



# ANÁLISE MULTITEMPORAL E SIMULAÇÃO DE CENÁRIO FUTURO DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE SELVÍRIA – MS

Bruno Henrique Machado da Silva <sup>1</sup>  
Amanda Ayumi de Souza Amede Sato <sup>2</sup>  
Bruna Dienifer Souza Sampaio <sup>3</sup>  
Víncler Fernandes Ribeiro de Oliveira <sup>4</sup>  
Vitor Matheus Bacani <sup>5</sup>

## RESUMO

As mudanças no uso e cobertura da terra refletem nuances no desenvolvimento das atividades econômicas, trazendo consigo preocupações ambientais e sociais. O município de Selvíria, localizado na região leste do estado de Mato Grosso do Sul, destaca-se por significativas alterações em seu uso da terra, especialmente devido à expansão da atividade econômica da silvicultura, com operações em indústrias de produção de papel e celulose. Este estudo tem como objetivo realizar uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra, além de simulações preditivas para avaliar os efeitos da expansão da silvicultura em Selvíria. Foram consideradas mudanças entre os anos de 1985 e 2020, seguidas pela projeção para os anos de 2030 e 2050. Todos os mapas apresentaram estatística Kappa superior a 0,8 e acurácia global acima de 90%, indicando adequação para o uso e cobertura da terra, bem como para as simulações realizadas. Observou-se uma redução significativa na área de formação savânica-florestal, diminuindo aproximadamente 12,30% entre os anos de 1985 e 2007, sendo predominantemente substituída por pastagem, que ocupava cerca de 71,48% da área do município em 2007. Neste ano, evidenciou-se o início da expansão das áreas de silvicultura, prevendo-se sua predominância em 2050, ultrapassando as áreas de pastagem. A modelagem preditiva mostrou-se uma ferramenta relevante para a tomada de decisões em termos de ordenamento físico-territorial do município.

**Palavras-chave:** Modelagem preditiva, Eucalipto, Análise local, Mudanças na paisagem, PIB.

## ABSTRACT

Changes in land use and cover reflect the intricacies of economic activity development, carrying environmental and social concerns. The municipality of Selvíria, situated in the eastern region of Mato Grosso do Sul state, is notable for considerable alterations in land use, primarily driven by the expanding forestry sector, operating within the paper and cellulose production industries. This study aims to conduct a multitemporal analysis of land use and cover, coupled with predictive simulations to assess the ramifications of forestry expansion in Selvíria. Changes were examined from 1985 to 2020, with subsequent projections for 2030 and 2050. All maps exhibited Kappa statistics exceeding 0.8 and global

<sup>1</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, [brunomachado.geo@gmail.com](mailto:brunomachado.geo@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, [amandayumi.sato@gmail.com](mailto:amandayumi.sato@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutora em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, [bruna\\_jenny@hotmail.com](mailto:bruna_jenny@hotmail.com);

<sup>4</sup> Doutor em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/CPTL, [vinclerfernandes@hotmail.com](mailto:vinclerfernandes@hotmail.com);

<sup>5</sup> Professor associado doutor, Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFMS/CPTL, [vitor.bacani@ufms.br](mailto:vitor.bacani@ufms.br).

accuracy surpassing 90%, indicating suitability for land use and coverage assessment, alongside the simulations conducted. A notable decline was noted in the Savanna-Forest Formation area, diminishing by approximately 12.30% between 1985 and 2007, predominantly replaced by pasture, encompassing about 71.48% of the municipality's area in 2007. This period indicated the initial expansion of forestry areas, with an anticipated dominance by 2050, surpassing pasture areas. Predictive modeling emerged as a significant tool for decision-making concerning the municipality's physical-territorial planning.

**Keywords:** Predictive modeling, Eucalyptus, Local analysis, Landscape changes, GDP.

## INTRODUÇÃO

As transformações no uso e cobertura da terra desempenham um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico das regiões, entretanto, traz um enorme desafio. Desde os primórdios, a sociedade vem transformando a paisagem com incrementos de técnicas avançadas para a produção da agricultura/agropecuária. De acordo com Grecchi et al. (2014), a expansão das terras agrícolas moldou as paisagens do Cerrado brasileiro nas últimas décadas; no entanto, as consequências ambientais destas transformações ainda são mal avaliadas. Essas transformações afetam os sistemas terrestres/naturais, a biodiversidade local e a sustentabilidade ambiental (PIELKE, 2011, GRECCHI, 2014).

De acordo com Mustard (2012) as estimativas indicam um aumento da população mundial (entre 50-100%), prevendo também um aumento no padrão de vida das pessoas e conseqüentemente, maior pressão para converter ou gerir os ecossistemas “naturais” para as necessidades humanas. Diante da atual degradação dos recursos naturais, torna-se fundamental o planejamento e ordenamento físico-territorial dessas áreas, considerando os aspectos sociais, ambientais e econômicos, alinhados com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU).

Assim, os estudos voltados à análise multitemporal são de grande significância para o conhecimento das dinâmicas ocorridas na paisagem ao longo do tempo, e quando combinados com a simulação de cenários futuros podem contribuir para a administração, gestão e planejamento territorial, dada a importância do uso e cobertura da terra e sua influência ambiental, econômica e social (CUNHA et al., 2020; VICK e BACANI, 2019; LIU et al., 2018).

