



## ANAIS

### **AValiação DO USO E COBERTURA DA TERRA NO BIOMA CERRADO: VARIAÇÃO TEMPORAL E ÍNDICE DE INTENSIDADE ANTROPOGÊNICA EM PARACATU, MG**

ARTHUR PEREIRA DOS SANTOS

arthur.p.santos@unesp.br

UNESP - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO

LETICIA TONDATO ARANTES

leticia.tondato@unesp.br

UNESP

ANA LAURA DE PAULA

al.paula@unesp.br

UNESP SOROCABA

ALESSANDRO JUNIOR

alessandro.junior@unesp.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - ICTS - CÂMPUS DE SOROCABA

DARLLAN COLLINS DA CUNHA E SILVA

darllan.collins@unesp.br

UNESP - INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA CÂMPUS DE SOROCABA

**RESUMO:** Este estudo aborda a importância da avaliação da Land Use and Land Cover (LULC) no bioma Cerrado e destaca o papel fundamental do sensoriamento remoto nesse processo. O objetivo foi avaliar a variação das classes de LULC entre 1990, 2005 e 2020 no município de Paracatu (MG), além de propor um método para calcular o Índice de Intensidade Antropogênica (IIA) da área. A metodologia baseou-se em dados do MapBiomias, e o IIA foi calculado pela segmentação das classes, com valores segmentados em baixa, média e alta intensidade. Os resultados indicam uma redução das classes vegetativas, como Formação Florestal e Savânica, e um aumento das áreas de pastagem e soja, evidenciando a necessidade de medidas para mitigar esses impactos, dada a importância das áreas verdes na proteção ambiental. Este estudo é relevante para subsidiar o ordenamento territorial, fornecendo informações cruciais para o planejamento e a gestão sustentável dos recursos naturais.

**PALAVRAS CHAVE:** ordenamento territorial, gestão sustentável, bioma cerrado

**ABSTRACT:** This study addresses the importance of assessing Land Use and Land Cover (LULC) in the Cerrado biome and highlights the crucial role of remote sensing in this process. The aim was to evaluate the variation in LULC classes between 1990, 2005, and 2020 in the municipality of Paracatu (MG), as well as to propose a method for calculating the Anthropogenic Intensity Index (AII) for the area. The methodology was based on MapBiomias data, and the AII was calculated by segmenting the classes into low, medium, and high intensity values. The results indicate a reduction in vegetative classes such as Forest Formation and Savanna, and an increase in pasture and soybean areas, highlighting the need for measures to mitigate these impacts, given the importance of green areas for environmental protection. This study is relevant for supporting territorial planning, providing crucial information for the sustainable management of natural resources.

**KEY WORDS:** territorial planning, sustainable management, Cerrado biome

## 1. INTRODUÇÃO

As alterações no uso da terra (*Land Use Land Cover* – LULC) estão correlacionadas aos processos de ocupação desordenada do território, os quais estão principalmente associados à atividade econômica predominante daquela região. Além disso, o aumento da utilização dos recursos naturais ocorre na mesma proporção, refletindo diretamente no seu esgotamento e impactando o meio de forma negativa (TAMRAKAR; SHARMA, 2024; HASAN *et al.*, 2020).

É importante destacar que os impactos negativos provenientes das alterações no uso da terra são considerados uma das principais preocupações para o ordenamento territorial local, visto que esses impactos podem alcançar escalas locais e globais. Todavia, é necessário, então, que a atuação do homem no meio ambiente seja planejada e adequada, de modo que os efeitos sobre o ambiente natural sejam minimizados (SAHA *et al.*, 2024; RIBEIRO *et al.*, 2024).

As diferentes formas de uso e ocupação da terra ao longo das últimas décadas têm desencadeado transformações significativas nas dinâmicas naturais, como o escoamento e a infiltração da água das chuvas, tanto em áreas rurais quanto urbanas. Além disso, a remoção da cobertura vegetal original e sua substituição, seja pela pavimentação e construções nas cidades, ou pelas áreas de cultivo e pastagens no campo, têm resultado em processos erosivos que se tornaram uma característica proeminente na paisagem. Esses processos são atribuídos à aceleração do escoamento superficial (COSTA *et al.*, 2023).

Em ambientes rurais, é comum que os escoamentos superficiais ocorram de maneira natural. No entanto, a forma como o solo é utilizado e ocupado pode provocar alterações significativas na interação entre a água e os diferentes tipos de solos. Nessas regiões, a ocupação do terreno frequentemente envolve a criação de pastagens e áreas de cultivo, substituindo a vegetação nativa e afetando os processos naturais de infiltração e escoamento da água (BRITO *et al.*, 2020).

Nesse contexto, destaca-se o município de Paracatu, cujas terras têm sido amplamente utilizadas para atividades agrícolas (SANTOS *et al.*, 2023). No entanto, as medidas para mitigar os impactos do LULC da região ainda são pouco discutidas na literatura, ressaltando a necessidade de estudos que possam fornecer embasamento para as decisões dos órgãos públicos diante dessas mudanças.

