

DINÂMICA DO USO E COBERTURA DA TERRA DO MUNICÍPIO DE CEDRAL - MARANHÃO

Efraim Ribeiro Correia¹, Kedma Marques da Costa², Lygia Cristina Santos Lemos³, Jônata Fernandes de Oliveira⁴, Louize Nascimento⁵ e Adilson Matheus Borges Machado⁶

RESUMO

As imagens obtidas por meio do Sensoriamento Remoto são fundamentais para analisar a superfície terrestre e identificar mudanças no uso da terra. O objetivo deste estudo é analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Cedral, Maranhão, Brasil, utilizando dados do MapBiomias Brasil. A pesquisa busca caracterizar as transições da paisagem por meio do geoprocessamento e do mapeamento do município, abrangendo o período de 1985 a 2022. Observa-se em Cedral uma expansão significativa das áreas urbanas e de pastagem, enquanto as formações florestais e manguezais decaíram. A partir de 2015, houve um aumento das áreas urbanizadas e de pastagem, com savanas e campos alagados também se tornando mais presentes. Em 2022, a redução das florestas foi mais acentuada, acompanhada por um crescimento das áreas urbanas e de pastagem, enquanto os manguezais e apicum permaneceram predominantemente nas zonas costeiras. Entre 1985 e 2022, Cedral teve uma redução das formações florestais, com expansão contínua das áreas urbanas e de pastagem. Essas mudanças destacam a importância de estratégias sustentáveis para equilibrar desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

Palavras-chave — Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, Transições da Paisagem, Conservação Ambiental, Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

The images obtained through Remote Sensing are essential for analyzing the Earth's surface and identifying changes in land use. The objective of this study is to investigate the dynamics of land use and land cover in the municipality of Cedral, Maranhão, Brazil, using data from MapBiomias Brazil. The research aims to characterize landscape transitions through geoprocessing and mapping of the city, covering the period from 1985 to 2022. In Cedral, a significant expansion of urban and pasture areas has been observed, while forest formations and mangroves have declined. Since 2015, there has been an increase in urbanized and pasture areas, with savannas and flooded fields also becoming more prevalent. In 2022, the reduction of forests was more pronounced, accompanied by the growth of urban and pasture areas, while mangroves and salt flats remained predominantly in coastal zones. Between 1985 and 2022, Cedral experienced a reduction in forest formations, with the continuous expansion of urban and pasture areas. These

changes highlight the importance of sustainable strategies to balance economic development and environmental conservation.

Keywords — Remote Sensing, Geoprocessing, Landscape Transitions, Environmental Conservation, Sustainable Development.

1. INTRODUÇÃO

As imagens obtidas por Sensoriamento Remoto, são essenciais para analisar a superfície terrestre, em que fornecem dados sobre a área de interesse, tipo de culturas, desenvolvimento de biomassa, e análise da presença de água, salinidade, escassez de água, balanço de energia, identificação de áreas em processos de degradação, desmatamento, entre outros [1].

O processo envolve a coleta de dados espectrais sem o contato direto com a área de estudo, captando as ondas eletromagnéticas que são emitidas e refletidas, isso possibilita distinguir diferentes pontos de interesse. A coleta de dados pode ocorrer em três níveis: orbital por meio de satélites não tripulados, suborbital utilizando aeronaves, e terrestre, com equipamentos instalados em locais fixos [2].

Portanto, a caracterização precisa das propriedades espaciais de imagens usando dados precisos de uso e cobertura da terra é um desafio aberto para a comunidade científica para elaboração do planejamento geoespacial de um território. No entanto, com o avanço dos algoritmos de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*), o potencial aumentou exponencialmente que precisam de convergência para uma abordagem replicável, interpretável e explicável. Para contribuir para superar os problemas existentes e enfrentar os desafios, o presente estudo traz uma abordagem de avaliação do município de Cedral para demonstrar o potencial da classificação de uso da terra e atuar na divulgação dos resultados de transição no município [3].