A aplicação de novas ferramentas e tecnologias do sensoriamento remoto se constituem instrumentos importantes para a análise ambiental. Por meio do levantamento dos tipos de uso e cobertura da terra é possível realizar diversos estudos em diferentes áreas, especialmente para estimar a evolução das mudanças no uso e cobertura da terra ao longo dos anos e a partir disso realizar a simulação de cenários futuros de tendência atual dessas mudanças (MUSTARD, 2012; SHARMA, 2018; SAMPAIO, 2023).



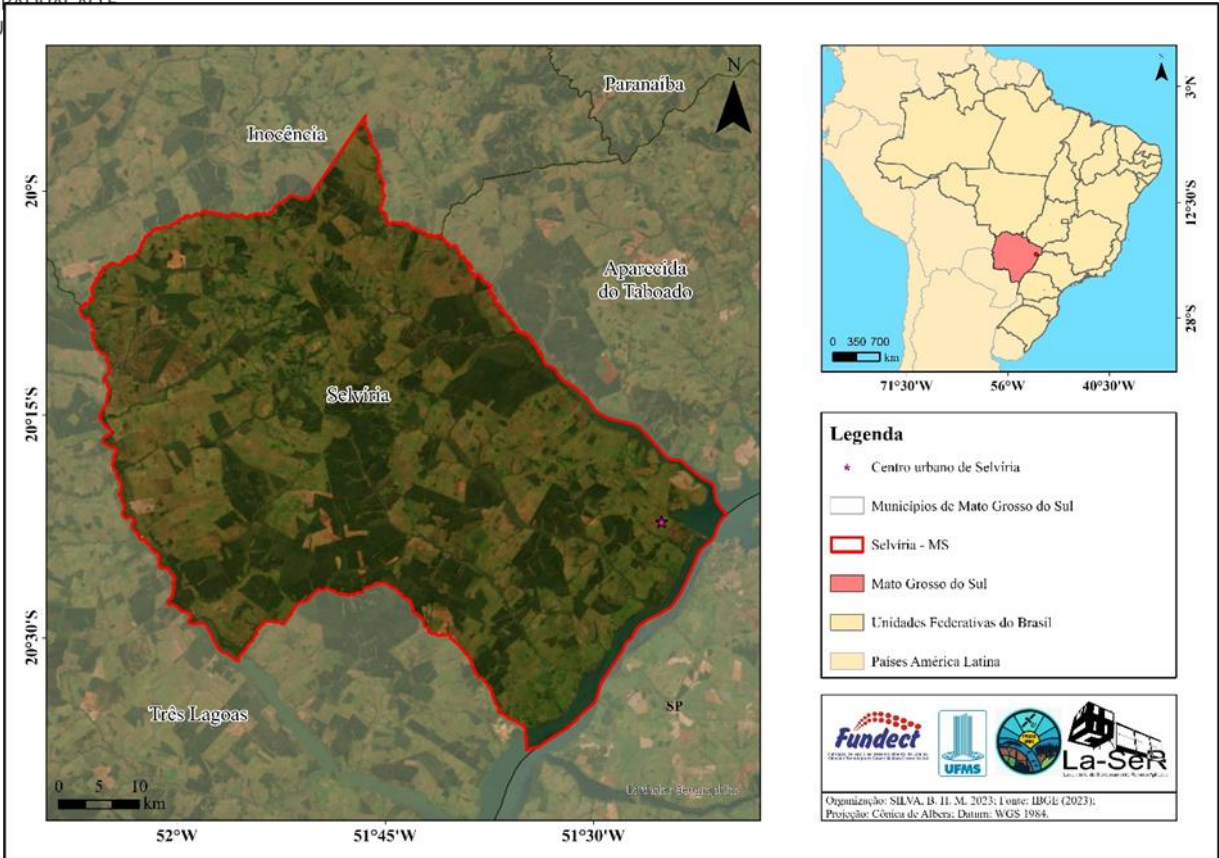
Na região leste de Mato Grosso do Sul (MS), o município de Selvíria tem se destacado nas últimas décadas devido às mudanças constantes na paisagem relacionadas às atividades econômicas da silvicultura. Atualmente, duas fábricas de papel e celulose estão em operação: a Suzano, que iniciou suas atividades em 2009 (localizada a 109 km da sede municipal), e a Eldorado Brasil, inaugurada em 2012 (a 35 km da sede municipal) (FONSECA e JUNIOR, 2014). O crescimento populacional inicial do município foi fortemente influenciado pela construção da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (PREFEITURA MUNICIPAL DE SELVÍRIA, 2023), abrangendo três assentamentos rurais: Alecrim, Canoas e São Joaquim (INCRA, 2018).