Não obstante, atualmente, tais estudos vêm sendo fortemente facilitados por meio das técnicas de Sensoriamento Remoto (SR) e do geoprocessamento, que, atrelados ao avanço da tecnologia, vêm conseguindo apresentar, de forma clara, imagens temporais que, ao serem utilizadas por equipes multidisciplinares, podem alcançar bons resultados de análise, sendo esses, subsídios da gestão territorial, ambiental e agrícola, conforme apresentado em estudos correlatos Roy *et al.* (2019), Wang *et al.* (2023), Junaid *et al.* (2023).

Com base na perspectiva apresentada, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as mudanças no Uso e Cobertura da Terra (LULC) no município de Paracatu durante os anos de 1990, 2005 e 2020. Além disso, busca-se verificar, por meio de um Índice de Intensidade Agropecuária (IIA), o nível de atividade agrícola na área de estudo, a fim de fornecer subsídios aos gestores públicos e aos órgãos fiscalizadores, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela ONU.

## 2. REVISÃO TEÓRICA

Os produtos que envolvem os cenários de LULC desempenham um papel fundamental no estudo das mudanças ambientais, sociais e econômica, pois contribuem para a

compreensão das características básicas, da estrutura regional e da distribuição dos diversos tipos de alterações que ocorreram naquele local, de forma a subsidiar uma base confiável para uma análise mais aprofundada das variações regionais nas mudanças do uso e cobertura da terra. Esses produtos também auxiliam na avaliação do impacto das LULCs nos ecossistemas, na biodiversidade, no balanço de carbono, nos recursos hídricos e em outros fatores (WANG *et al.*, 2023).

Em termos gerais, a cobertura do solo refere-se à diversidade de tipos de cobertura biológica ou física encontrada na superfície terrestre, englobando principalmente as características naturais daquele local, como florestas, pastagens, terras agrícolas, áreas urbanizadas, entre outras. Por outro lado, o uso da terra refere-se à finalidade específica do uso humano da cobertura do solo e está associado aos efeitos causados pelos impactos humanos (BRAIMOH; VLEK, 2008), com maior ênfase nos aspectos econômicos e sociais.

Inicialmente, os sistemas de classificação baseados no uso da terra eram predominantes. Exemplificando: muitos países conduziram pesquisas que abordavam diferentes tipos de levantamentos sobre a utilização do solo, fato que resultou na produção de mapas nacionais que abrangiam os respectivos usos, derivados de levantamentos sistemáticos, conforme Campbell (1983).

Diante dessa perspectiva, a partir da década de 1970 e por meio do rápido avanço da tecnologia que abrangia a detecção remota, além do avanço computacional, juntamente com a ampla utilização de dados de SR, impulsionou-se a transição do sistema de classificação do uso da terra para o sistema de classificação LULC, que se baseia em informações derivadas de SR (LU *et al.*, 2011).

Ainda que estudos recentes busquem avaliar e discutir a precisão e a consistência desses produtos em regiões específicas, atualmente, são inúmeros os produtos de Uso e Cobertura da Terra (LULC) que abrangem diferentes resoluções temporais e espaciais, sendo estes de escala global e regional e que têm subsidiado de forma significativa diversos segmentos, como a agricultura (ARFASA *et al.*, 2024), haja vista que grande parte da superfície da terra é utilizada para algum tipo de cultivo ou pastoreio de gado (AHMAD *et al.*, 2023).

As transformações que envolvem o LULC emergem como um dos desafios ambientais mais significativos em diversas regiões do mundo, como no Brasil, acarretando impactos consideráveis, com destaque para: 1) desequilíbrios no uso da terra; 2) conversão de habitats naturais para outros fins; e 3) fragmentação e destruição de ecossistemas, impulsionados pelo crescimento populacional, urbanização e práticas agrícolas insustentáveis (SOUSA-NETO *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2020).

Entretanto, é importante destacar que nem todos os efeitos que envolvem a LULC são adversos. Alguns, inclusive, estão correlacionados às melhorias na produção de alimentos, na eficiência no uso de recursos e no aumento da riqueza e do bem-estar, principalmente após a criação do conceito de Agricultura de Precisão (AP), que subsidia, dentre outros fatores, o objetivo de número 2 da Agenda 2030, que busca acabar com a fome e garantir o acesso de todas as pessoas aos alimentos, principalmente os que estão em situação de maior vulnerabilidade (GEBBERS; ADAMCHUK, 2010; SIMELANE *et al.*, 2022).

Nesse contexto, a investigação e a previsão das mudanças espaciais e temporais no LULC, principalmente diante do avanço tecnológico e da possibilidade de se analisar, de forma concisa, a espacialidade entre determinadas classes de parâmetros, tornam-se cruciais para compreender as interações dinâmicas entre o ser humano e o meio ambiente, de forma a contribuir para um planejamento e para uma gestão do uso da terra eficaz, conforme destacado por Pham *et al.* (2024), Chen *et al.* (2024) e Simelane *et al.* (2022).

