

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO
DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, OESTE DA BAHIA**

***ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL USO Y OCUPACIÓN DEL SUELO EN
EL MUNICIPIO DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, OESTE DE BAHÍA***

***MULTITEMPORAL ANALYSIS OF LAND USE AND OCCUPATION IN
THE MUNICIPALITY OF LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, WESTERN OF
BAHIA***



Jean Carlos COELHO
PACHECO¹

e-mail: jean.pacheco@ufv.br



Wilson de Almeida
ORLANDO JUNIOR²

e-mail:

wilson.junior@epamig.br

Como referenciar este artigo:

COELHO PACHECO, Jean Carlos; ORLANDO JUNIOR, Wilson de Almeida. Análise multitemporal do uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães, Oeste da Bahia. **Revista Geografia em Atos**, Presidente Prudente, v. 08, n. 01, e024010. e-ISSN: 1984-1647. DOI: <https://doi.org/10.35416/2024.10312>



| **Submetido em:** 22/02/2024

| **Revisões requeridas em:** 26/09/2024

| **Aprovado em:** 05/10/2024

| **Publicado em:** 23/10/2024

Editora: Eda Maria Góes
Karina Malachias Domingos dos Santos
Rizia Mendes Mares

¹ Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – Minas Gerais (MG) – Brasil. Engenheiro Agrícola e Ambiental pelo Departamento de Engenharia Agrícola (DEA/UFV).

² Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – Minas Gerais (MG) – Brasil. Professor Pesquisador Doutor na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais / Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG - ILCT).

RESUMO: O Brasil vem protagonizando uma transformação significativa em sua participação no agronegócio global, consolidando-se como um dos principais países exportadores de alimentos, rações e fibras. O uso de tecnologias de sensoriamento remoto, como imagens de satélite, juntamente com Sistemas de Informações Geográficas, desempenha um papel crucial no planejamento do uso do solo. Este estudo objetivou avaliar as mudanças no uso do solo no município de Luís Eduardo Magalhães/BA entre 1985 e 2020, utilizando dados do Projeto Anual de Mapeamento de Cobertura e Uso do Solo (MapBiomias). Os resultados mostraram uma expansão intensiva do agronegócio em detrimento da vegetação nativa de Cerrado, com um aumento de 44,8% e uma redução de 45,9%, respectivamente. A análise revelou ser altamente eficaz na avaliação da dinâmica evolutiva do uso do solo, evidenciando um aumento significativo nas áreas agrícolas, tornando necessários estudos de monitoramento para o município garantir o uso sustentável dos recursos naturais locais.

PALAVRAS-CHAVE: MapBiomias. Uso do solo. Expansão agrícola. Cerrado.

RESUMEN: Brasil viene experimentando una importante transformación en su participación en el agronegocio global, consolidándose como uno de los principales países exportadores de alimentos, piensos y fibras. El uso de tecnologías de teledetección, como imágenes satelitales, junto con sistemas de información geográfica, desempeña un papel crucial en la planificación del uso del suelo. Este estudio tuvo como objetivo evaluar los cambios en el uso del suelo en el municipio de Luís Eduardo Magalhães/BA entre 1985 y 2020, utilizando datos del Proyecto Anual de Mapeo de Cobertura y Uso del Suelo (MapBiomias). Los resultados mostraron una intensa expansión de la agroindustria en detrimento de la vegetación nativa, con un aumento de 45,9% y una reducción de 44,8% respectivamente. El análisis demostró ser altamente efectivo para evaluar la dinámica evolutiva del uso del suelo, mostrando un aumento significativo de las áreas agrícolas, haciendo necesarios estudios de seguimiento para que el municipio garantice el uso sostenible de los recursos naturales locales.

PALABRAS CLAVE: MapBiomias. Uso del suelo. Expansión agrícola. Cerrado.

ABSTRACT: Brazil has been undergoing a significant transformation in its participation in global agribusiness, consolidating itself as one of the main exporting countries of food, animal feed and fiber. The use of remote sensing technologies such as satellite imagery along with Geographic Information Systems plays a crucial role in land use planning. This study aimed to evaluate changes in land use in the municipality of Luís Eduardo Magalhães/BA between 1985 and 2020, using data from the Annual Land Cover and Use Mapping Project (MapBiomias). The results showed an intensive expansion of agribusiness against the native Cerrado vegetation, with an increase of 45.9% and a decrease of 44.8% respectively. The analysis proved to be highly effective in evaluating the evolutionary dynamics of land use, showing a significant increase in agricultural areas, making monitoring studies necessary for the municipality to guarantee the sustainable use of local natural resources.

KEYWORDS: MapBiomias. Land use. Agricultural expansion. Cerrado.

Introdução

Nas últimas décadas, o Brasil protagonizou uma transformação significativa em sua participação na agricultura global, consolidando-se como um dos principais países exportadores de alimentos, rações e fibras. Atualmente, detém o título de maior exportador mundial de soja, a segunda posição entre os maiores exportadores de milho e a quarta posição no comércio internacional de algodão. Essa ascensão expressiva não é circunstancial, é resultado da estratégica expansão das áreas de cultivo nas fronteiras agrícolas, aliada à adoção de tecnologias avançadas, culminando em um substancial crescimento da produtividade (FAO, 2023).

Na década de 1970, a região Oeste da Bahia se consolidou como uma das principais áreas agrícolas do país, corroborando para obtenção de tais números. De acordo com Menke et al. (2009), diversos fatores contribuíram para essa expansão, incluindo: (a) a disponibilidade de terras em localidades próximas aos centros econômicos do Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste; (b) a competitividade nacional no mercado global, particularmente na produção de grãos; (c) o fortalecimento do capital privado por meio da reestruturação da produção e consolidação do agroindustrial; e (d) a implementação de políticas de ciência e tecnologia que favoreceram a inovação tecnológica na região.