Assim, o objetivo deste artigo é realizar uma análise multitemporal do uso e cobertura da terra nos anos de 1985, 2007, 2015 e 2020, com projeções para 2030 e 2050. Esta análise visa elaborar uma simulação preditiva e avaliar o impacto da introdução e expansão da silvicultura no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

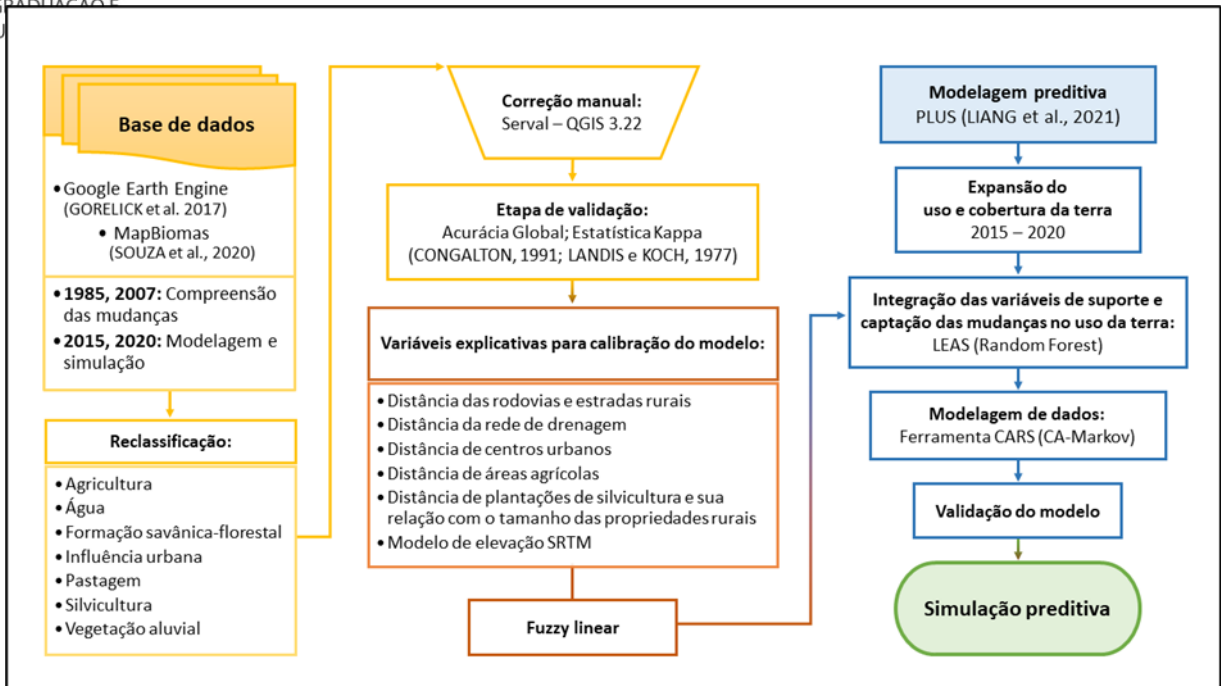
O município de Selvíria (Figura 1) está situado na região leste do estado de Mato Grosso do Sul, abrigando uma população estimada em 6.555 habitantes e uma área de 3.254,917 km<sup>2</sup>. Destaca-se como o município com o maior PIB per capita do estado e o segundo maior do Brasil, avaliado em R\$ 406.011,00 (IBGE, 2023).



**Figura 1** – Localização do município de Selvíria.

## Metodologia

Os mapeamentos empregados na análise multitemporal e na realização da simulação preditiva foram obtidos a partir do projeto MapBiomass (SOUZA et al., 2020) e extraídos através da plataforma digital Google Earth Engine (GORELICK et al., 2017), conforme demonstrado no fluxograma metodológico (Figura 2). Optou-se por utilizar os registros dos anos de 1985 e 2007 para compreender as mudanças de uso e cobertura da terra, e os anos de 2015 e 2020 para a modelagem da simulação preditiva.



**Figura 2** – Fluxograma metodológico.

Foi proposta uma reclassificação para sete classes distintas: agricultura, água, formação savânica-florestal, influência urbana, pastagem, silvicultura e vegetação aluvial, a fim de atender à demanda de análise para o recorte espacial local. Esta etapa incluiu uma correção manual utilizando o *plugin Serval*, integrado ao *software QGIS 3.22* (QGIS, 2022). Após a reclassificação e correção, procedeu-se à validação dos mapeamentos, utilizando a Acurácia Global e a estatística Kappa como métricas (CONGALTON, 1991; LANDIS e KOCH, 1977).

Para a calibração do modelo preditivo, foram empregadas as seguintes variáveis: distância das rodovias e estradas rurais (OPENSTREETMAP, 2023), distância da rede de drenagem (SILVA et al., 2011), distância de centros de influência urbana, distância de áreas agrícolas, distância de plantios de silvicultura e sua relação com o tamanho do imóvel rural, segundo o Cadastro Ambiental Rural (CAR), além do modelo de elevação SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

As variáveis de apoio utilizadas passaram por um processo de equalização por meio da aplicação da função *fuzzy linear*, resultando em valores variando de 0 a 1. Essa abordagem teve como objetivo compreender as dinâmicas de expansão da silvicultura, bem como a variação das demais classes (VICK e BACANI, 2019)..