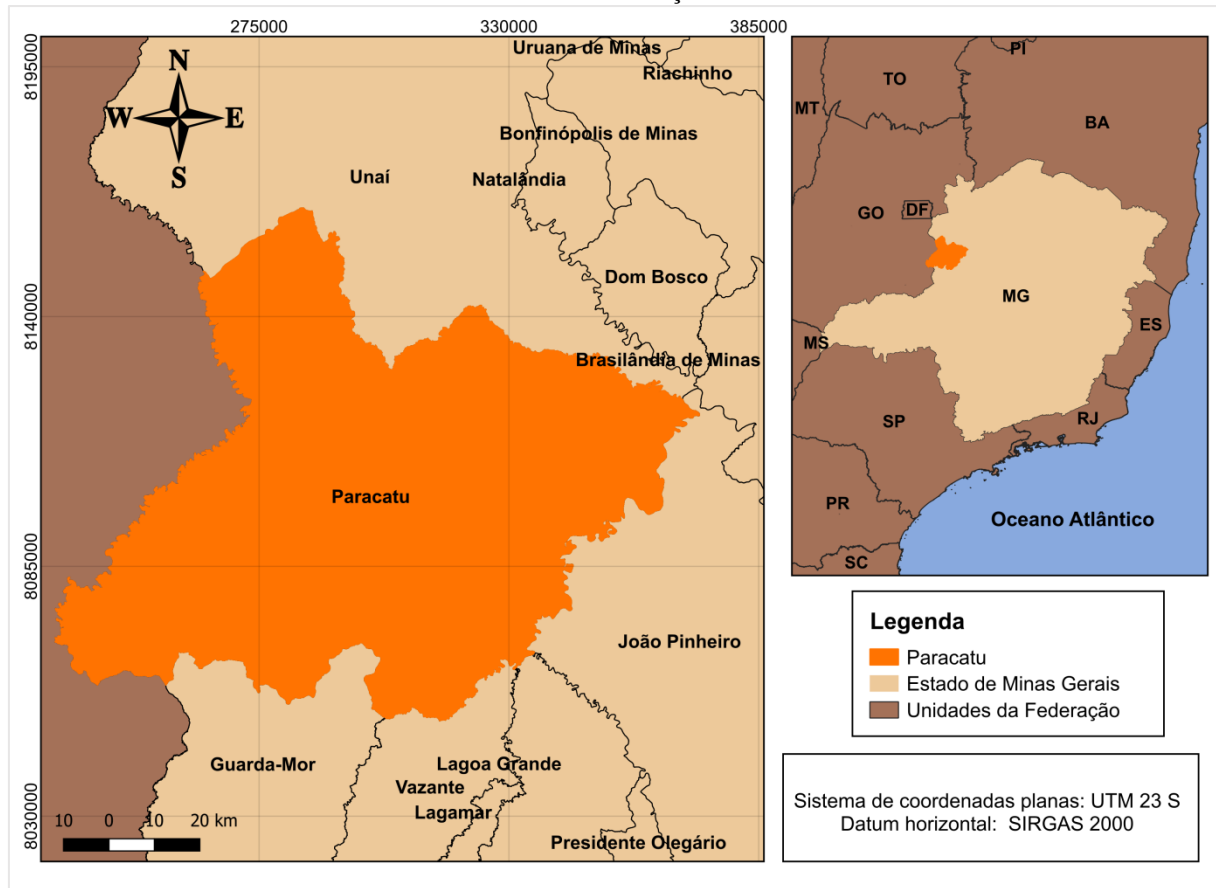
### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1. Área de estudo

Localizado na mesorregião noroeste do estado de Minas Gerais (MG), o município de Paracatu conta atualmente com uma população de aproximadamente 94.000 habitantes (IBGE, 2024), destacando-se nacionalmente no agronegócio, na pecuária e na atividade de mineração, com ênfase nas extrações de ouro, zinco e chumbo (SANTOS et al., 2023; SANTOS *et al.*, 2021).

Na perspectiva do agronegócio local, destaca-se como a maior área irrigada da região, conforme a Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do Noroeste de Minas (IRRIGANOR), que afirma, com base em imagens de satélite disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), que o município possui atualmente aproximadamente 71.702 hectares e 1.137 pivôs centrais distribuídos ao longo de sua extensão territorial.

FIGURA 1. Localização área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

#### 3.2. Obtenção dos dados e análise da série temporal

Os dados utilizados no presente estudo foram obtidos por meio do projeto do Mapeamento Anual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil (MapBiomass), iniciativa que produz o mapeamento anual do uso e cobertura da terra de todo o território nacional com base em imagens de satélite de alta resolução e algoritmos de Inteligência Artificial (IA), fornecendo informações detalhadas acerca das diferentes classes de uso e ocupação, tais como florestas, pastagens, agriculturas, áreas urbanas, dentre outras, além de permitirem, nessa perspectiva, avaliar as possíveis mudanças ao longo do tempo.

Neste ponto, vale destacar que pesquisadores de diferentes áreas vêm abordando esses dados para realizar análises temporais e multitemporais, correlacionando-os com os mais diferentes índices e variáveis espectrais, conforme estudos correlatos Neves *et al.* (2020), Silva *et al.* (2020), Santos *et al.* (2023), Souza *et al.* (2023) e Costa *et al.* (2023).

Em relação à análise dos dados, inicialmente, esses foram baixados em seu formato *.raster*, e optou-se por escolher os anos de 1990, 2000 e 2005, sendo que esse intervalo foi definido pelos marcos históricos do avanço agropecuário para o referente município, conforme destacado por Santos *et al.* (2023).

Posteriormente, as imagens foram processadas por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software QGIS na sua versão 3.36.0. Nesta etapa, vale destacar que as imagens, após serem processadas para a área de interesse, foram categorizadas com base no nível 7 de classificação do MapBiomas.

