao longo do período, passando de 2,62% para 4,99%, indicando o aumento da silvicultura voltada à produção de papel, celulose e carvão vegetal. As áreas de cultivo agrícola também cresceram, de 0,13% para 1,31%, mostrando diversificação das atividades rurais. A Mancha Urbana aumentou de 0,48% para 2,01%, acompanhada pelo Solo Exposto, que, apesar de distribuído em várias classes, concentra-se predominantemente ao redor das áreas urbanas, sinalizando a expansão da cidade e processos de intervenção humana.

As áreas de água tiveram crescimento discreto, de 0,03% para 0,23%, provavelmente associadas à construção de açudes e reservatórios para abastecimento e irrigação. O solo exposto apresentou redução em algumas regiões, de 1,88% para 1,03%, refletindo conversão para usos produtivos, mas seu posicionamento próximo à mancha urbana evidencia o avanço da urbanização e das construções no território municipal.

Em síntese, Montes Claros experimentou uma profunda transformação territorial entre 1990 e 2024: a redução da Mata Seca, o crescimento de Pastagens e do Cerrado em áreas anteriormente utilizadas para outros fins, a expansão da silvicultura e dos cultivos agrícolas, e a presença estratégica do Solo Exposto próximo às áreas urbanas revelam a complexa interação entre produção econômica, conservação ambiental e urbanização. Esses padrões são essenciais para orientar políticas de planejamento territorial, uso sustentável do solo e



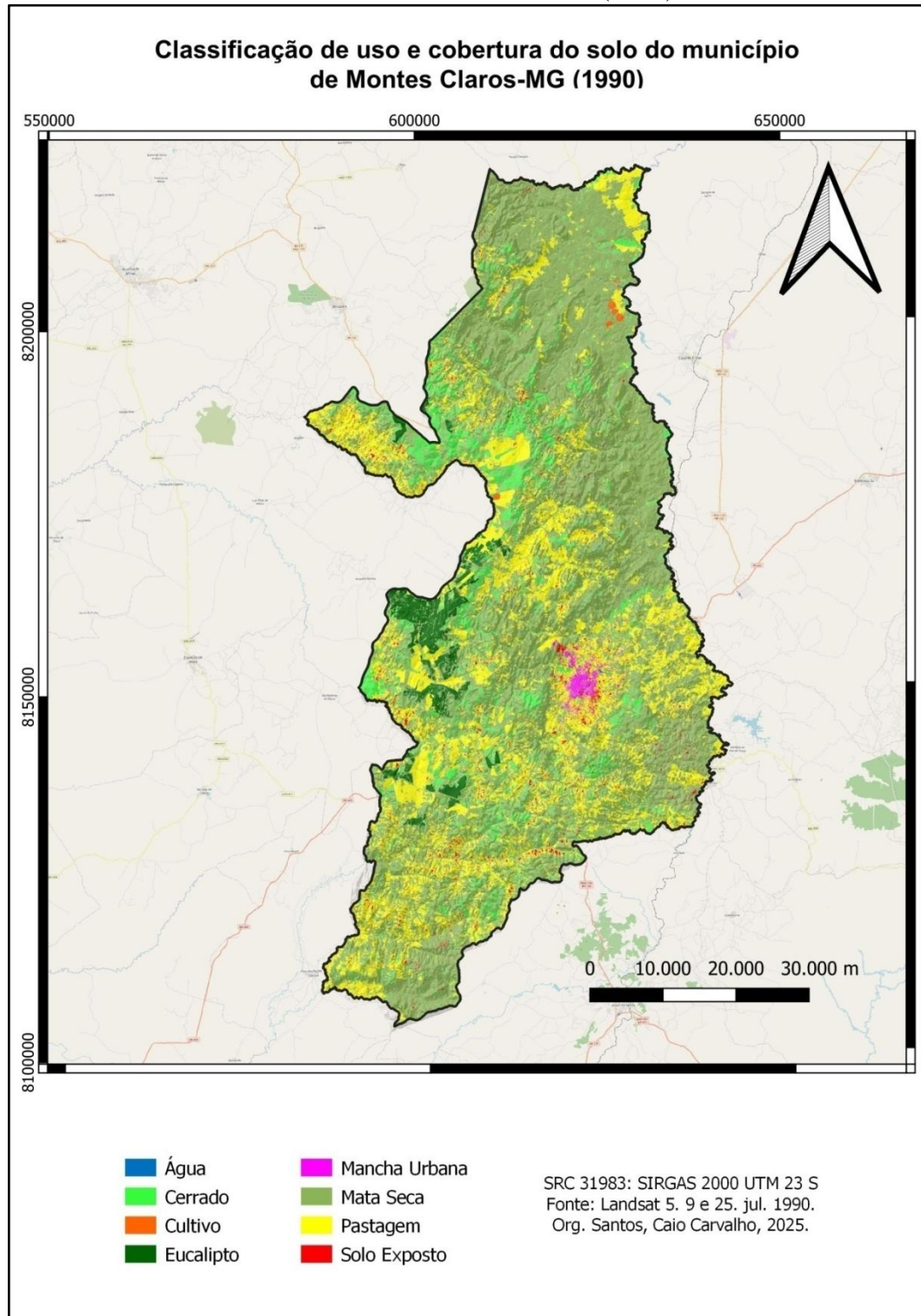
estratégias de conservação ambiental, garantindo equilíbrio entre desenvolvimento e preservação.

#### **4.3 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (1990)**

No ano de 1990, o uso e ocupação do solo no município de Montes Claros apresentou forte predominância da cobertura vegetal nativa, sendo a Mata Seca, responsável por 58,44% da área total. Em seguida, destacam-se as classes de Pastagem (24,43%), Cerrado (10,23%), Eucalipto (2,62%), Solo Exposto (1,88%), Mancha Urbana (0,48%), Cultivo (0,13%) e corpos hídricos (0,03%). Essas informações podem ser vistas no mapa (Mapa 4).