Apesar dos avanços tecnológicos e da capacidade de preservação ambiental, o aumento exponencial na demanda por produtos alimentícios impacta diretamente a necessidade de expansão da agricultura e da pecuária. Em geral, a expansão agrícola influencia diretamente o uso e ocupação do solo, e essas mudanças ao longo do tempo podem ser consideradas como importantes contribuintes para os desequilíbrios nos sistemas terrestres (CAPANEMA et al., 2019).

Portanto, estudos sobre a ocorrência dessas mudanças tornam-se indispensáveis para o planejamento da conservação, visando avaliar o desmatamento, controle de pastagens, monitoramento de cultivos e áreas degradadas, entre outras alterações ambientais (BITENCURTEL et al., 2017; CORTE et al., 2015; SILVA et al., 2014). No entanto, estudos baseados em análises multitemporais – que consistem na comparação de dados obtidos em diferentes momentos ao longo do tempo, permitindo uma observação de mudanças e tendências em áreas específicas – tornam-se cruciais em áreas que enfrentam um aumento na demanda por água e alimentos, bem como alterações na cobertura vegetal resultantes de atividades antropogênicas.

Programas voltados para o planejamento da exploração econômica de maneira racional tornam-se cada vez mais importantes, uma vez que a busca por maior eficiência econômica se

torna indispensável para o desenvolvimento em níveis local, regional, nacional ou internacional. Nesse contexto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) emergem como ferramentas valiosas para análise e planejamento em áreas agrícolas e de conservação ambiental, pois oferecem recursos que possibilitam a aplicação de procedimentos lógicos e matemáticos a variáveis georreferenciadas com significativa economia de custos (PIMENTEL et al., 2011; SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2021).

O método mais comumente utilizado para realizar análises multitemporais envolve técnicas de sensoriamento remoto utilizando imagens de satélite disponíveis gratuitamente. O Projeto Anual de Mapeamento de Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) é uma iniciativa que envolve pesquisadores, empresas e Organizações Não Governamentais (ONGs), utilizando a série de imagens de satélite Landsat para criar mapas de uso e cobertura do solo, os quais estão disponíveis gratuitamente para download digital em seu site (FRANCISCO et al., 2023; MAPBIOMAS, 2023; ROSA et al., 2019).

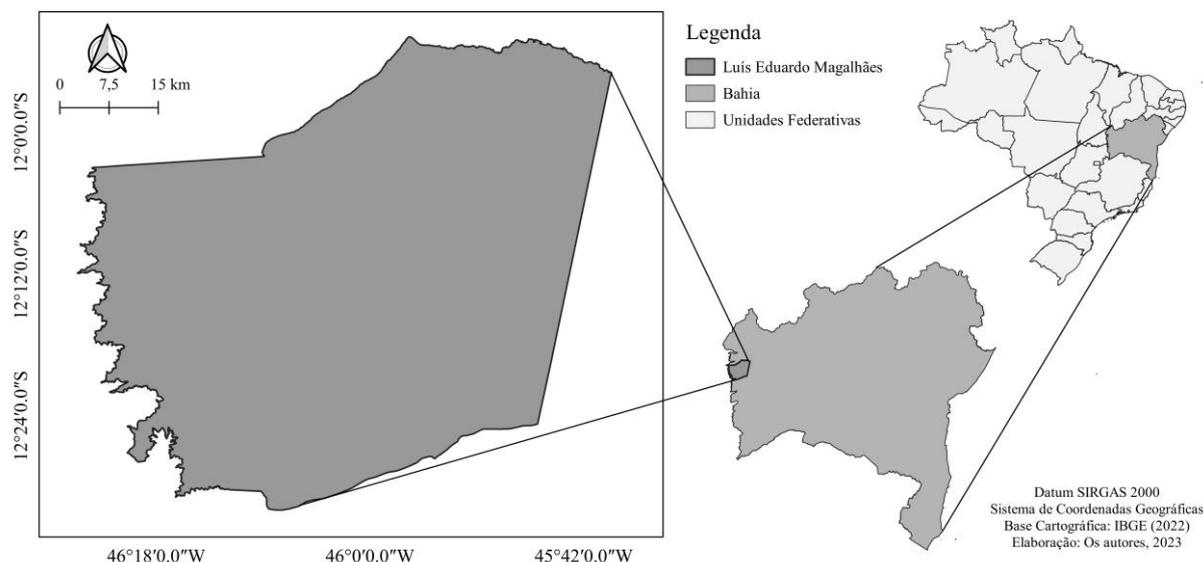
Como enfatizado por Rosa et al. (2019), os produtos e a plataforma do MapBiomias têm sido amplamente empregados em diversas pesquisas aplicadas, abrangendo áreas cruciais como o planejamento do uso do solo e conservação, incluindo iniciativas de restauração, conforme apresentado por Crouzeilles et al. (2019). Além disso, o impacto dessa ferramenta se estende aos domínios da biodiversidade, conforme evidenciado por Vidal et al. (2019), bem como nas esferas da agricultura e das mudanças climáticas, conforme abordado por Cohn et al. (2019). Diante do exposto, o objetivo foi avaliar as alterações no uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães/BA utilizando uma série de dados do MapBiomias no período de 1985 a 2020.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido no município de Luís Eduardo Magalhães, localizado na região oeste do estado da Bahia, entre as coordenadas 11°51'08'' e 12°33'50' de Latitude Sul e 45°37'50'' e 46°23'35'' de Longitude Oeste, a uma altitude média de 720 metros acima do nível do mar (Figura 1). O município está situado na Região Econômica Brasileira de Matopiba (acrônimo para os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), descrita como uma região com alto potencial agrícola. Vale ressaltar que o município obteve autonomia de Barreiras no ano de 2000, mas desde a década de 1980, apresentava uma área cultivada significativamente maior do que a área territorial do município atual de Barreiras.