Após isso, foram extraídos os valores quantitativos de cada classe, de modo a tornar possível a realização do Índice de Intensidade Agrícola (IIA) do município. Além disso, a área de cada classe categorizada no município, em cada ano, foi calculada.

Por fim, para que fosse possível obter o respectivo índice, as classes relacionadas às atividades agropecuárias foram agrupadas em um grupo, enquanto as demais classes presentes no município foram representadas pelo outro grupo.

### 3.3. Elaboração Índice Intensidade Agrícola

Para o cálculo do IIA, considerou-se a área anual destinada à adequação agropecuária em relação à área total dos demais usos, conforme apresentado na Equação 1. Vale destacar que o IIA é uma métrica importante para avaliar o grau de intensidade das atividades agrícolas em determinada região, pois fornece informações sobre a produtividade agrícola, o uso eficiente de recursos naturais, a sustentabilidade das práticas agrícolas e seu impacto no meio ambiente (NÓBREGA *et al.*, 2023).

$$IIA = ATA/ATM * 100 \quad (1)$$

Onde:

IIA: Índice de Intensidade Agropecuária;

ATA: Área destinada às atividades agropecuárias (km<sup>2</sup>);

ATM: Área destinada a área total dos usos da terra (km<sup>2</sup>)

Nesta etapa, as classes foram segmentadas em três categorias de Índice de Intensidade Agrícola (IIA): baixa (0-40%), intermediária (40.1-60%) e alta (>60%) (Quadro 1).

**QUADRO 1.** Segmentação das classes de uso e ocupação.

Atividades agropecuárias	Demais usos
Silvicultura	Formação Florestal
Pastagem	Formação Savânica
Cana	Campo Alagado e Área Pantanosa
Mosaico de Usos	Formação Campestre
Soja	Área Urbanizada
Outras Lavouras Temporárias	Outras Áreas não Vegetadas

# ANAIS

Café	Outras Áreas não Vegetadas
Citrus	
Outras Lavouras Perenes	
Algodão	Rio, Lago e Oceano

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

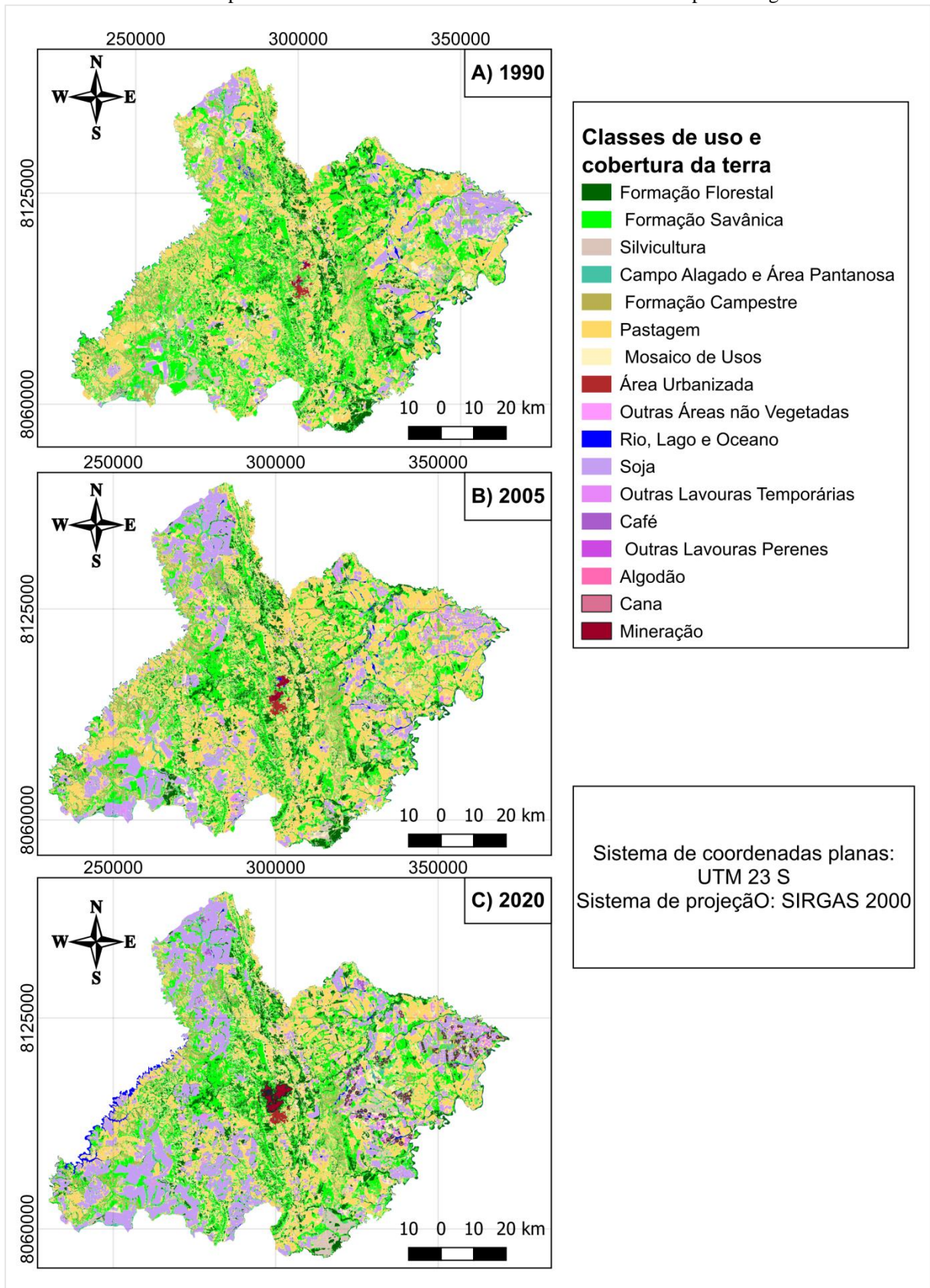
A categoria de baixa intensidade agropecuária sugere uma proporção reduzida de áreas destinadas à agropecuária em relação a outros usos. As categorias intermediária e alta indicam, respectivamente, níveis moderados e elevados de intensidade agropecuária, evidenciando um possível equilíbrio ou uma desproporcionalidade entre as atividades humanas e os demais usos da terra. Nas áreas com IIA elevado, há uma tendência à degradação ambiental e ao desenvolvimento insustentável.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta a evolução multitemporal durante os 30 anos analisados de uso e ocupação da terra no município de Paracatu, enquanto a Tabela 1 dispõe-se das variações de cada classe durante o período analisado.