**Mapa 4** – Classificação de uso e cobertura do solo do município de Montes Claros-MG (1990)



**Fonte:**Landsat 5, 1990. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

No que diz respeito ao uso e ocupação do solo por tipo de solo disponível, a Mata Seca ocupou as maiores proporções da área em praticamente todos os tipos de solo. Essa recorrência foi especialmente expressiva em solos como o Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe), com 81,6% de sua área ocupada por Mata Seca, e no Nitossolo Vermelho Eutrófico

(NVe), com 68%. Também se destaca a predominância de Mata Seca em Argissolos (tanto o PVe quanto o PVa), onde a vegetação original representava mais de 64% da área desses solos. Essa tendência evidencia a forte adaptação da fitofisionomia da Mata Seca aos solos bem drenados, de média a alta fertilidade, típicos da região norte-mineira.

A segunda forma de uso mais recorrente foi a pastagem, observada com destaque nos Cambissolos Háplicos (CXbd), com 33,9% de ocupação, e em áreas urbanas, onde correspondeu a 52,9% do uso do solo. A expressiva presença de pastagem em áreas de solos como Latossolos, Argissolos e Cambissolos indica o início da conversão de vegetação nativa para atividades pecuárias, processo característico da expansão da fronteira agropecuária na região do Cerrado. Apesar disso, ainda se verifica que a conversão de vegetação nativa não era majoritária em boa parte dos solos mais férteis, como o Latossolo Vermelho Eutrófico, onde a pastagem ocupava apenas 11,6%.

O Cerrado, por sua vez, foi presente de forma menos recorrente, geralmente abaixo de 20% em cada tipo de solo. Destaca-se sua ocorrência em áreas de Latossolos e Argissolos, que tradicionalmente sustentam essa vegetação por suas características físico-químicas. No entanto, a relativa baixa porcentagem da fitofisionomia de cerrado em 1990 pode ser indicativa de um processo histórico anterior de substituição do Cerrado original por uso antrópico, como pastagens.

Por fim, as classes de uso associadas à intervenção humana direta, como Solo Exposto, Mancha Urbana, Cultivos e Eucalipto, possuíam baixa representatividade em 1990, somando geralmente menos de 5% do total em cada unidade de solo. Destaca-se, contudo, a expressiva presença de Eucalipto em Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd), com 18,4% de cobertura, evidenciando já naquele período uma introdução direcionada à silvicultura, associada à aptidão desses solos para culturas perenes. Já nas áreas urbanas, o solo exposto alcançava 10% e a Mancha Urbana 20,3%, refletindo o processo de expansão urbana do município em curso.

Em síntese, o levantamento de 1990 revela um território com predominância da vegetação nativa (especialmente Mata Seca) associada a solos férteis e bem drenados, mas já sujeito a um processo de transformação, sobretudo com o avanço das pastagens e de práticas de uso alternativo do solo, como silvicultura e ocupação urbana. A relação entre uso do solo e tipo pedológico mostra um cenário ainda equilibrado entre conservação e exploração, mas foi uma prenúncia de mudança que se intensificariam nas décadas seguintes.

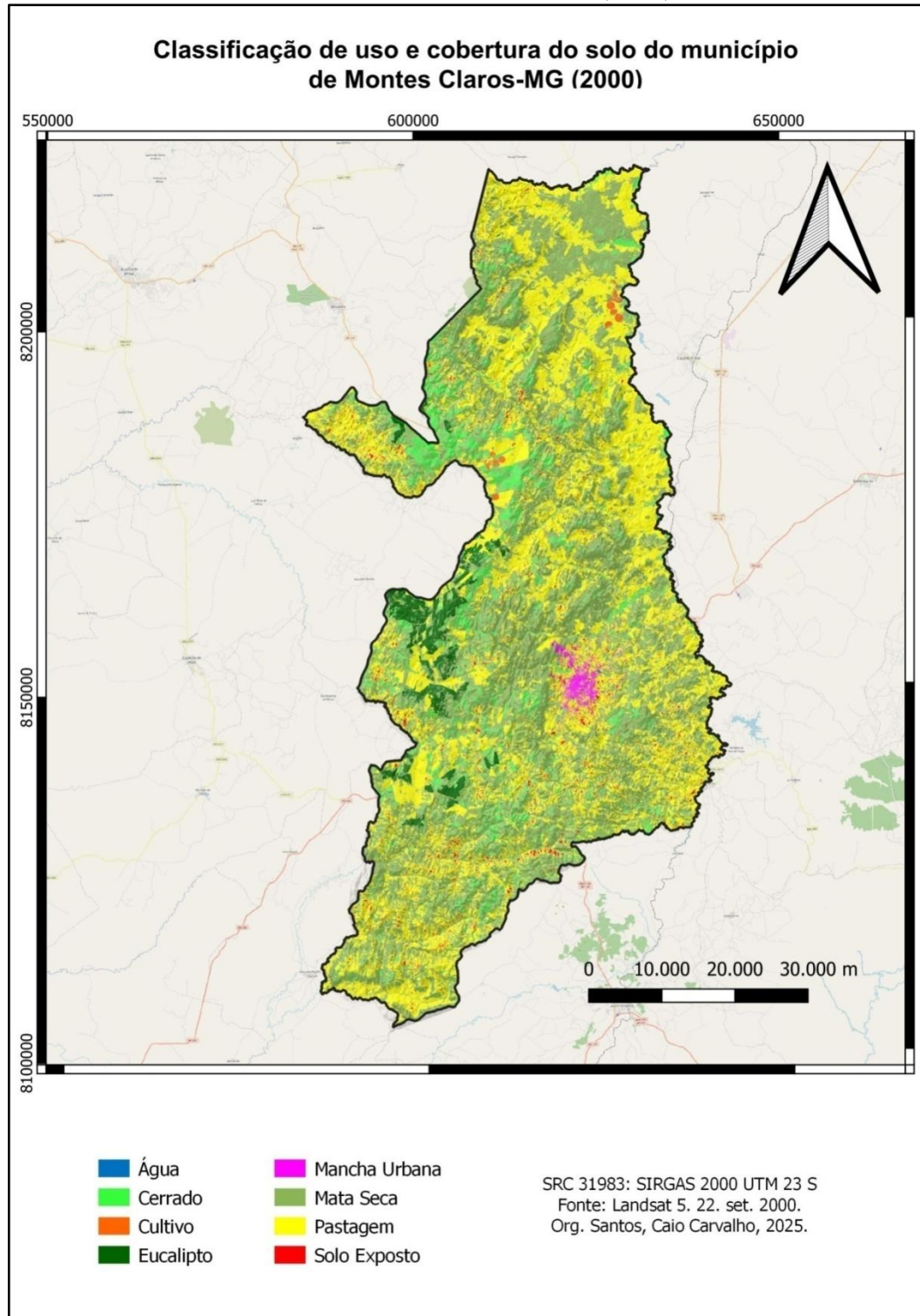
### **4.3 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2000)**