Figura 1 – Localização da área de estudo, município de Luís Eduardo Magalhães, Bahia



Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é classificado como BSh – Clima Semi-árido quente, caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição, baixa nebulosidade, forte insolação, índices elevados de evaporação e temperaturas médias elevadas. A precipitação anual ultrapassa 1000 mm, com uma estação chuvosa entre outubro e março e um período seco entre abril e setembro. A temperatura média varia de 18 a 34 °C, com evapotranspiração variando entre 1400 e 1600 mm (ALVARES et al., 2013; SEI, 1998).

As formas geomorfológicas predominantes na região são representadas pelo Chapadão Central, que cobre a maior parte da área, e pelos Patamares do Chapadão, situados na porção inferior, correspondendo à região dos vales. O traço morfológico mais distintivo dessa área é a superfície plana que compõe os topos e as rampas, entalhadas por vales que abrigam uma rede de drenagem essencialmente perene, cujo regime hidrológico está diretamente condicionado pelos índices pluviométricos anuais (Moraes, 2003).

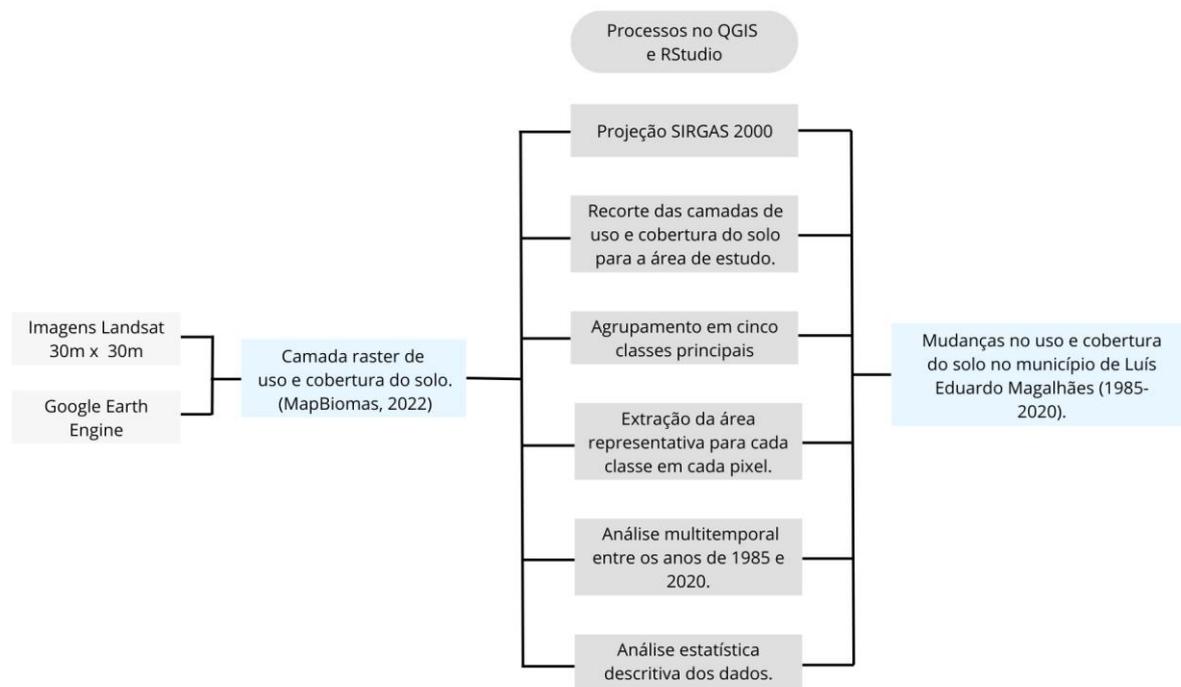
Segundo BAHIA (2008), os solos na região são caracterizados como intemperizados, profundos, bem drenados, com baixa fertilidade natural e alta acidez. As classificações de solo incluem Latossolos Vermelho-Amarelos, Neossolos Quartzarênicos e solos hidromórficos representados principalmente pelos Gleissolos Háplicos.

Etapas procedimentais da pesquisa

A análise multitemporal do uso e ocupação do solo na área de estudo foi conduzida com base em dados consolidados de alta acurácia, utilizando informações do Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MAPBIOMAS, 2023). Este projeto realiza, desde 1985, o mapeamento sistemático do uso e ocupação do solo em todo o território brasileiro. O produto, disponibilizado em formato matricial com resolução de 30 metros, foi gerado a partir da classificação pixel a pixel de imagens de satélite Landsat, empregando algoritmos de aprendizado de máquina e supervisionado por meio da plataforma Google Earth Engine. O método alcançou uma acurácia de 83% para as classes de nível 1, que foram as categorias utilizadas no presente estudo. (GORELICK, 2016; PARMA et al., 2022; ROSA et al., 2019).