# ANAIS

**FIGURA 2.** Análise Temporal das Classes de Uso e Cobertura da Terra no município de Lagoa Grande –MG.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

**TABELA 1.** Classes de uso ocupação, respectivas áreas e variação.

Classe	1990 (km <sup>2</sup> )	2005 (km <sup>2</sup> )	2020 (km <sup>2</sup> )
Formação Florestal	1079,78	981,56	894,716
Formação Savânica	2514,13	1972,55	1863,70
Silvicultura	76,365	68,893	188,97
Campo Alagado e Área Pantanosa	111,25	121,32	126,86
Formação Campestre	595,24	562,30	534,77
Cana	0	0	80,764
Pastagem	2646,19	2827,12	2067,11
Mosaico de Usos	575,43	397,633	486,38
Área Urbanizada	13,26	18,297	22,55
Outras Áreas não Vegetadas	15,32	8,567	8,439
Mineração	9,35	20,15	46,25
Rio, Lago e Oceano	60,31	56,27	92,00
Soja	501,8	956,95	1614,82
Outras Lavouras Temporárias	30,64	232,35	183,86
Café	1,52	4,811	15,40
Citrus	0,10	2,158	2,82
Outras Lavouras Perenes	0,002	0,009	0,07
Algodão	0	0,005	1,43

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Inicialmente, observou-se uma redução percentual nas áreas de Formação Florestal e Savânica, sugerindo uma possível supressão da vegetação natural para dar lugar a atividades humanas. É importante ressaltar que essa redução percentual foi observada em cada intervalo temporal analisado, destacando a importância de monitoramento contínuo por parte dos órgãos públicos diante dessa transformação.

Em estudo correlato, Almeida *et al.* (2022) utilizaram dados do MapBiomas para analisar as mudanças de uso e cobertura da terra na região amazônica ao longo das últimas décadas. Os resultados mostraram uma redução significativa nas áreas de Formação Florestal e Savânica, indicando um processo contínuo de desmatamento e conversão de vegetação nativa para outros usos, como agricultura e pastagem. Essa diminuição das áreas de vegetação natural ressalta a urgência de medidas de conservação e políticas ambientais para proteger esses ecossistemas essenciais.

Outro ponto a ser destacado é em relação à área de silvicultura, na qual o percentual dessa classe mais que dobrou em extensão territorial ao se analisar o primeiro e último ano de estudo. Todavia, considera-se que esse cenário seja comum no Brasil. Conforme destacado por Souza *et al.* (2021), que analisaram as mudanças de uso e cobertura da terra no país ao longo das últimas décadas utilizando dados do MapBiomas, os resultados revelam um aumento significativo das áreas de Silvicultura, indicando uma expansão das plantações florestais em detrimento dos ecossistemas naturais. Esse aumento pode ser considerado um impacto ambiental negativo devido à perda de biodiversidade, fragmentação de habitats e redução da área de vegetação nativa, o que pode afetar negativamente os serviços ecossistêmicos e a qualidade ambiental da região.

Por mais que não seja objeto do presente estudo, os resultados percentuais da variação



da classe de mineração no município de Paracatu são válidos de destaque. Além do mais, a expansão mineração no município é um fenômeno de relevância crescente e de significativo impacto tanto local quanto nacional. Com base em dados recentes e estudos realizados, é possível observar um aumento substancial das operações da empresa na região, com a ampliação de suas instalações e a intensificação das atividades de extração mineral.

De acordo com levantamentos realizados por Santos *et al.* (2021), a expansão da mineração em Paracatu tem sido impulsionada por uma série de fatores, incluindo a demanda crescente por minérios no mercado global, as condições favoráveis de investimento na região e a busca por novas reservas minerais. Esse crescimento tem gerado impactos significativos no ambiente local, na economia regional e nas comunidades próximas às áreas de mineração.