Em 2000, houve mudanças significativas no uso e ocupação do solo no município de Montes Claros, sendo que determinadas classes apresentaram reduções e outras obtiveram aumento. As áreas que possuíam a Mata Seca foram reduzidas para 45,81% da área total do município. Em seguida, a Pastagem aumentou para 37,94%, o Cerrado diminuiu para 9,28%, o Eucalipto obteve uma pequena redução para 2,57%, o Solo Exposto também obteve uma pequena redução para 1,81%, a Mancha Urbana aumentou para 0,56%, o Cultivo também



aumentou para 0,23% e a Água manteve-se em 0,03%. Essas informações podem ser vistas no mapa Mapa 5.

**Mapa 5** – Classificação de uso e cobertura do solo do município de Montes Claros-MG (2000)



Fonte: Landsat 5, 2000. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

A Mata Seca se destacou como a principal classe de uso do solo, sendo recorrente em diversos tipos pedológicos, especialmente no Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe) com 53,93% da sua área coberta por essa vegetação, seguido pelo Cambissolo Háptico Distrófico (CXbd) com 47,71%, o Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe) com 45,25% e o Argissolo Vermelho Alumínico (PVa) com 47,31%. Essa tendência evidencia uma forte associação entre os solos mais argilosos, profundos e bem drenados e a presença de vegetação típica do bioma da mata seca, adaptada ao clima semiárido da região.

A Pastagem também foi um uso significativo, especialmente sobre áreas originalmente cobertas por vegetação nativa. O uso pastoril se intensificou no Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe), onde representava 48,12% da ocupação, além de também estar muito presente no Argissolo Vermelho Alumínico (PVa) (45,33%) e no Cambissolo Háptico (CXbd) (37,48%). Isso indica uma expansão da atividade agropecuária, sobretudo sobre solos de boa fertilidade natural e topografia mais favorável, convertendo áreas de mata seca em campos de pastagem.

O uso do solo para Cerrado foi mais expressivo em solos como o Nitossolo Vermelho Eutrófico (NVe) (30,34%) e o Neossolo Flúvico Tb Eutrófico (RYbe) (30,12%), sugerindo que nessas áreas, mesmo com aptidão agrícola, a vegetação típica do cerrado ainda se mantinha, possivelmente em áreas com menor pressão antrópica ou manejo mais conservacionista. Já o uso com eucalipto aparece de forma mais pontual, mas significativa no Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), com 17,99% de sua área destinada a esse cultivo, indicando a introdução da silvicultura em áreas de maior capacidade produtiva.

A presença de manchas urbanas e áreas de Solo Exposto era relativamente pequena na escala total, mas concentrada na Área Urbana, onde as manchas urbanas representavam 23,37% da área e o solo exposto 7,71%. Esse dado reflete o processo de urbanização e ocupação desordenada na sede municipal, em contraste com a predominância rural do restante do território. Por fim, as áreas classificadas como água continuavam sendo bastante reduzidas, com percentuais inferiores a 1% em todos os tipos de solo.