Assim, o objetivo deste estudo é analisar a dinâmica do uso e cobertura da terra no município de Cedral - MA, utilizando dados do MapBiomias Brasil. A pesquisa busca caracterizar as transições da paisagem por meio do geoprocessamento e do mapeamento do município, abrangendo o período de 1985 a 2022.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

O município de Cedral está localizado no estado do Maranhão, na região Nordeste do país, nas coordenadas 1,99833°S, 4,5352°W (Figura 1). Possui uma população de aproximadamente 10.300 habitantes e uma densidade demográfica de 35,64 habitantes/km² [4]. O município possui um clima predominante tropical quente e semiúmido (Aw/As), seguindo a classificação de Koppen [5].

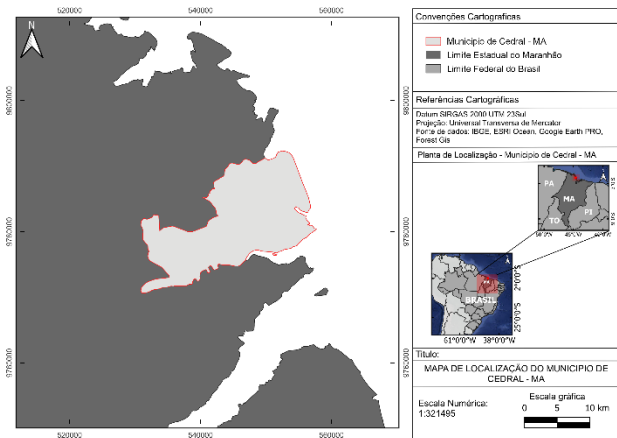


Figura 1. Mapa de localização do município de Cedral, estado Maranhão, Brasil.

2.2. Coleta de dados

Os dados de uso e cobertura da terra do município de Cedral da Coleção 8 do MapBiomas [6], com resolução espacial de 30 metros, obtidos através do acesso ao asset de dados no Google Earth Engine, juntamente com a planilha eletrônica (.CSV) contendo as áreas para cada classe presentes na legenda. Os procedimentos em ambiente SIG foram realizados utilizando-se o software livre QGIS 3.28.13 LTR.

O processamento consistiu em: 1) Baixar os rasters em formato .tiff do Google Earth Engine para cada ano analisado (1985, 1995, 2005, 2015, 2022); 2) Adicionar no QGIS para refinamento como tradução de legendas, remoção de outliers, confecção do mapa de uso e cobertura; 3) Produzir o gráfico da área de ocupação de cada categoria do município através do Google Colab, através de um algoritmo utilizando a linguagem de programação Python.

3. RESULTADOS

O mapa de uso e cobertura da terra do município de Cedral-MA (Figura 2) ilustra a evolução ao longo dos anos, com intervalos de 10 anos entre os períodos analisados.

Em 1985, a cobertura florestal no município ocupava cerca de 142 km², enquanto os manguezais se estendiam por aproximadamente 42 km² ao longo da costa. As áreas urbanas eram relativamente pequenas, abrangendo cerca de 1 km², e as áreas de pastagem ocupavam cerca de 28 km².

Em 1995, notou-se uma expansão de 41 km² nas áreas de pastagem, enquanto as formações florestais sofreram uma redução, diminuindo para 133 km². Além disso, as áreas

urbanizadas aumentaram, tendo uma área de aproximadamente 2 km².

Em 2005, as áreas de pastagem se expandiram para 47 km² e as áreas urbanas cresceram para 4 km². Simultaneamente, as áreas florestais diminuíram, reduzindo-se para 124 km². Em 2015, observou-se um crescimento significativo das áreas urbanas, que passaram a ocupar 7 km², e das áreas de pastagem, que aumentaram para 52 km². As savanas começaram a se tornar mais proeminentes no cenário, abrangendo uma área de 2 km², enquanto os campos alagados se expandiram para 12 km². No entanto, a cobertura florestal continuou diminuindo, apresentando uma área de 118 km².