No entanto, é importante ressaltar que esse processo de expansão não está isento de desafios e controvérsias. Diversos estudos apontam para questões relacionadas à sustentabilidade ambiental, ao uso de recursos hídricos, à saúde das populações locais e aos direitos das comunidades tradicionais afetadas pela atividade mineradora (SANTOS *et al.*, 2022). Diante desse contexto, é fundamental que sejam realizadas avaliações abrangentes dos impactos socioambientais da expansão de tal atividade no município. Ademais, essas avaliações devem considerar não apenas os aspectos econômicos e técnicos, mas também os aspectos sociais, culturais e ambientais envolvidos.

Em relação à classe de soja, nota-se que o crescimento da área praticamente triplicou durante os 30 anos analisados. Vale destacar que o aumento percentual da área destinada ao cultivo de soja no bioma Cerrado entre os anos de 1990 e 2020 é um fenômeno de grande relevância e impacto ambiental negativo. Com base em dados do MapBiomas, é possível observar uma tendência de expansão significativa das áreas cultivadas com soja ao longo desse período.

Segundo estudos recentes conduzidos por Santos *et al.* (2021), a análise das séries temporais do MapBiomas revela um crescimento expressivo da área plantada com soja no bioma Cerrado, especialmente nas regiões de fronteira agrícola. Esse aumento percentual está associado principalmente à expansão das atividades agrícolas, ao avanço da tecnologia e à demanda crescente por commodities agrícolas, como a soja, no mercado nacional e internacional.

No entanto, é importante ressaltar que esse crescimento da cultura da soja no bioma Cerrado não está isento de impactos socioambientais significativos. Estudos indicam que a expansão desordenada das áreas agrícolas pode levar à perda de biodiversidade, à fragmentação de habitats naturais, ao desmatamento e à degradação do solo e dos recursos hídricos (LEVY *et al.*, 2024). Na Tabela 2 está disposto a variação do IIA em cada ano da série temporal analisada.

**TABELA 2.** Índice de Intensidade Antrópicas nos anos analisados.

Anos	IIA (%)
1990	40,46
2005	42,92
2020	56,39

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em todos os anos analisados, o IIA de Paracatu foi classificado com Média Intensidade Agrícola, indicando que pode estar ocorrendo no local o uso dos recursos naturais de forma sustentável e de forma mediana. Todavia, há uma variação exponencial em relação ao índice, que já se encontra perto da classificação Alta, tornando o cenário preocupante. Ademais, esse aumento do IIA indica uma maior pressão antrópica sobre o bioma Cerrado, resultando em impactos ambientais como desmatamento, degradação do solo, perda de biodiversidade e

comprometimento dos recursos hídricos.

De acordo com a pesquisa conduzida por Gouveia *et al.* (2013), o IIA apresentou um aumento significativo ao longo das últimas três décadas no bioma Cerrado. Esse crescimento está associado à expansão das fronteiras agrícolas, ao avanço da tecnologia agrícola e ao aumento da demanda por produtos agropecuários.

É importante ressaltar que o aumento do IIA também pode ter consequências socioeconômicas, incluindo a geração de empregos, o crescimento econômico regional e a produção de alimentos para a população. No entanto, tais benefícios precisam ser equilibrados com a conservação ambiental e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Diante desse contexto, políticas públicas e estratégias de gestão ambiental são necessárias para conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação do bioma Cerrado. Isso inclui a implementação de práticas agrícolas sustentáveis, a regularização fundiária, o monitoramento ambiental e o estabelecimento de áreas protegidas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise das variações das classes antrópicas - LULC - utilizando dados do MapBiomias, observa-se uma tendência preocupante de diminuição das áreas verdes e aumento das classes agropecuárias ao longo do período analisado para o município de Paracatu. Esses resultados indicam uma intensificação das atividades antrópicas, especialmente no setor agropecuário, em detrimento dos ecossistemas naturais.

É evidente que essa mudança na cobertura da terra tem sérias implicações ambientais, incluindo a perda de biodiversidade, a fragmentação de habitats, a degradação do solo e a redução dos serviços ecossistêmicos. Além disso, a pressão sobre os recursos naturais e hídricos também aumenta, representando uma ameaça à sustentabilidade ambiental da região.

Diante desse cenário crítico, é fundamental que os gestores públicos utilizem o IIA aqui apresentado como um subsídio para o planejamento e a gestão ambiental e territorial. A implementação de políticas e práticas que promovam o uso sustentável da terra, a conservação dos recursos naturais e a mitigação dos impactos ambientais é essencial para reverter essa tendência preocupante.

Além disso, é necessário um esforço conjunto da sociedade, do setor privado e do governo para promover ações de conservação e restauração ambiental, visando a proteção dos ecossistemas naturais e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Em suma, os resultados apresentados destacam a urgência de medidas efetivas para enfrentar os desafios ambientais decorrentes da LULC. Somente através de uma abordagem integrada e colaborativa será possível garantir a preservação dos recursos naturais e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, Wani Suhail; KALOOP, Mosbeh R.; JAMAL, Saleha; TAQI, Mohd; HU, Jong Wan; EL-HAMID, Hazem Abd. An analysis of LULC changes for understanding the impact of anthropogenic activities on food security: a case study of dudhganga watershed, india. **Environmental Monitoring And Assessment**, [S.L.], v. 196, n. 1, p. 1-15, 30 dez. 2023. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-023-12264-9>.