Para uma representação mais significativa da evolução do uso e ocupação do solo durante o período mapeado pelo MapBiomass, foram utilizados dados para os anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020. Com os dados multitemporais em mãos, todas as camadas foram georreferenciadas para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 usando o software QGIS versão 3.22.10, e todos os valores dos pixels foram extraídos do arquivo raster. Por meio do plugin MapBiomass no QGIS e do código de legenda do projeto, os arquivos foram agrupados em cinco classes principais: floresta (I), formação natural não florestal (áreas compostas por vegetação nativa, como campos, savanas e vegetação de áreas alagáveis que não se enquadram como florestas densas) (II), agropecuária (III), área não vegetada (IV) e corpos d'água (V). Isso permitiu a caracterização do uso do solo ao longo do tempo no município em estudo. Para o tratamento estatístico, foi realizada uma análise descritiva dos dados utilizando o software RStudio© v.2023 e avaliar a conformidade das amostras com uma distribuição de probabilidade estatística (Figura 2), foram aplicados os testes de hipóteses não paramétricos de Shapiro-Wilk (1965) e Anderson-Darling (1954), que verificam se os dados seguem uma distribuição normal ou se apresentam desvios significativos dessa distribuição. Caso o valor de p dos testes for maior que 0,05, aceita-se a hipótese de normalidade.

Figura 2 – Fluxograma metodológico utilizado para o desenvolvimento do estudo

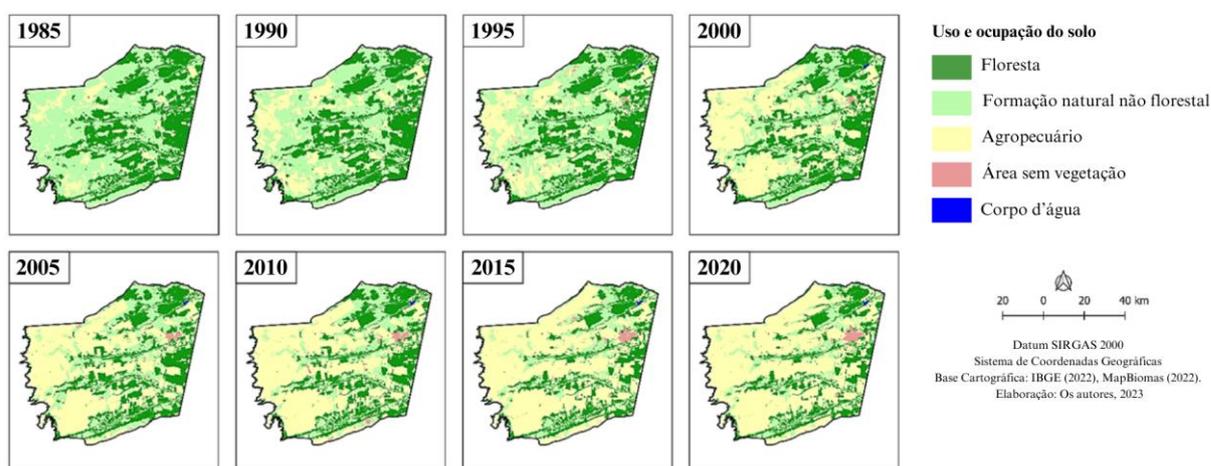


Fonte: Elaboração dos autores.

Resultados e discussão

A alteração multitemporal do uso e ocupação do solo pode ser observada na Figura 3, que apresenta a espacialização das diferentes classes de uso do solo para o município de Luís Eduardo Magalhães para os anos de 1985 a 2020. Verifica-se a intensa modificação das áreas compostas por floresta e formação natural não florestal em áreas para práticas relacionadas ao agronegócio. No ano das 1985 às duas principais classes representativas eram referentes as classes de formação natural não florestal e floresta, seguido de agropecuária, área não vegetada e corpos hídricos. Já o ano de 2020, observa-se que a maior parte do município foi transformada em áreas destinadas para a agropecuária, seguida da floresta, formação natural não florestal, área não vegetada e corpos hídricos.

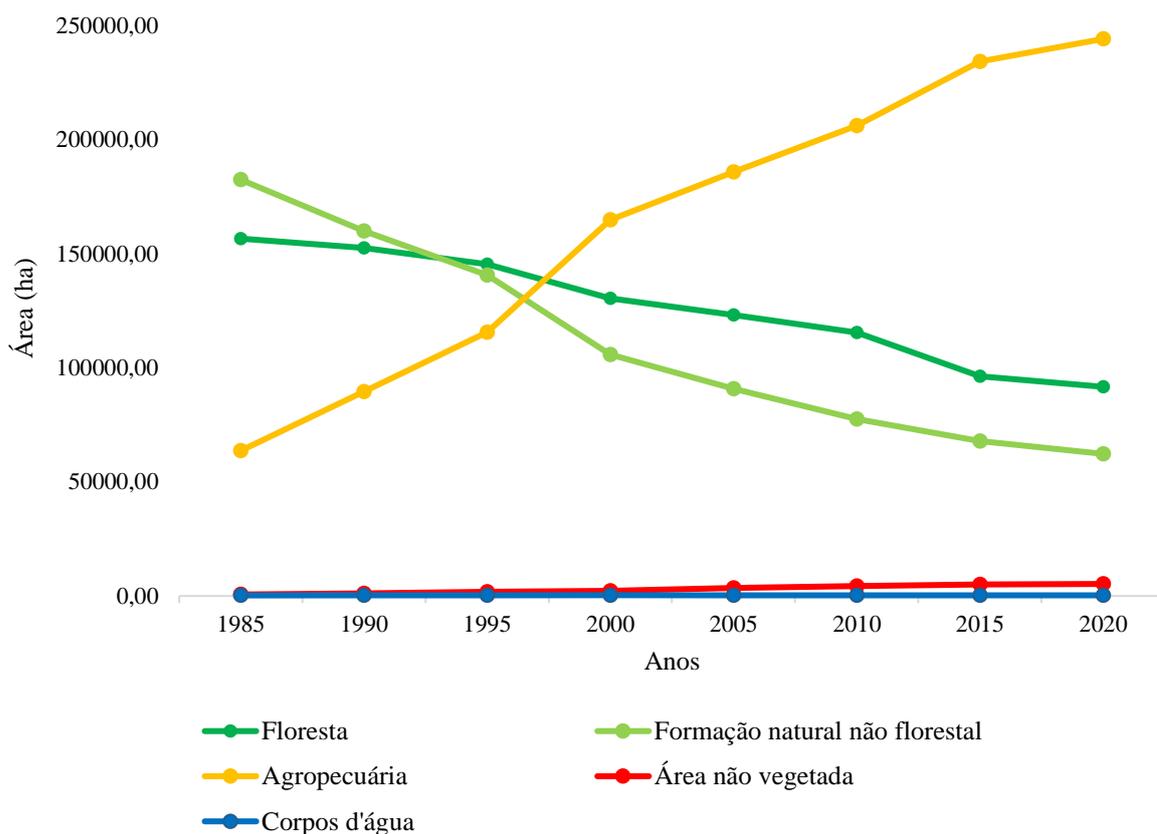
Figura 3 – Uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães entre 1985 e 2020