Posteriormente, para a validação e a construção das variáveis explicativas, utilizou-se o software livre *Patch-Generating Land Use Simulation* (PLUS) para realizar a modelagem preditiva dos dados (LIANG et al., 2021). Após a preparação do banco de dados foram

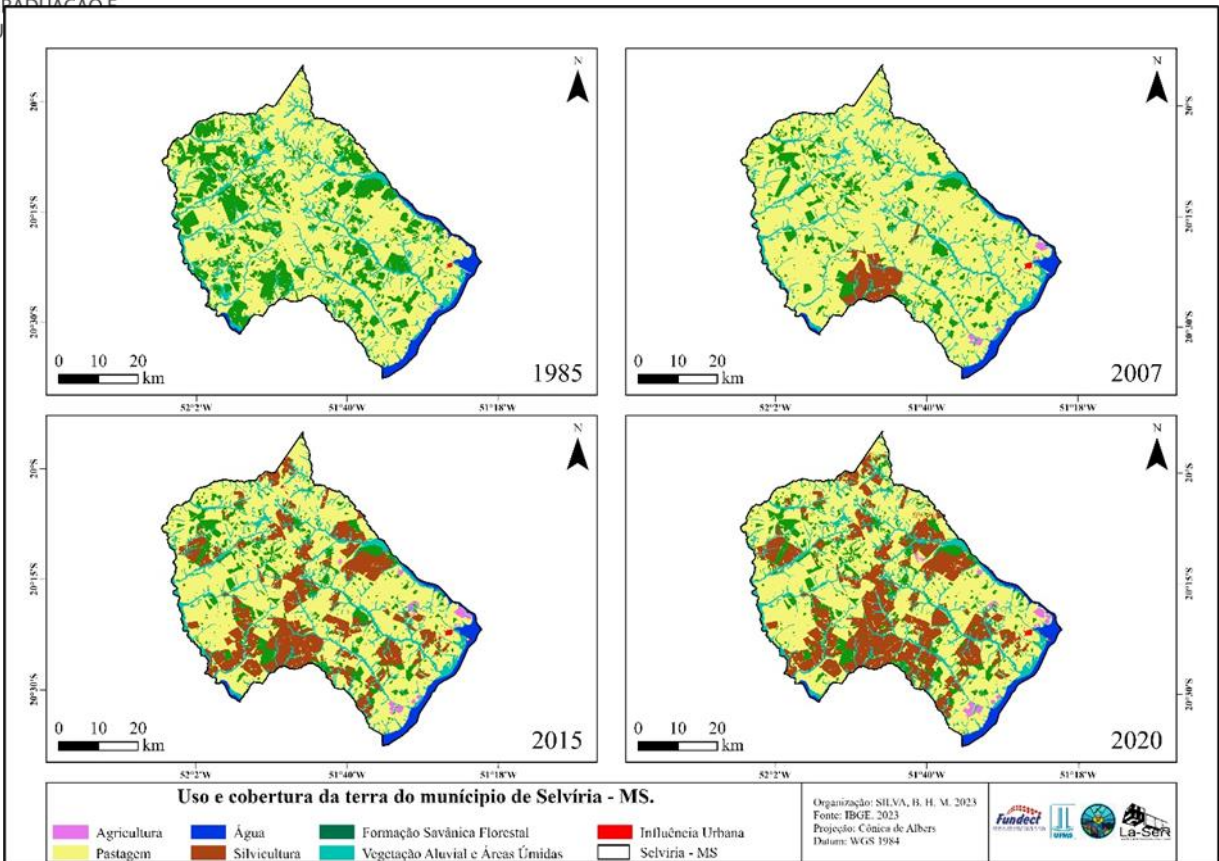


calculadas as probabilidades de expansão das classes seguidas pelo uso da ferramenta LEAS (*Land Expansion Analysis Strategy*), baseada no modelo *Random Forest*, ao qual se deu o processo de integração de variáveis de apoio para a captação das mudanças no uso. Na sequência a utilização da ferramenta CARS (*CA model based on multi-type Random Seeds*) com a aplicação do modelo *CA-Markov*, tornando possível a modelagem dos dados. E por último foi realizada a validação do modelo e a simulação futura.

Posteriormente, para a validação e construção das variáveis explicativas, recorreu-se ao software livre *Patch-Generating Land Use Simulation (PLUS)* para realizar a modelagem preditiva dos dados (LIANG et al., 2021). Após a preparação do banco de dados, foram calculadas as probabilidades de expansão das classes, seguido pelo uso da ferramenta *Land Expansion Analysis Strategy (LEAS)* baseada no modelo *Random Forest*. Este processo incluiu a integração de variáveis de apoio para a compreensão das mudanças no uso. Em seguida, utilizou-se a ferramenta *CA model based on multi-type Random Seeds (CARS)*, aplicando o modelo *CA-Markov* para possibilitar a modelagem dos dados. Por fim, foi realizada a validação do modelo e a simulação futura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os mapas de uso e cobertura da terra (Figura 3) reclassificados apresentaram uma estatística *Kappa* acima de 0,80 e acurácia global acima de 90%, considerados excelentes, de acordo com Landis e Koch (1977).