ALMEIDA, Juliana Lopes; BEZERRA, José Fernando Rodrigues; SANTOS, José de Ribamar Carvalho dos; MORAES, Marly Silva de; LISBOA, Gilberlene Serra. Avaliação das Mudanças no Uso da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Turiaçu na região amazônica

maranhense. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1965-1977, 19 jul. 2022. **Revista Brasileira de Geografia Física**. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v15.4.p1965-1977>.

ARFASA, Gemechu Fufa; OWUSU-SEKYERE, Ebenezer; DOKE, Dzigbodi Adzo; AMPOFO, Justice Aygei. Impacts of climate and land use/cover changes on the sustainability of irrigation water in West Africa: a systematic review. **All Earth**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 1-13, 31 jan. 2024. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/27669645.2024.2308371>.

BRAIMOH, Ademola K.; VLEK, Paul L. G. (2008). **Land use and soil resources**. **GeoJournal**, 34(4), 381-394. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6778-5>

BRITO, Thyago Rodrigues do Carmo; LIMA, José Romualdo de Sousa; OLIVEIRA, Cássio Lopes de; SOUZA, Rodolfo Marcondes Silva; ANTONINO, Antonio Celso Dantas; MEDEIROS, Érika Valente de; SOUZA, Eduardo Soares de; ALVES, Edevaldo Miguel. Mudanças no Uso da Terra e Efeito nos Componentes do Balanço Hídrico no Agreste Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 870-886, 20 abr. 2020. *Revista Brasileira de Geografia Física*. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p870-886>.

CAMPBELL, J. B. (1983). United States Department of Agriculture (USDA). Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. <https://www.usda.gov/>.

CHEN, Gang; ZHOU, Yuyu; VOOGT, James A.; STOKES, Eleanor C.. Remote sensing of diverse urban environments: from the single city to multiple cities. **Remote Sensing Of Environment**, [S.L.], v. 305, p. 114108, maio 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2024.114108>.

COSTA, Húrbio Rodrigues de Oliveira; MOREIRA, Emanuela Sanches; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. O uso da terra por atividades agropecuárias e seu impacto sobre bacias hidrográficas. **GeoGraphos: Revista Digital para Estudantes de Geografía y Ciencias Sociales**, v. 14, n. 152, p. 64-90, 2023. <https://doi.org/10.14198/GEOGRA2023.14.154>.

GEBBERS, Robin; ADAMCHUK, Viacheslav. I. (2010). Precision agriculture and food security. **Science**, 327(5967), 828-831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>.

GOUVEIA, Rogerio Gonçalves Lacerda de; GALVANIN, Edinéia Aparecida dos Santos; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra-MT. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 37, n. 6, p. 1045-1054, dez. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622013000600006>.

HASAN, Shaikh Shamim; ZHEN, Lin; MIAH, Md. Giashuddin; AHAMED, Tofayel; SAMIE, Abdus. Impact of land use change on ecosystem services: a review. **Environmental Development**, [S.L.], v. 34, p. 100527, jun. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100527>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2024**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/paracatu.html>. Acesso em: 24 mar. 2024.

JUNAID, Muhammad; SUN, Jianguo; IQBAL, Amir; SOHAIL, Mohammad; ZAFAR, Shahzad; KHAN, Azhar. Mapping LULC Dynamics and Its Potential Implication on Forest Cover in Malam Jabba Region with Landsat Time Series Imagery and Random Forest Classification. **Sustainability**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 1858, 18 jan. 2023. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su15031858>.

LEVY, Samuel A.; GARIK, Anna Victoria Nogueira; GARRETT, Rachael D.. The challenge of commodity-centric governance in sacrifice frontiers: evidence from the brazilian cerrado's soy sector. **Geoforum**, [S.L.], v. 150, p. 103972, mar. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2024.103972>.

LU, Dengsheng; MORAN, Emilio; HETRICK, Socoot; LI, Guiying. Land-Use and Land-Cover Change Detection. **Advances in Environmental Remote sensing**, 273-284. 2011. <http://surl.li/rwwxc>.

NEVES, Alana Kasahara; KÖRTING, Thales Sehn; FONSECA, Leila Maria Garcia; ESCADA, Maria Isabel Sobral. Assessment of TerraClass and MapBiomas data on legend and map agreement for the Brazilian Amazon biome. **Acta Amazonica**, [S.L.], v. 50, n. 2, p. 170-182, jun. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201900981>.

NÓBREGA, Rodolfo L.B.; GUZHA, Alphonse C.; LAMPARTER, Gabriele; AMORIM, Ricardo S.s.; COUTO, Eduardo G.; HUGHES, Harold J.; JUNGKUNST, Hermann F.; GEROLD, Gerhard. Impacts of land-use and land-cover change on stream hydrochemistry in the Cerrado and Amazon biomes. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 635, p. 259-274, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.356>.

PHAM, Quoc Bao; ALI, Sk Ajim; PARVIN, Farhana; VAN ON, Vo; SIDEK, Lariyah Mohd; ĐURIN, Bojan; CETL, Vlado; ĆAMANOVIĆ, Sanja; MINH, Nguyen Nguyet. Multi-spectral remote sensing and GIS-based analysis for decadal land use land cover changes and future prediction using random forest tree and artificial neural network. **Advances In Space Research**, [S.L.], p. 1-15, mar. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2024.03.027>.