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do MapBiomas.

Na Figura 4 e na Tabela 1, são representados a evolução do uso e ocupação do solo para a área de estudo entre os períodos de 1985 e 2020 em valores métricos (hectares) e percentual, respectivamente.

Figura 4 – Uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães ao longo dos anos de 1985 a 2020



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos dados do MapBiomias.

Tabela 1 – Variação percentual da área das classes de uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães entre 1985 e 2020

Classes	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Floresta	38,8%	37,8%	36,0%	32,3%	30,5%	28,6%	23,9%	22,7%
Formação natural não florestal	45,2%	39,6%	34,9%	26,2%	22,5%	19,2%	16,8%	15,4%
Agropecuária	15,7%	22,2%	28,6%	40,8%	46,0%	51,1%	58,0%	60,5%
Área não vegetada	0,2%	0,3%	0,4%	0,6%	0,9%	1,1%	1,2%	1,3%
Corpos d'água	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do MapBiomias.

Observa-se que, para o ano de 1985, a maioria do município consistia na classe de formação natural não florestal, ocupando 45,2% da área total de Luís Eduardo Magalhães, enquanto em 2020, esse percentual diminuiu para 15,4%. As áreas ocupadas por florestas, a segunda classe mais representativa em 1985, compreendiam 38,8% do município, e até 2020, esse percentual havia diminuído para 22,7%. Para a classe de agropecuária, em 1985, essa classe representava apenas 15,7%, e até 2020, esse percentual atingiu 60,5% da área de estudo. As classes de áreas não vegetadas e corpos d'água representavam 0,3% do município em 1985, e com as mudanças no uso e ocupação do solo, esse percentual aumentou para 1,4% em 2020.

Corpos d'água representam uma área de cobertura de 0,1%, um valor justificado pela presença de córregos, rios e afluentes do Rio São Francisco.

É evidente que o avanço significativo do agronegócio no município converteu áreas com características de uso e ocupação do solo do bioma Cerrado em áreas destinadas à agricultura e pecuária. Entre 1985 e 2020, houve uma redução de 45,9% na área com vegetação nativa do Cerrado (floresta e formação natural não florestal) para dar lugar a atividades agrícolas, que aumentaram sua área de atuação em 44,8%. Essa expansão do setor agrícola no município pode ser explicada por programas de incentivo político. A redução dos subsídios estaduais e a abolição das políticas de preço mínimo, que eram um mecanismo em que o governo garantia um preço mínimo para determinados produtos agrícolas, oferecendo segurança ao produtor contra quedas de preços no mercado, em 1991, contribuíram para a reestruturação do sistema de produção agrícola no município. Outro fator-chave para esse avanço foi a consolidação do Plano Real na segunda metade da década de 1990, que levou a uma diminuição nos preços de terra e produtos agrícolas devido ao aumento das taxas de juros e à valorização da moeda (REZENDE, 2003).

Em relação à urbanização, observa-se que, devido a expansão territorial e às mudanças no uso e ocupação do solo de 1985 a 2020, houve apenas um aumento de 1,1% na área ocupada pela malha urbana do município. Vale ressaltar que, na classificação do MapBiomias, a classe de áreas não vegetadas inclui Praia, Dunas e Areia, Área Urbanizada, Mineração e Outras Áreas Não Vegetadas, o que potencialmente torna esse percentual ainda menor.

Em um estudo realizado por Menke et al. (2009), que realizou uma análise multitemporal usando o método de pós-classificação com sensores PRISM do satélite ALOS e sensores TM e ETM do satélite Landsat entre 1987 e 2008, o percentual do município de Luís Eduardo Magalhães coberto por vegetação nativa característica do bioma Cerrado era de 42,75% em 2008. As atividades relacionadas à agricultura cobriam 49,38%, e as áreas urbanizadas cobriam 0,55%. Esse resultado é semelhante ao encontrado para o ano de 2010 no mapeamento do MapBiomias, que mostrou 51,1% para agricultura, 47,8% para vegetação nativa e 1,1% para áreas urbanizadas.