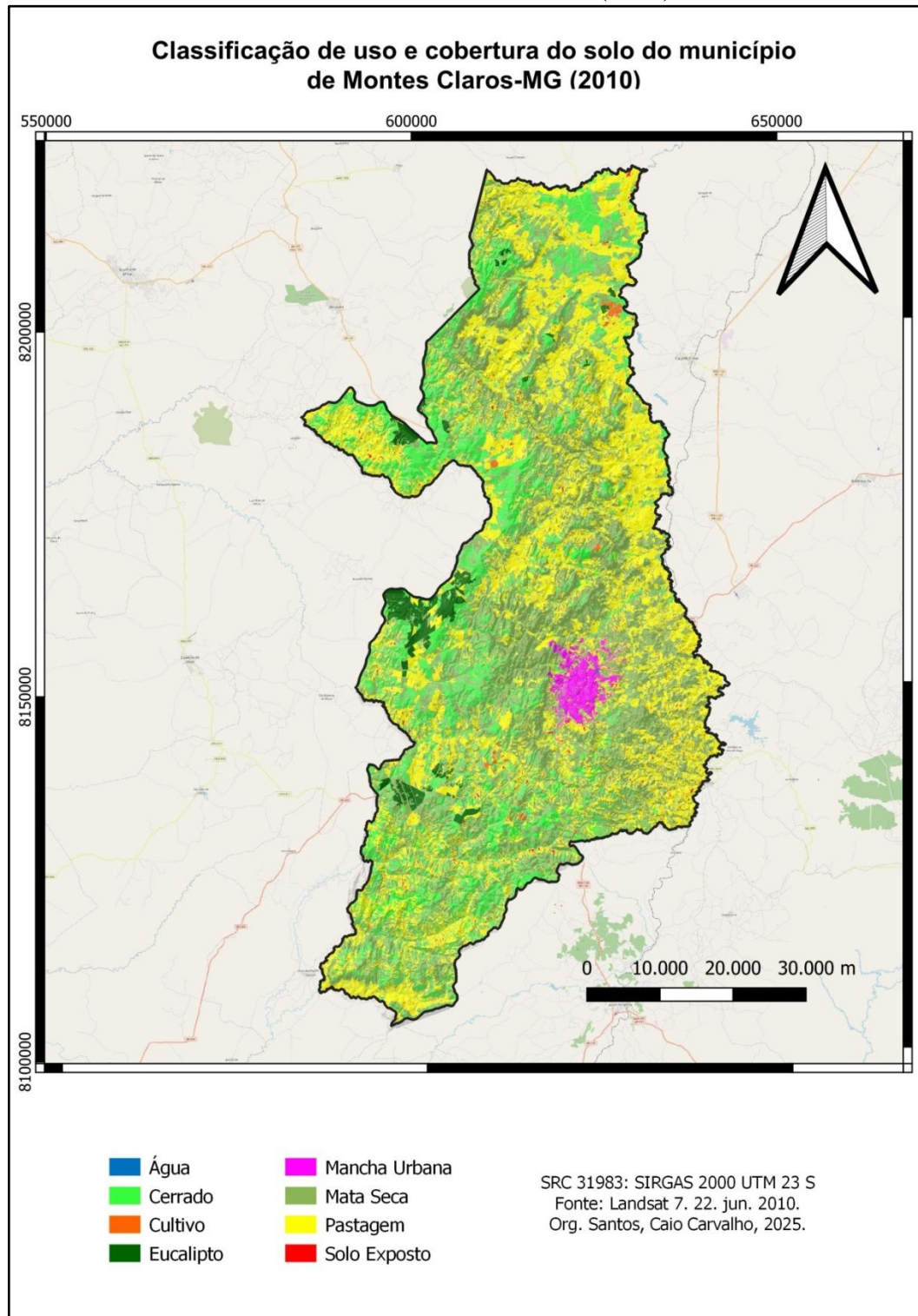
Os dados de 2000 mostram um uso do solo ainda amplamente dominado por formações vegetais nativas (mata seca e cerrado), mas com sinais claros de conversão para pastagens, cultivo de eucalipto e uso urbano. A distribuição desses usos está fortemente relacionada às características dos solos com os Latossolos e Argissolos sendo os mais amplamente utilizados para atividades agrícolas e pecuárias, enquanto os Neossolos e Cambissolos preservam parte das formações naturais.

#### **4.4 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2010)**

O panorama no ano de 2010 também foi acompanhado de mudanças no uso e ocupação do solo. As áreas de Mata Seca continuaram a seguir em queda em relação à década anterior, passando a representar 35,20% da área total do município. Em seguida, a Pastagem apresentou uma pequena retração, representando 35,32%, o Cerrado obteve um aumento significativo de área, passando a representar 23,23%, o Eucalipto obteve uma pequena redução para 1,97%, o Solo Exposto obteve uma redução significativa para 0,87%, a Mancha

Urbana aumentou significativamente para 1,36%, o Cultivo também aumentou para 0,27% e a Água retraiu, representando 0,02%. Essas informações podem ser vistas no mapa Mapa 6.

**Mapa 6** – Classificação de uso e cobertura do solo do município de Montes Claros-MG (2010)



Fonte: Landsat 7, 2010. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

A Mata Seca manteve-se como a classe de uso predominante em diversos tipos de solo, especialmente no Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe), onde representou 43,6% da área total deste solo, e no Cambissolo Háplico (CXbd), com 38,93%. Entretanto, a Pastagem apresentou significativa expansão ou manutenção em solos como o Latossolo Vermelho Eutrófico (LVe) (48,84%) e no PVa (48,74%), revelando o predomínio da agropecuária extensiva sobre solos de média a alta fertilidade. Já o cerrado destacou-se nos Latossolos Vermelho Distrófico (LVd), com 36,22%, e no PVe, com 22,14%, sugerindo que essas áreas permaneciam relativamente conservadas ou em uso menos intensivo.

A classe Solo Exposto, embora minoritária em termos percentuais (geralmente abaixo de 1,5% em todos os solos), ainda é significativa em termos ambientais por representar áreas degradadas ou em processo de uso recente. A presença de Eucalipto, embora pontual, se concentra especialmente nos LVd (13,18%) e aparece em outros solos como o PVe e CXbd, indicando uma inserção setorial do reflorestamento, provavelmente voltado à produção madeireira ou de celulose.