RIBEIRO, Marina Pannunzio; MENEZES, Gustavo Paixão; FIGUEIREDO, Gleyce K.D.A.; MELLO, Kaline de; VALENTE, Roberta Avena. Impacts of urban landscape pattern changes on land surface temperature in Southeast Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, [S.L.], v. 33, p. 101142, jan. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2024.101142>.

ROY, Anjan; INAMDAR, Arun B.. Multi-temporal Land Use Land Cover (LULC) change analysis of a dry semi-arid river basin in western India following a robust multi-sensor satellite image calibration strategy. **Heliyon**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 1-15, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01478>.

SAHA, Gourab; DAS, Sandipan; TIKLE, Suvarna; SHIT, Pravat Kumar. Spatial–Temporal Changes of Urban Sprawl, LULC and Dynamic Relationship Between Land Surface Temperature (LST) and Bio-Physical Indicators: a study of kolkata municipal corporation, west bengal. **Geospatial Practices In Natural Resources Management**, [S.L.], p. 97-110, 2024. Springer International Publishing. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-38004-4\\_5](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-38004-4_5).

SANTOS, Arthur; SANTIL, Fernando; OLIVEIRA, Petrônio; ROVEDA, José. Utilização da Lógica Fuzzy como suporte ao Zoneamento Ambiental: um estudo de caso em paracatu :: mg. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 2352-2368, 12 ago. 2021. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p2352-2368>.

SANTOS, Arthur Pereira dos; SANTIL, Fernando Luiz de Paula; CARBONE, Samara; SILVA, Claudionor Ribeiro da. The influence of urban and mineral expansion on surface temperature variation. **Acta Scientiarum. Technology**, [S.L.], v. 45, p. 1-15, 19 dez. 2022. Universidade Estadual de Maringa. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v45i1.60117>.

SANTOS, Arthur Pereira dos; SIMIONATTO, Henzo Henrique; ARANTES, Letícia Tondato; SIMONETTI, Vanessa Cezar; OLIVEIRA, Renan Angrizani de; SALES, Jomil Costa Abreu; SILVA, Darllan Collins da Cunha e. The Influence of Land Use and Land Cover on Surface Temperature in a Water Catchment Sub-Basin. **Sociedade & Natureza**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 1-15, 2 ago. 2023. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. <http://dx.doi.org/10.14393/sn-v35-2023-69161>.

SILVA, Ramon Felipe Bicudo da; MILLINGTON, James D.A.; MORAN, Emilio F.; BATISTELLA, Mateus; LIU, Jianguo. Three decades of land-use and land-cover change in mountain regions of the Brazilian Atlantic Forest. **Landscape And Urban Planning**, [S.L.], v. 204, p. 103948, dez. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103948>.

SIMELANE, Sabelo P.; HANSEN, Christel; MUNGHEMEZULU, Cilence. The use of remote sensing and GIS for land use and land cover mapping in Eswatini: a review. **South African Journal Of Geomatics**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 181-206, 4 set. 2022. African Journals Online (AJOL). <http://dx.doi.org/10.4314/sajg.v10i2.13>.

SOUSA-NETO, Eráclito R. de; GOMES, Luciene; NASCIMENTO, Nathália; PACHECO, Felipe; OMETTO, Jean P.. Land Use and Land Cover Transition in Brazil and Their Effects on Greenhouse Gas Emissions. **Soil Management And Climate Change**, [S.L.], p. 309-321, 2018. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-812128-3.00020-3>.

SOUZA, Carlos M.; SHIMBO, Julia Z.; ROSA, Marcos R.; PARENTE, Leandro L.; ALENCAR, Ane A.; RUDORFF, Bernardo F. T.; HASENACK, Heinrich; MATSUMOTO, Marcelo; FERREIRA, Laerte G.; SOUZA-FILHO, Pedro W. M.. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, [S.L.], v. 12, n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12172735>.

SOUSA, Maria da Conceição de; VELOSO, Gustavo Vieira; GOMES, Lucas Carvalho; FERNANDES-FILHO, Elpidio Inácio; OLIVEIRA, Teógenes Senna de. Spatio-temporal dynamics of land use changes of an intense anthropized basin in the Brazilian semi-arid



## ANAIS

region. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, [S.L.], v. 24, p. 100646, nov. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100646>.

TAMRAKAR, Yashvita; SHARMA, Swati. A Review of Spatial Analysis Techniques Used for LULC Change Detection Over Delhi NCR in the Past Two Decades. **Geospatial Technology To Support Communities And Policy**, [S.L.], p. 263-287, 2024. **Springer Nature Switzerland**. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-52561-2\\_15](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-52561-2_15).

WANG, Yanzhao; SUN, Yonghua; CAO, Xuyue; WANG, Yihan; ZHANG, Wangkuan; CHENG, Xinglu. A review of regional and Global scale Land Use/Land Cover (LULC) mapping products generated from satellite remote sensing. **ISPRS Journal Of Photogrammetry And Remote Sensing**, [S.L.], v. 206, p. 311-334, dez. 2023. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2023.11.014>.