De acordo com Menke et al. (2009), entre 1987 e 2008, verificou-se que a expansão do agronegócio, especificamente no setor agrícola e pecuário, foi de aproximadamente 50%, um percentual ligeiramente divergente do observado no mapeamento do MapBiomias, que mostra o setor agropecuário com crescimento de aproximadamente 36% entre 1985 e 2010.

Segundo Ferreira et al. (2021), utilizando imagens Landsat 5-TM para o ano de 1985 e Landsat 8-OLI para 2015, a porcentagem de área plantada no município de Luís Eduardo Magalhães aumentou de 14,65% em 1985 para 66,26% em 2015, representando um aumento de 51,61% em 30 anos. Esses valores estão mais próximos dos observados neste estudo, que mostrou um crescimento de 42,3% com o mapeamento do MapBiomias durante o mesmo período.

Em outro estudo realizado por Neto et al. (2021), que buscou classificar o uso e ocupação do solo na região oeste da Bahia em 2015 usando imagens de satélite Landsat-8 e o classificador Support Vector Machine (SVM), verificou-se que Luís Eduardo Magalhães tinha 221 mil hectares ocupados por atividades agrícolas e pecuárias, representando 55% de sua área total.

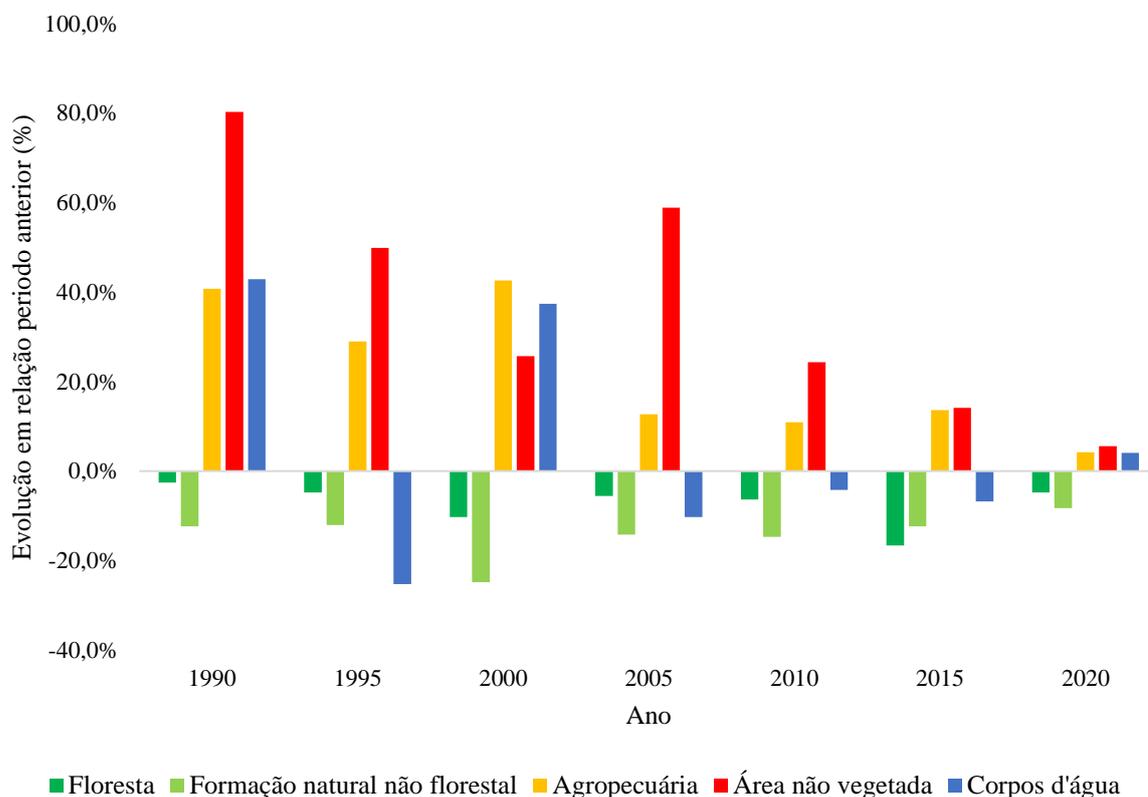
Santos (2007), que buscou estimar a extensão agrícola por meio de sensoriamento remoto entre 1984 e 2006 usando imagens de satélite ETM+/Landsat-7 em escala global, obteve um aumento significativo na atividade agrícola, de 4,22% para mais da metade da área municipal (54,46%), um valor superior ao estimado pelos dados do MapBiomias, que mostrou um crescimento de 30,3% da área municipal durante praticamente o mesmo período.

A discrepância percentual observada nas classificações de imagens de uso e ocupação do solo entre diferentes artigos e em relação aos resultados do MapBiomias decorre, em grande parte, da variabilidade nas imagens de satélite utilizadas e das metodologias adotadas para a classificação. A variação nas características das imagens capturadas por diferentes satélites, como resolução espacial, qualidade radiométrica e tempo de aquisição, pode levar a diferenças significativas nas representações das áreas de estudo. Além disso, escolhas metodológicas, como algoritmos de processamento, a definição de classes de uso do solo e critérios para treinamento de modelos de classificação, desempenham um papel crucial na obtenção de resultados discrepantes. Portanto, a interpretação das diferenças percentuais nos resultados de classificação requer uma análise cuidadosa das imagens e abordagens metodológicas utilizadas em cada estudo.