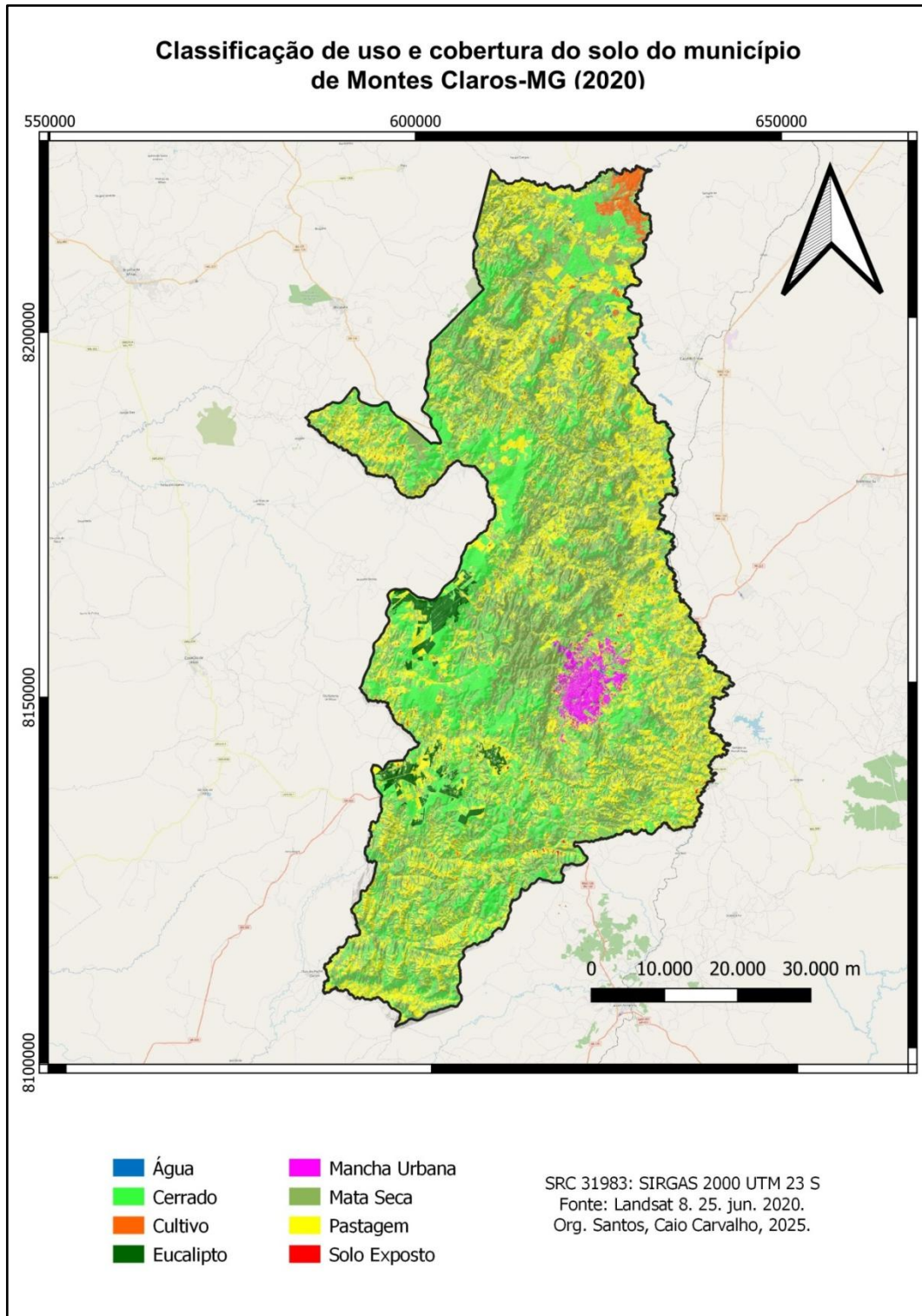
Portanto, os dados de 2010 revelam que o município de Montes Claros apresentava uma matriz de uso do solo marcada pela preservação parcial da vegetação nativa, especialmente mata seca e cerrado, em convivência com a pecuária extensiva, que predomina em vários tipos de solo. O crescimento urbano começava a se destacar, mas ainda de forma localizada. A distribuição do uso segue o padrão de aptidão dos solos: os mais férteis (como os Argissolos e Latossolos Eutróficos) são mais utilizados para pastagem, enquanto áreas com solos mais restritivos mantêm vegetação nativa ou uso menos intensivo.

#### **4.5 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2020)**

As mudanças no uso e ocupação do solo no ano de 2020 apresentam características específicas comparadas aos demais anos analisados. As áreas de Mata Seca diferentemente dos demais anos apresentaram um aumento sutil em relação à década anterior, passando a representar 35,48% da área total do município. Em seguida, a Pastagem apresentou uma retração considerável, representando 29,70%, o Cerrado continuou obtendo um aumento significativo de área, passando a representar 30,27%, o Eucalipto seguiu com uma pequena redução de área para 1,76%, o Solo Exposto obteve uma redução para 0,5%, a Mancha Urbana seguiu sua tendência de expansão para 1,4%, o Cultivo aumentou consideravelmente para 0,72% e a Água obteve um aumento considerável, representando 0,16%. Essas informações podem ser vistas no mapa Mapa 7.



**Mapa 7** – Classificação de uso e cobertura do solo do município de Montes Claros-MG (2020)



**Fonte:** Landsat 8, 2020. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.

A relação dos tipos de solos com as classes Mata Seca, Cerrado e pastagens continuaram sendo as principais e distribuídas de forma relativamente equilibrada no município. Os solos mais representativos são os Argissolos Vermelhos Eutróficos (PVe), os Latossolos Vermelhos Eutróficos (LVe) e os Cambissolos Háplicos Tb Distróficos (CXbd).



Os Argissolos Vermelhos Eutróficos (PVe), predominantes na área total, apresentaram expressiva cobertura de Mata Seca (48,62%), seguidos por pastagens (25,6%) e cerrado (25,14%), indicando uma presença ainda relevante de vegetação nativa nesse tipo de solo, embora já haja significativa conversão para uso agropecuário. A presença de solo exposto, eucalipto, mancha urbana e cultivo é residual, o que pode sugerir maior preservação ambiental ou menor pressão antrópica em áreas com esse solo.

Nos Latossolos Vermelhos Eutróficos (LVe), a distribuição do uso é mais equilibrada, com Mata Seca (35,13%), pastagem (33,72%) e cerrado (26,83%) como os usos dominantes. Esses valores refletem uma transição gradual entre uso tradicional e manutenção de vegetação nativa. Entretanto, a presença de cultivos agrícolas (3,89%) é mais perceptível neste tipo de solo em comparação aos outros, sugerindo sua aptidão agrícola em função da fertilidade natural.

Nos Cambissolos Háplicos (CXbd), a situação se destaca pela alta proporção de cerrado (33,42%) praticamente equiparada à mata seca (33,66%), enquanto pastagens (31,13%) ainda ocupam uma parte expressiva. Esse tripé indica uma área em transição entre paisagem natural e atividades agropecuárias. A presença de solo exposto (0,88%) e eucalipto (0,68%) é relativamente baixa, mas chama atenção para possíveis áreas de degradação ou reflorestamento econômico.