**Figura 3** – Uso e cobertura da terra do município de Selvíria – MS para os anos de 1985, 2007, 2015 e 2020.

Em 1985, o município de Selvíria era predominantemente composto por pastagens, ocupando mais da metade de seu território, distribuído da seguinte forma: agricultura (0,05%); água (3,27%); formação savânica-florestal (21,70%); influência urbana (0,05%); pastagem (61,81%); silvicultura (0%); e vegetação aluvial (13,12%). Essa predominância se manteve até o ano de 2007, com a seguinte distribuição: agricultura (0,40%); água (3,01%); formação savânica-florestal (9,40%); influência urbana (0,09%); pastagem (71,48%); silvicultura (3,21%); e vegetação aluvial (12,41%). Conforme Domingues e Júnior (2011), ao longo do século XX, o estado de Mato Grosso do Sul se viu diante de novas oportunidades de expansão para monoculturas, como soja e milho, e um aumento significativo da pastagem extensiva, que se mantêm como base econômica do estado até os dias atuais.

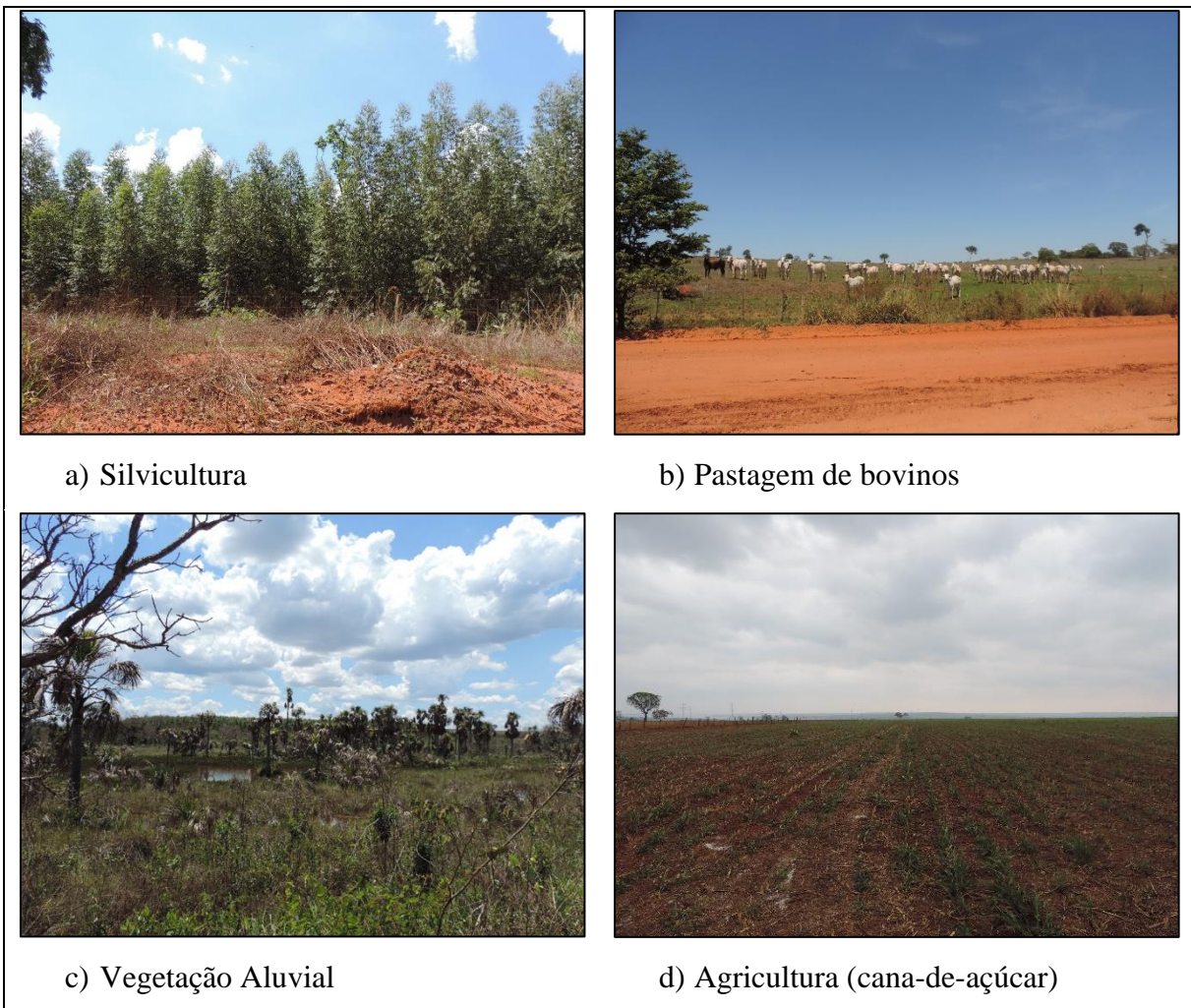
No entanto, com o estabelecimento das indústrias de papel e celulose na região leste do estado de Mato Grosso do Sul, evidenciou-se um grande potencial para a expansão considerável das áreas destinadas ao plantio de silvicultura, particularmente com o monocultivo de eucalipto no município de Selvíria (NARDOQUE, 2007). Em 2015, a distribuição das áreas era a seguinte: agricultura (0,70%); água (2,92%); formação savânica-florestal (9,37%); influência



urbana (0,10%); pastagem (55,67%); silvicultura (18,58%); e vegetação aluvial (12,66%). Já em 2020, as áreas apresentaram a seguinte composição: agricultura (0,79%); água (2,91%); formação savânica-florestal (9,26%); influência urbana (0,11%); pastagem (51,00%); silvicultura (23,40%); e vegetação aluvial (12,53%). Observou-se um crescimento na silvicultura de 15,37% (1,92% ao ano) entre 2007 e 2015, seguido por 4,82% (0,96% ao ano) entre 2015 e 2020.