A Figura 5 apresenta a evolução percentual de cada classe de uso e ocupação do solo em relação ao período quinquenal anterior, de modo que a variação percentual entre 1985 e 1990 é apresentada na coluna correspondente ao ano de 1990, e assim sucessivamente. Verifica-se que a classe de corpos d'água, embora tenha mantido constante a proporção relativa à área total do município (Tabela 1), exibiu flutuações ao longo do período analisado. Essas oscilações

podem ser atribuídas à elevada demanda hídrica dos setores agrícola e pecuário, tanto para fins de irrigação quanto para o consumo e dessedentação animal.

Figura 5 – Evolução percentual do uso e ocupação do solo em comparação com o período anterior no município de Luís Eduardo Magalhães, Bahia



Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do MapBiomias.

Observa-se que a expansão significativa do setor agropecuário ocorreu entre 1985 e 2000 no período avaliado, mostrando que houve uma desaceleração no crescimento do setor a partir de 2005. Essa retração no avanço do setor começou em 2003, mesmo assim, em 2007, 1,3% da produção agrícola nacional estava concentrada neste município (MENKE et al., 2009).

Na Tabela 2, na análise estatística descritiva da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo, observa-se que a classe florestal apresenta uma média de 126.433,5 hectares, com uma dispersão de 24.558,2 hectares, indicando certa estabilidade na cobertura florestal, embora sujeita a variações. Por outro lado, a classe agropecuária exibe uma ampla variação, com uma média de 162.979,8 hectares e um notável desvio padrão de 67.108,1 hectares, refletindo a dinâmica intensiva dessas atividades. Notavelmente, Área Não Vegetada e Corpo D'água mostram variações mais contidas, com desvios padrão de 1.782,7 hectares e 38,7 hectares, respectivamente. Essas análises fornecem insights cruciais para o planejamento sustentável e a

gestão eficaz dos recursos naturais, orientando políticas ambientais e estratégias de conservação adaptadas às características específicas de cada classe de uso do solo.

Tabela 2 – Análise descritiva da dinâmica de cobertura e uso do solo, em hectares

Classes	Máximo	Mínimo	Média	Desvio padrão
Floresta	156614,1	91658,7	126433,5	24558,2
Formação natural não florestal	182434,3	62277,5	110913,1	44978,6
Agropecuária	244120,4	63677,2	162979,8	67108,1
Área não vegetada	5267,5	651,9	2993,3	1782,7
Corpos d'água	349,3	238,0	295,8	38,7

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do MapBiomias.

Observa-se que o desvio padrão, que mede a dispersão em relação à média, apresenta na classe florestal um valor de 24.558,2 hectares, indicando uma certa estabilidade e simetria na cobertura florestal ao longo do tempo, com variações moderadas em torno da média de 126.433,5 hectares. Em contrapartida, na agropecuária, o desvio padrão de 67.108,1 hectares sugere uma distribuição mais assimétrica, refletindo uma dinâmica intensiva e uma variabilidade significativa em relação à média de 162.979,8 hectares. Por outro lado, as classes de Área Não Vegetada e Corpo D'água, com desvios padrão de 1.782,7 hectares e 38,7 hectares, respectivamente, apresentam distribuições mais simétricas e variações mais contidas em torno de suas médias. Essas observações ressaltam a importância de considerar o desvio padrão como uma ferramenta analítica essencial para compreender a simetria e a variabilidade nas diferentes classes de uso e ocupação do solo, contribuindo para decisões estratégicas no planejamento sustentável e na gestão eficaz dos recursos.

Na Tabela 3 pode-se observar que os resultados dos testes de normalidade de Shapiro-Wilk, Anderson-Darling foram semelhantes entre si para todas as classes, uma vez que os valores de p obtidos em ambos os testes foram maiores que o nível de significância de 0,05, o que leva a aceitar a hipótese de que os dados em todas as classes analisadas podem ser considerados como provenientes de uma distribuição normal.