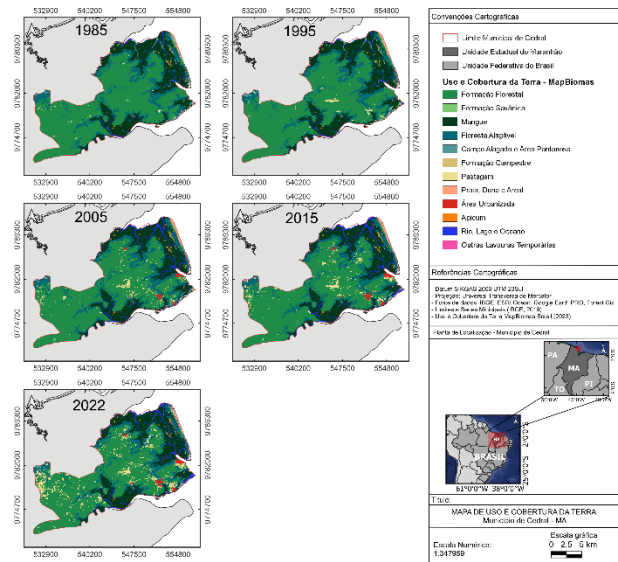


Figura 2. O mapa ilustra a evolução do uso e cobertura da terra no município de Cedral, localizado no estado do Maranhão, Brasil, em cinco períodos diferentes: 1985, 1995, 2005, 2015 e 2022.

Em 2022, o último ano analisado, a redução das áreas de formação florestal se acentuou ainda mais, decaindo para 112 km². Ao mesmo tempo, as áreas urbanas e de pastagem cresceram, atingindo 9 km² e 58 km², respectivamente. Os manguezais e apicim mantiveram-se nas zonas costeiras, com os manguezais aumentando para 46 km² e o apicim ocupando cerca de 10 km².

O Gráfico 1 mostra as variações nas áreas de cada categoria ao longo dos anos, expressas em km². Entre 1985 e 2022, a área de formação florestal reduziu de 142 km² para 112 km², enquanto as áreas de pastagem aumentaram de 28 km² para 58 km².

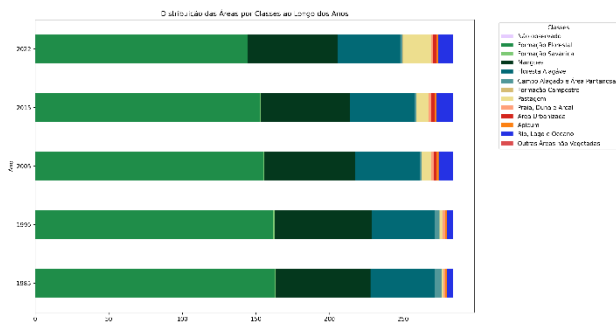


Gráfico 1: O gráfico representa a distribuição das áreas por classes de uso e cobertura da terra em Cedral, Maranhão, ao longo dos anos de 1985 até 2022.

As áreas urbanizadas cresceram de 1 km² para 9 km², e os campos alagados expandiram de 7 km² para 12 km². As formações de savanas, que surgiram mais recentemente, alcançaram uma área de cobertura de 6 km² em 2022. Os manguezais ampliaram-se de 42 km² para 46 km², e o apicum cresceu de 6 km² para 10 km².

4. DISCUSSÃO

Em um estudo que teve como objetivo analisar as mudanças no uso e cobertura da terra nas Áreas de Preservação Permanente (APP) urbanas do município de Mogi das Cruzes e a dinâmica dessas alterações entre 1985 e 2019, foi constatado que houve um predomínio desmatamento no município. Esse desmatamento foi principalmente devido à implantação de atividades agrícolas, pastagens e lavouras [7]. Fatos semelhantes foram observados também entre 1995 e 2022 neste estudo, indicando uma evidente tendência de desmatamento e transformação das áreas florestais em pastagens.

No estudo de [8], que analisou a dinâmica do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Preguiças (MA) nos anos de 1985, 2001 e 2021 para identificar as principais alterações nas categorias de uso e cobertura, foi constatado que o avanço da urbanização, a crescente demanda por alimentos, a inserção de atrativos comerciais, a mecanização dos serviços e a necessidade de desenvolvimento social resultaram em uma nova configuração paisagística na área estudada.