Outros solos como os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVAd) e os Latossolos Vermelhos Distróficos (LVd) também apresentam padrões significativos: no LVAd, predominam as pastagens (48,6%), seguidas por cerrado (31,21%) e mata seca (19,98%), enquanto o LVd é dominado pelo cerrado (52,24%), sugerindo uma menor intervenção antrópica, apesar da presença relevante de pastagens (19,83%) e eucalipto (12%).

Por fim, nas áreas urbanas, destaca-se o uso antrópico direto com 56,07% de mancha urbana, seguido por pastagens (16,87%), cerrado (12,89%) e mata seca (12,13%), mostrando que ainda existem fragmentos de vegetação nativa mesmo em zonas urbanizadas. Nos Neossolos Flúvicos e Litólicos, observa-se uma distribuição diversificada, com a vegetação natural e pastagens predominando, e pequenas parcelas de solo exposto, cultivo e água.

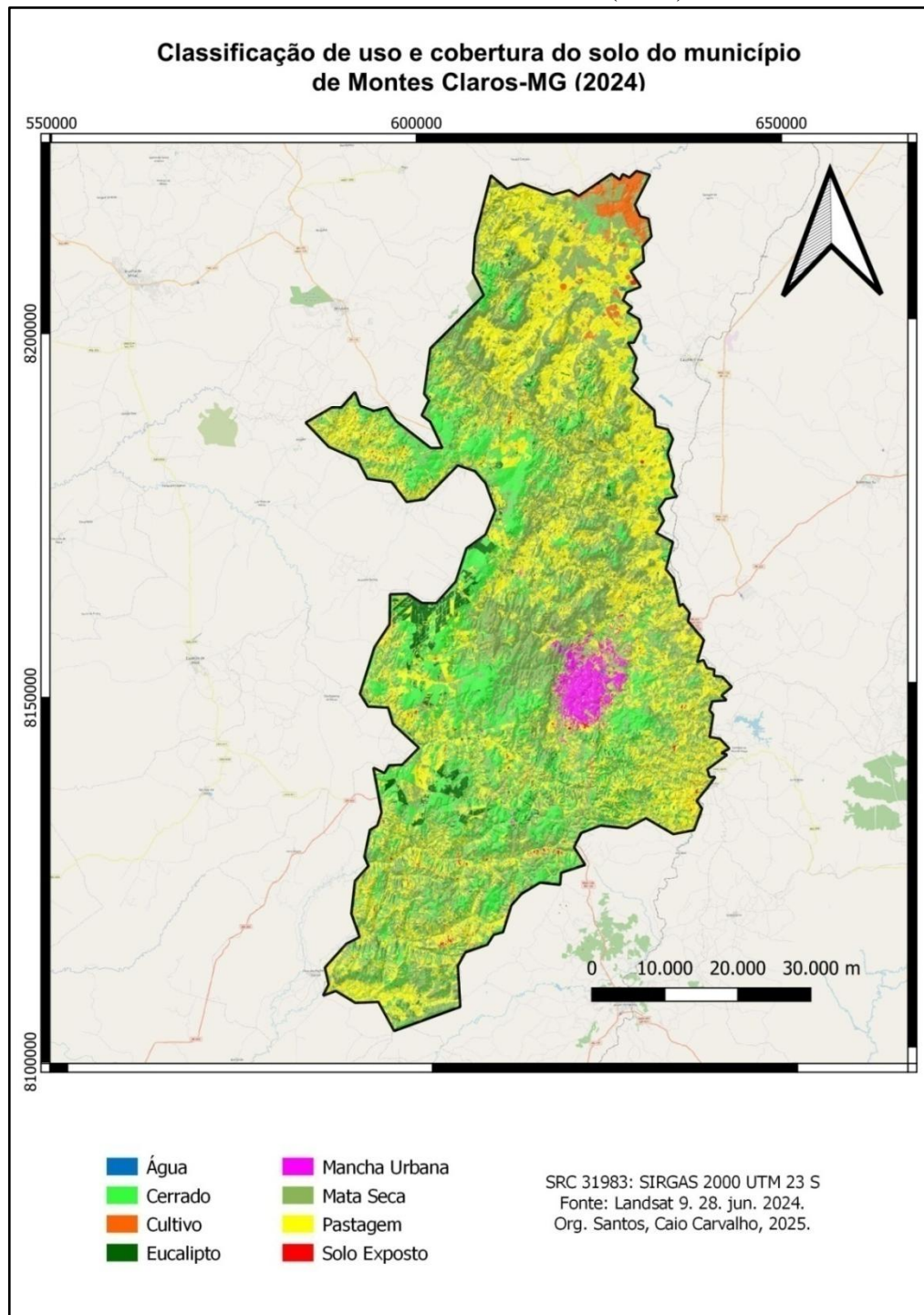
Existe uma transição complexa entre paisagem natural e uso agropecuário, com diferenças sensíveis entre os tipos de solo. A vegetação nativa ainda ocupa espaços consideráveis em alguns solos, mas a presença significativa de pastagens, cultivos e manchas urbanas aponta para dinâmicas intensas de ocupação e transformação do território.

#### **4.6 Características do uso e ocupação do solo em Montes Claros-MG (2024)**

O ano de 2024 também apresentou mudanças distintas no uso e ocupação do solo. As áreas de Mata Seca apresentou redução em relação a 2020, passando a representar 33,53% da área total do município. Em seguida, a Pastagem voltou a apresentar aumento, representando 32,66%, o Cerrado apresentou uma redução significativa de área, passando a representar 24,24%, o Eucalipto expandiu significativamente sua área para 4,99%, o Solo Exposto aumentou para 1,03%, a Mancha Urbana seguiu sua tendência de expansão para 2,01%, o

Cultivo aumentou consideravelmente para 1,31% e a Água obteve um aumento, representando 0,23%. Essas informações podem ser vistas no mapa Mapa 8.