Observa-se que com o avanço da silvicultura há a diminuição das áreas de pastagem desde 2007, sendo notável a substituição de pastos pela silvicultura do que a supressão das florestas naturais, gerando assim uma significativa alteração na paisagem do município de Selvíria (VICK e BACANI, 2019).

A Figura 4 apresenta áreas de (a) silvicultura com ênfase em eucalipto, (b) pastagem de bovinos, (c) vegetação aluvial, (d) agricultura de cana-de-açúcar no município de Selvíria – MS.



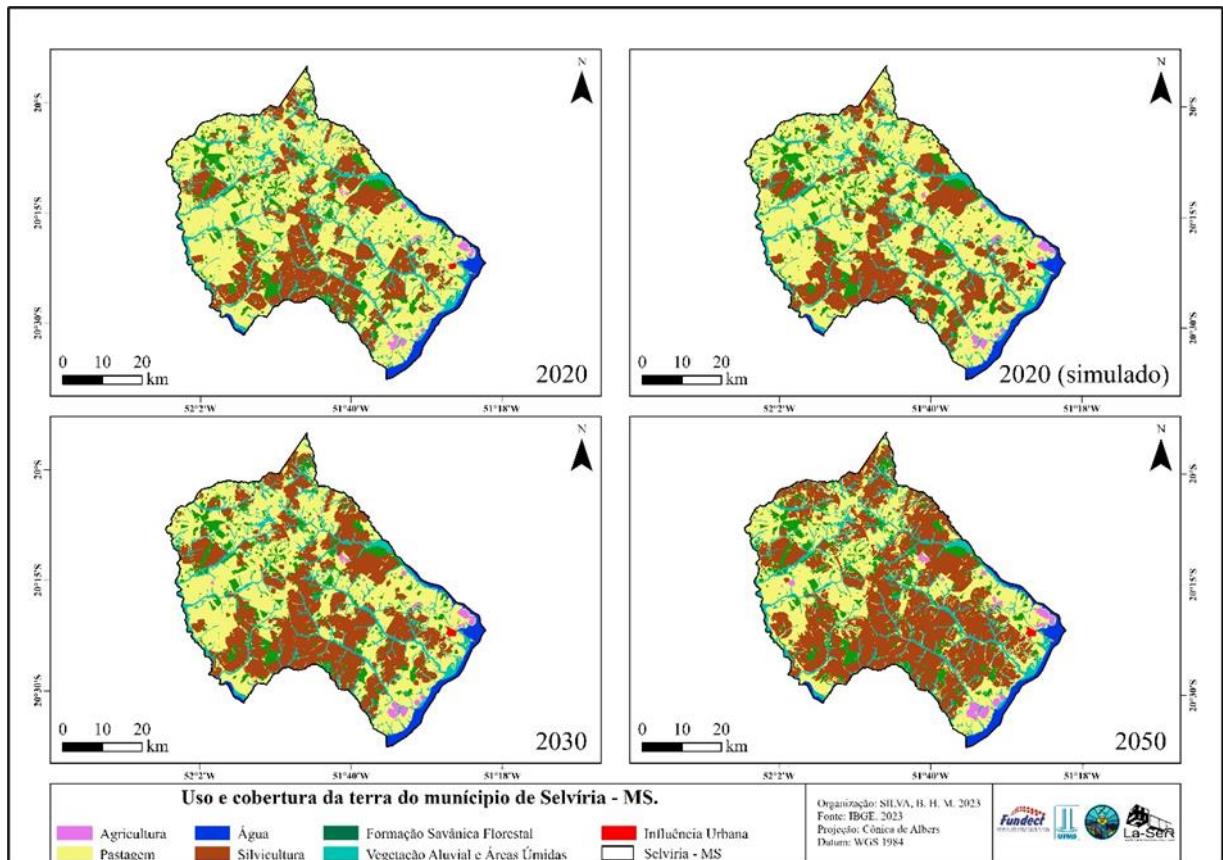
**Figura 4** – Fotografias para as classes silvicultura, pastagem, vegetação aluvial, e agricultura no município de Selvíria – MS.





A validação do modelo preditivo demonstrou uma estatística Kappa de 0,86, considerada adequada para simular o futuro.