No estudo de [9], realizaram um estudo para analisar 821 projetos de assentamentos na região do Matopiba, que inclui os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. O objetivo foi investigar a dinâmica espaço-temporal das áreas queimadas na região. Nos projetos de assentamento analisados, as principais coberturas de solo eram áreas de savanas, formações florestais e pastagens. As maiores áreas queimadas foram observadas nas Formações Savânicas, apresentando 206,877 ha em 2007. Além disso, em 2007 e 2010, as áreas úmidas registraram 32% e 31% de áreas queimadas.

Outra hipótese é que as características das propriedades e das regiões vizinhas, como atividades produtivas, práticas de gestão agrícola e políticas municipais, possam estar

relacionadas à ocorrência de incêndios. Isso ocorre porque os limites das propriedades, que não são impedidos por barreiras físicas, não impedindo a propagação do fogo.

Os resultados obtidos por [9], em que foram investigados as categorias de uso e cobertura da terra, apresentaram semelhanças com os encontrados neste estudo, que também identificou-se áreas de savanas, formações florestais e pastagens. A vulnerabilidade dessas áreas e das áreas úmidas a incêndios pode ser um fator adicional que contribui para a degradação dessas áreas e sua conversão para usos humanos.

A robustez dos algoritmos de classificação do Projeto MapBiomias Brasil traz, em níveis gerais, desempenho muito positivo no nível de categorização das classes de uso da terra, sendo suficiente para uma abordagem em escala de até 1:100.000, tendo ainda, toda sua acurácia validada e utilizada pela comunidade científica nacional.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados de 1985 a 2022 revela uma transformação significativa na paisagem de Cedral. Inicialmente, a área era dominada por formações florestais e manguezais ao longo da costa, com áreas urbanas e de pastagem relativamente pequenas. No entanto, em 2022, observou-se uma redução acentuada das formações florestais, enquanto as áreas urbanas e de pastagem continuaram a se expandir.

Esses resultados indicam uma tendência de aumento das áreas urbanas e de pastagens, acompanhada pela diminuição das formações florestais. Isso evidencia a necessidade de implementar estratégias de manejo sustentável que equilibrem o desenvolvimento econômico com a preservação dos ecossistemas naturais, assegurando um equilíbrio entre crescimento econômico e conservação ambiental.

6. REFERÊNCIAS

- [1] D. N. O., Almeida, L. M. M., Oliveira, A. L. B., Candeias, U. A., Bezerra and A. C. S. Leite. Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 4, n. 1, 2018.
- [2] L. F. A. Sousa and P. R. Giongo. Revisão De Literatura: Uso do Geoprocessamento na Avaliação da Degradação de Pastagens. *Revista Sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais* (2238-3565), v. 11, n. 1, p. 1-16, 2022.
- [3] J. Aryal, C. Sitaula, and A. C. Frery. Land use and land cover (LULC) performance modeling using machine learning algorithms: a case study of the city of Melbourne, Australia. *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, p. 13510, 2023.
- [4] F. L. Filho, É. R. Gomes, O. O. Nunes, J. B. F. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do

Maranhão: relatório diagnóstico do município de Apicum-Açu. CPRM, 2011.

[5] Koppenbrasil. Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros. <https://koppenbrasil.github.io/>. 2024.

[6] MapBiomias – Coleção 8 da série anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil, acessado em 25 de junho através do link: [projects/mapbiomas-public/assets/brazil/lulc/collection8/mapbiomas_collection80_integration_v1](https://projects.mapbiomas-public/assets/brazil/lulc/collection8/mapbiomas_collection80_integration_v1)

[7] F. K. F. Harano and E. A. dos S. Galvanin. Análise da dinâmica do uso da terra nas áreas de preservação permanente urbanas em

Mogi das Cruzes – SP. *Observatório De La Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 12, p. 27002-27014, 2023.

[8] R. G. Santana, D. V. B., França and C. M. C. Avelar. Dinâmica do uso e cobertura da terra entre os anos 1985 e 2021 na bacia hidrográfica do rio Preguiças–MA, Brasil. *Geofronter*, 9. 2023.

[9] G. Milare, A. Giarolla and M. I. S. Escada. Burned area occurrence in agrarian reform settlement projects in the Matopiba region, Brazil. *Applied Geography*, 166, 103243. 2024.