**Mapa 8** – Classificação de uso e cobertura do solo do município de Montes Claros-MG (2024)



**Fonte:**Landsat 9, 2024. Org. Santos, Caio Carvalho, 2025.



Observam-se importantes transformações nas paisagens, com destaque para a manutenção da Mata Seca, da Pastagem e do Cerrado como principais formas de cobertura vegetal, embora com variações percentuais relevantes conforme o tipo de solo. A Mata Seca, por exemplo, manteve-se predominante em solos como o Argissolo Vermelho Eutrófico (PVe) com 44,86%, o Neossolo Litólico Distrófico (RLd) com 54,17% e o Cambissolo Háptico Tb Distrófico (CXbd) com 34,09%, evidenciando a persistência de uma vegetação nativa arbustiva em áreas de relevo mais acidentado e solo de fertilidade variável.

A Pastagem aparece com forte presença em praticamente todos os solos, destacando-se no Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LVAd) com 54,83% e no Argissolo Vermelho Alumínico (PVa) com 44,74%, o que indica seu uso predominante para atividades agropecuárias, sobretudo pecuária extensiva. Já o Cerrado, por sua vez, tem maior expressão nos Latossolos Distróficos e Eutróficos, como o LVd (47,9%) e o LVe (14,48%), sugerindo uma vegetação de savana em áreas de solos bem drenados, mas sujeitos a pressão por expansão agrícola.

A expansão das áreas com Eucalipto chama atenção, especialmente nos Latossolos e Cambissolos, onde o cultivo dessa monocultura ocupa, por exemplo, 14,39% do LVd, 4,48% do CXbd e 3,77% do PVe. Esse dado pode indicar uma tendência de substituição de áreas nativas por plantios comerciais, com possíveis implicações ambientais como a perda de biodiversidade e alteração do ciclo hidrológico. Já o uso do solo para cultivo agrícola concentra-se especialmente em solos eutróficos e flúvicos, como no LVe (6,92%) e RYbe (18%), reforçando a aptidão agrícola dessas formações edáficas.

As manchas urbanas continuam em crescimento, já ocupam porcentagens em diversos tipos de solo, como CXbd (1,14%), PVa (1,71%) e LVd (0,23%), o que indica a tendência de expansão urbana para áreas de solos originalmente agrícolas ou naturais. Por fim, o solo exposto, embora mantenha percentuais baixos (em geral abaixo de 2%), aparece distribuído em quase todos os tipos de solo, refletindo processos de degradação ou áreas em transição de uso (especialmente nas áreas de expansão urbana), o que exige atenção quanto à erosão e perda da capacidade produtiva do solo.

O uso e ocupação do solo em 2024 revela que Montes Claros segue com uma matriz de uso rural baseada na pastagem e cultivo, com significativa cobertura nativa (Mata Seca e Cerrado), porém com crescimento de monoculturas e manchas urbanas. A diversidade dos solos influencia diretamente essa configuração, moldando espacialmente o modo como a terra é utilizada no território.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O município de Montes Claros, no Norte de Minas Gerais, é um importante pólo regional, com forte influência sobre o semiárido mineiro e parte do sul da Bahia, resultado de seu dinamismo econômico e da estagnação das regiões vizinhas. Essa centralidade intensificou o processo de urbanização, com a cidade concentrando a maior parte da população em uma área reduzida, o que eleva a densidade demográfica e a demanda por



infraestrutura e por possuir uma variedade em tipos de solos e relevos, é importante realizar estudos que considerem o uso e ocupação do solo.

A evolução do uso e ocupação do solo em Montes Claros entre 1990 e 2024 revela uma dinâmica marcada pela transformação de áreas de Cerrado e Mata Seca em Pastagens e, mais recentemente, em Cultivos de Eucalipto e Expansão Urbana. Solos mais profundos e férteis, como os Latossolos e Argissolos, localizados em relevo suave a ondulado, foram progressivamente ocupados para Pastagens e Cultivo, impulsionados por condições favoráveis de declividade e fertilidade.

O uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto foi essencial para a análise da dinâmica territorial de Montes Claros, permitindo integrar informações espaciais de diferentes períodos e avaliar a evolução do uso da terra. A aplicação de métodos de classificação supervisionada, especialmente com o algoritmo Support Vector Machine (SVM), garantiu maior precisão na distinção entre classes espectralmente semelhantes, como Cerrado, Mata Seca e Pastagem. Essa abordagem metodológica fortaleceu a confiabilidade dos resultados, possibilitando identificar tendências de expansão agrícola e urbana ao longo das últimas décadas.

Áreas de relevo mais acidentado e solos rasos, como os Neossolos Litólicos, mantiveram cobertura nativa, especialmente Mata Seca, evidenciando a influência restritiva do relevo e do tipo de solo na conservação da vegetação natural. O crescimento urbano, embora ainda restrito a uma parcela menor do território, se acelerou em solos planos e suaves ondulados, onde o manejo e a infraestrutura são viáveis.

O Solo Exposto, apesar de representar percentuais baixos, sinaliza áreas susceptíveis à degradação, especialmente em regiões onde a expansão da Pastagem e Cultivos são intensos, destacando a importância de práticas sustentáveis. A presença constante e necessária de corpos d'água limita-se a áreas específicas e não apresenta variações significativas, mas é fundamental para a sustentação dos demais usos.

A interpretação dos resultados também reforça a importância de considerar a aptidão dos solos e as dinâmicas próprias do semiárido no ordenamento territorial. Solos férteis e planos, mais aptos à mecanização, concentram as atividades agropecuárias e urbanas, enquanto áreas de relevo acidentado e solos rasos funcionam como barreiras naturais à ocupação intensiva, preservando a vegetação nativa. Esse contraste evidencia a necessidade de políticas de planejamento que conciliem a expansão produtiva com a conservação ambiental, especialmente em um contexto semiárido, onde a pressão sobre os recursos naturais é constante e a degradação pode comprometer a sustentabilidade a longo prazo.