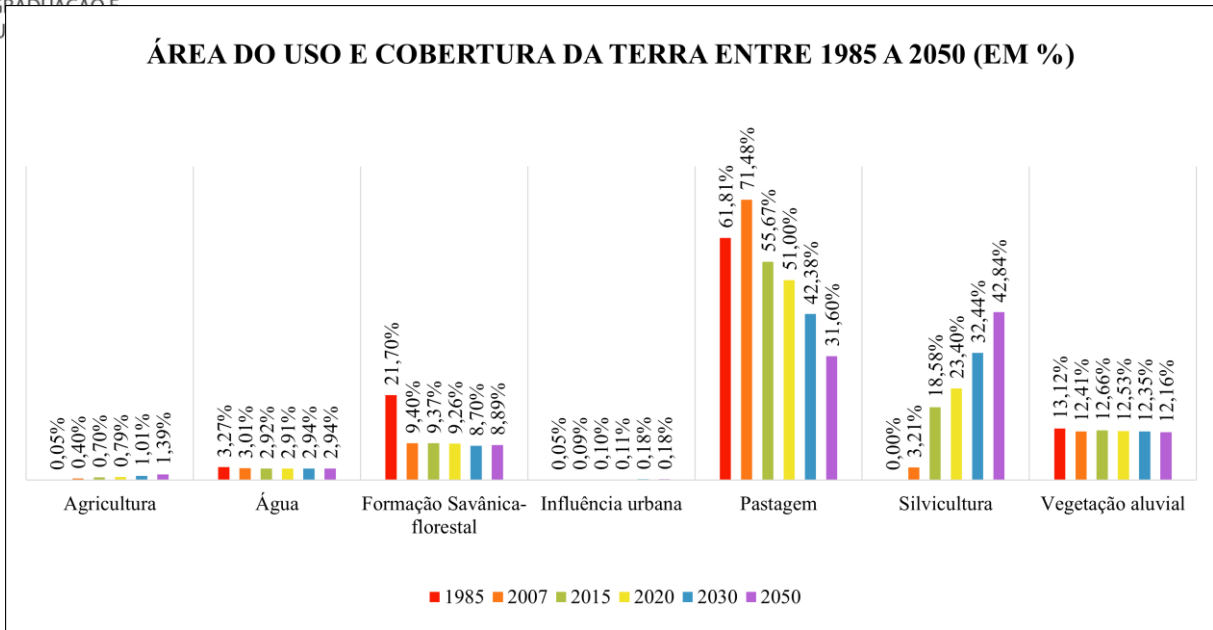
A Figura 5 apresenta a simulação do uso e cobertura da terra do município de Selvíria – MS para os anos de 2020, 2030 e 2050.



**Figura 5** – Simulação do uso e cobertura da terra do município de Selvíria – MS para os anos de 2020, 2030 e 2050.

Os resultados apresentados evidenciam uma baixa variação nas áreas de agricultura, água, influência urbana e vegetação aluvial (Gráfico 1). Desde 1985, ao longo de um período de 28 anos, foi registrada uma supressão das áreas de formação savânica-florestal, em contraste com os demais períodos. Notavelmente, as áreas de pastagem diminuíram, enquanto as áreas destinadas à silvicultura tiveram um aumento significativo.

**Gráfico 1** – Área por classe de uso e cobertura da terra para os anos de 1985, 2007, 2015 e 2020 no município de Selvíria – MS.



No ano de 2030, a distribuição das áreas foi a seguinte: agricultura (1,01%); água (2,94%); formação savânica-florestal (8,70%); influência urbana (0,18%); pastagem (42,38%); silvicultura (32,44%); e vegetação aluvial (12,35%). Nesse período, observa-se uma substituição gradual da pastagem pela silvicultura. Além disso, houve uma redução na taxa de desmatamento da vegetação natural quando comparada aos anos de 1985 a 2007 (-0,5% por ano) e de 2007 a 2030 (-0,03% por ano).

O aumento projetado de 9,04% na área destinada à silvicultura até 2030 no município parece estar associado à proximidade das indústrias de papel e celulose, constituindo-se como um fator logístico atrativo para empresas na região (FONSECA e JUNIOR, 2014). Esse aumento pode ser justificado pela construção planejada da indústria do grupo chileno Arauco (TISSUEONLINE, 2022), prevista para o ano de 2028 no município vizinho de Inocência, o que poderia explicar o avanço contínuo da silvicultura na região..

No ano de 2050, a distribuição das áreas foi a seguinte: agricultura (1,39%); água (2,94%); formação savânica-florestal (8,89%); influência urbana (0,18%); pastagem (31,60%); silvicultura (42,84%); e vegetação aluvial (12,16%). Essa projeção evidencia o predomínio da silvicultura e a inversão com a pastagem, que se torna a classe com a maior área ocupada em Selvíria até 2050.

É importante ressaltar a relação de crescimento da área de influência urbana, que apresenta um aumento de 0,7% entre 2020 e 2030. No entanto, entre 2030 e 2050, demonstra estabilidade sem grandes alterações. Isso pode ser atribuído, ao crescimento da taxa

populacional devido à disponibilidade de empregos gerados pelas fábricas de papel e celulose (DELCOL e MILANI, 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço da silvicultura tem sido significativo na escala local do município de Selvíria, provocando mudanças substanciais na dinâmica produtiva que historicamente prevaleceu na agropecuária, tornando-se uma atividade extremamente atrativa para o cultivo de eucalipto.

As transformações na paisagem têm impactos significativos, com uma notável supressão da vegetação natural, que foi substituída por pastagens. Atualmente, essa vegetação está sendo gradualmente substituída pela silvicultura, um fator que influencia diretamente o considerável crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do município.