Em resumo, a relação entre uso e ocupação do solo, tipo de solo e declividade em Montes Claros demonstra um processo de intensificação produtiva e urbanização focada em solos mais favoráveis, enquanto os ambientes menos acessíveis permanecem como refúgio da vegetação nativa, refletindo um padrão típico de ordenamento territorial condicionado pela geomorfologia e características edáficas locais.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMINHAS, Francielle Gonçalves; FONSECA, Gildette Soares. CARACTERIZAÇÃO DAS FORMAÇÕES FÍSICO-NATURAIS E POTENCIALIDADES PAISAGÍSTICAS DE MONTES CLAROS NO CONTEXTO NORTE MINEIRO. **HUMBOLDT**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, 2020.

**EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** *Súmula da 10ª Reunião Técnica de Levantamento de Solos*. Rio de Janeiro: Embrapa-SNLCS, 1979. 83 p. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/sesmaria/MAPA-SESMARIA-EMBRAPA-90-60.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2024.

FRANÇA, Iara Soares de et al. Cidade média, polarização regional e setor de educação superior: estudo de Montes Claros, no norte de Minas Gerais. **Formação (Online)**, v. 2, n. 16, 2009.

FRANÇA, Iara Soares de; BARBOSA, Micaela Cardoso; SANTOS, Suzane Fátima Ribeiro. Policentralidade em cidades médias: apontamentos sobre Montes Claros-MG. **Revista da ANPEGE, [S. l.]**, v. 20, n. 41, p. 1–33, 2024.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** *Informações ambientais: pedologia – arquivos vetoriais, escala 1:250.000, versão 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: [https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/pedologia/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2023/](https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/pedologia/vetores/escala_250_mil/versao_2023/). Acesso em: 18 mai. 2025.

**IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Montes Claros (MG). Cidades e Estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/montes-claros.html>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 5. United States Geological Survey. **Imagem de satélite Landsat 5 TM – Path 218, Row 072 – cena ID LT05\_L2SP\_218072\_19900709\_20200916\_02\_T1 – adquirida em 09 jul. 1990**. Sioux Falls: USGS, 1990. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 5. United States Geological Survey. **Imagem de satélite Landsat 5 TM – Path 218, Row 071 – cena ID LT05\_L2SP\_218071\_19900725\_20200915\_02\_T1 – adquirida em 25 jul. 1990**. Sioux Falls: USGS, 1990. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 5. United States Geological Survey. **Imagem de satélite Landsat 5 TM – Path 218, Row 071 – cena ID LT05\_L2SP\_218071\_20000922\_20200906\_02\_T1 – adquirida em 22 set. 2000**. Sioux Falls: USGS, 2000. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 5. United States Geological Survey. **Imagem de satélite Landsat 5 TM – Path 218, Row 072 – cena ID LT05\_L2SP\_218072\_20000922\_20230212\_02\_T1 – adquirida em 22 set. 2000**. Sioux Falls: USGS, 2000. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.



LANDSAT 7. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 7 ETM+ – Path 218, Row 072 – cena ID LE07\_L2SP\_218072\_20100622\_20200911\_02\_T1 – adquirida em 22 jun. 2010.** Sioux Falls: USGS, 2010. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 7. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 7 ETM+ – Path 218, Row 071 – cena ID LE07\_L2SP\_218071\_20100622\_20200911\_02\_T1 – adquirida em 22 jun. 2010.** Sioux Falls: USGS, 2010. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 8. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 8 OLI – Path 218, Row 072 – cena ID LC08\_L2SP\_218072\_20200625\_20200823\_02\_T1 – adquirida em 25 jun. 2020.** Sioux Falls: USGS, 2020. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 8. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 8 OLI – Path 218, Row 071 – cena ID LC08\_L2SP\_218071\_20200625\_20200823\_02\_T1 – adquirida em 25 jun. 2020.** Sioux Falls: USGS, 2020. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 9. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 9 OLI-2 – Path 218, Row 072 – cena ID LC09\_L2SP\_218072\_20240628\_20240702\_02\_T1 – adquirida em 28 jun. 2024.** Sioux Falls: USGS, 2024. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

LANDSAT 9. United States GeologicalSurvey. **Imagem de satélite Landsat 9 OLI-2 – Path 218, Row 071 – cena ID LC09\_L2SP\_218071\_20240628\_20240702\_02\_T1 – adquirida em 28 jun. 2024.** Sioux Falls: USGS, 2024. Imagem digital. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 18 mai. 2025.

**LEITE, Marcos Esdras (org.).**Atlas ambiental de Montes Claros/MG. Montes Claros: Editora Unimontes, 2020.

SAMPAIO, Regynaldo Arruda; FERNANDES, Luiz Arnaldo. Aspectos geológicos e pedológicos dos solos do município de Montes Claros–MG. **Caderno de Ciências Agrárias**, 2021.

SILVA, Lucas Adriano et al.. A NOVA GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO MINEIRO: UMA ANÁLISE DOS ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS PERANTE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.. In: Anais do 15º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural do Nordeste (SOBER - NE). Anais...Serra Talhada(PE) UAST/UFRPE, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/15-sober-nordeste-375197/727877-A-NOVA-GEOGRAFIA-DO-SEMIARIDO-MINEIRO--UMA-ANALISE-DOS-ASPECTOS-SOCIOECONOMICOS-E-AMBIENTAIS-PERANTE-AS-MUDANCAS->. Acesso em: 18 mai. 2025.

SRTM. **Shuttle Radar Topography Mission Data**, 2000. Disponível em: <https://srtm.csi.cgiar.org>. Acesso em: 20 dez. 2024.