A utilização de ferramentas avançadas de modelagem preditiva permitiu não apenas compreender as mudanças ocorridas, mas também projetar cenários futuros. Estes revelaram uma tendência de expansão contínua da silvicultura, superando gradualmente a área ocupada pela pastagem. A modelagem preditiva revelou-se como uma ferramenta relevante na formulação de políticas públicas de planejamento, direcionadas ao ordenamento físico-territorial municipal.

## AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Os autores agradecem à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul- UFMS/MEC – Brasil. Este estudo foi financiado em parte pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Brasil - CNPq (processo nº 403993/2021-0 e processo nº 306448/2020-3), pela Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul-FUNDECT (processo nº 71/002.368/2022) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – Código do Fundo 001.

## REFERÊNCIAS

CONGALTON, R. G.. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote sensing of environment**, v. 37, n. 1, p. 35-46, 1991. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(91\)90048-B](https://doi.org/10.1016/0034-4257(91)90048-B)



GUNHA, E. R. *et al.* Mapping LULC types in the Cerrado-Atlantic Forest ecotone region using a Landsat time series and object-based image approach: A case study of the Prata River Basin, Mato Grosso do Sul, Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 192, p. 1-15, 2020. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-8093-9>

DELCOL, R. F. R.; MILANI, P. H.. A produção do espaço urbano em Três Lagoas-MS com base na dinâmica demográfica. **Geografia (Londrina)**, v. 31, n. 2, p. 87-106, 2022.

DOMINGUES, A. T.; JÚNIOR, A. T.. A territorialização da cana-de-açúcar no Mato Grosso do Sul. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 34, p. 138-160, 2012.

FONSECA, S. R.; JUNIOR, A. T.. A consolidação do complexo de celulose e papel na região leste de Mato Grosso do Sul: estudo de caso do município de Selvíria. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Seção Três Lagoas, p. 75-103, 2014.

GORELICK, N. *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

GRECCHI, R. C. *et al.* Land use and land cover changes in the Brazilian Cerrado: A multidisciplinary approach to assess the impacts of agricultural expansion. **Applied Geography**, v. 55, p. 300-312, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.09.014>.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/panorama>. Acesso em: 10 abr. 2023.

INCRA. **Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária**. INCRA nos Estados: informações gerais sobre os assentamentos da Reforma Agrária, 2018. Disponível em: <http://painel.incra.gov.br/sistemas/index.php>. Acesso em: 19 out. 2020.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G.. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

LIANG, X. *et al.* Understanding the drivers of sustainable land expansion using a patch-generating land use simulation (PLUS) model: A case study in Wuhan, China. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 85, p. 101569, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101569>

LIU, C. L. C. *et al.* Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. **Global Ecology and conservation**, v. 15, p. e00419, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>

MUSTARD, J.F. *et al.* Land-Use and Land-Cover Change Pathways and Impacts. In: Gutman, G., et al. Land Change Science. **Remote Sensing and Digital Image Processing**, v. 6. Springer, Dordrecht, 2012. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4_24)

NARDOQUE, S.. Expansão geográfica do capital e Reforma Agrária em Mato Grosso do Sul nos governos FHC e Lula. In: COELHO, F.; CAMACHO, R. S. (Org.). **O campo no Brasil contemporâneo: do governo FHC aos governos petistas** (questão agrária e Reforma Agrária). Curitiba: CRV, v. 1, p. 243-272, 2017.



**PREFEITURA MUNICIPAL DE SELVÍRIA.** Disponível em:  
<http://www.selviria.ms.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

PIELKE, R. A. *et al.* Land use/land cover changes and climate: modeling analysis and observational evidence. **Papers in Natural Resources**. 1260, 2011. Disponível em:  
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2264&context=natrespapers>  
Acesso em: 17 nov. 2023.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. 2022. <http://qgis.osgeo.org>

SAMPAIO, B. D. S.. Modelagem Preditiva, Avaliação e Valoração de Serviços Ecossistêmicos de Estoque e Sequestro de Carbono na Bacia Hidrográfica do Córrego Bebedouro, Mato Grosso do Sul, Brasil. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Três Lagoas, p. 237. 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/6761>. Acesso em: 06 nov. 2023.

SHARMA, J. *et al.* Classificação de uso da terra e cobertura da terra de imagens de satélite multispectral Landsat-8 usando Discrete Wavelet Transform, *Int. Arco. Fotograma. Sensor Remoto. Informações Espaciais. Sci.*, XLII-5, p. 703–706, 2018. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-5-703-2018>.

SILVA, J. S. V. *et al.* **Projeto GeoMS: Cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011.

SOUZA JR, C. M. *et al.* Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>

TISSUEONLINE. Arauco anuncia investimento de R\$ 15 bilhões em megafábrica de celulose em MS: O Projeto “Sucuriú” terá capacidade de 2,5 milhões de toneladas por ano e deve entrar em operação no primeiro trimestre de 2028. 2022. Disponível em:  
<https://tissueonline.com.br/arauco-anuncia-investimento-de-r-15-bilhoes-em-megafabrica-de-celulose-em-ms/>. Acesso em: 11 abr. 2023.

VICK, E. P.; BACANI, V. M.. Predição de cenário futuro utilizando autômatos celulares e Cadeias de Markov em área de expansão da silvicultura sobre o cerrado brasileiro. **Mercator (Fortaleza)**, v. 18, 2019. <https://doi.org/10.4215/rm2019.e18026>