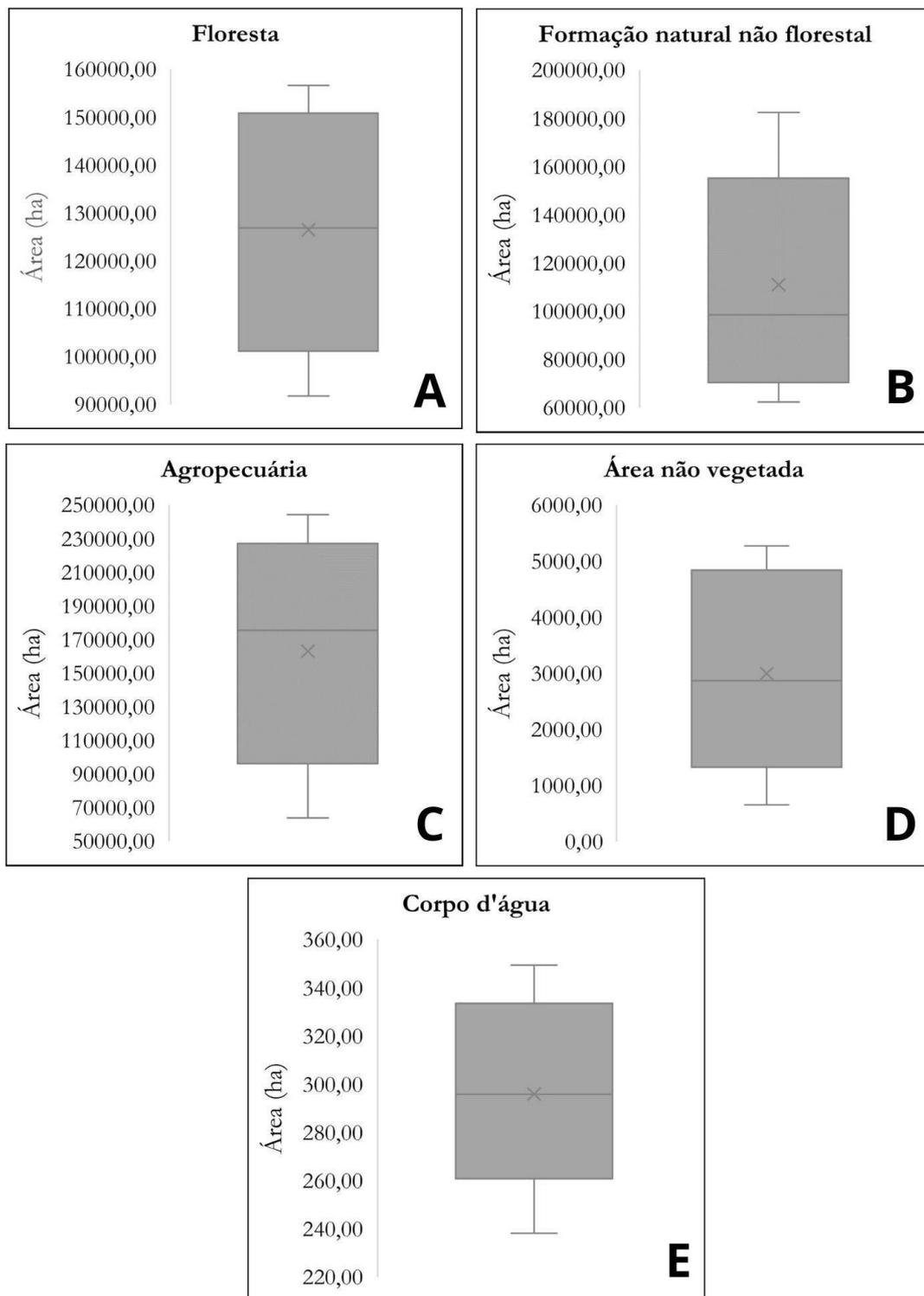
Tabela 3 – Testes de normalidade para os diferentes uso e ocupação da terra no município de Luís Eduardo Magalhães, Bahia

Classes / Testes	Shapiro-Wilk	Anderson-Darling
Floresta	0,5491	0,2349
Formação natural não florestal	0,3757	0,3266
Agropecuária	0,5893	0,2387
Área não vegetada	0,4503	0,2867
Corpos d'água	0,8938	0,1508

Fonte: Elaboração do autor a partir dos dados do MapBiomias.

Na Figura 6, observa-se que na classe florestal, há uma diminuição gradual na cobertura ao longo do tempo, indicada por uma diminuição nos valores medianos e uma expansão na faixa interquartil, sugerindo uma redução na estabilidade dessa cobertura. Em contraste, a classe de formação não florestal exibe uma variação menos pronunciada, com valores medianos relativamente constantes e uma dispersão mais contida. Para a classe agropecuária, o gráfico revela um aumento constante na cobertura, indicado pelo aumento nos valores medianos e uma notável expansão na dispersão, destacando uma dinâmica intensiva nesta classe. Áreas não vegetadas e corpos d'água mostram variações mais restritas, refletidas em dispersões interquartis mais contidas ao longo do tempo.

Figura 6 – Boxplot das classes de uso e ocupação do solo



Fonte: Elaboração do autor

Os resultados obtidos na presente avaliação da análise multitemporal de uso e ocupação do solo possibilitaram compreender os fatores naturais e antrópicos associados à expansão do setor agrícola em detrimento da vegetação natural do Cerrado, bem como sua distribuição espacial, podendo auxiliar significativamente no planejamento ambiental do município.

Conclusão

A análise multitemporal utilizando os dados do MapBiomas revelou de forma clara e precisa a dinâmica evolutiva do uso e ocupação do solo no município de Luís Eduardo Magalhães entre 1985 e 2020.

A expansão significativa da agropecuária, acompanhada pela redução das áreas de vegetação nativa do Cerrado, demonstra o impacto das atividades econômicas no equilíbrio ambiental da região. Entre 1985 e 2020, a área destinada à agropecuária aumentou em 44,8%, ao passo que a vegetação nativa reduziu-se em 45,9%, destacando a intensificação do agronegócio como principal motor dessas mudanças. Esses resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas para o monitoramento contínuo e para a promoção de práticas sustentáveis que equilibrem a expansão econômica e a preservação ambiental.

Estudos futuros poderão aprofundar a análise em diferentes escalas temporais e espaciais, incluindo o impacto direto dessas transformações sobre a biodiversidade local e os recursos hídricos, que são cruciais para o desenvolvimento sustentável da região

AGRADECIMENTOS: À Universidade Federal de Viçosa e ao Instituto Candido Tostes.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. D. M., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDERSON, T. W.; DARLING, D. A. A test of goodness of fit. *Journal of American Statistical Association*, v.49, p.765-769, 1954.
- BAHIA. **Base Cartográfica Digital do Estado da Bahia: mapeamento topográfico sistemático 1:100.000.** [Salvador: SEI], 2008.
- BITENCURTI, D. P., DE MELO, F. P., GOIS, D. V., RUIZ-ESPARZA, J., DE SOUZA RIBEIRO, A., FERRARI, S. F., & MELO, R. Análise multitemporal do desmatamento nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo, SE. *Geosul*, v. 32, n. 63, p. 117-139, 2017.
- CAPANEMA, V. DO P.; SANCHES, I. D.; ESCADA, M. I. S. Comparação entre os produtos temáticos de uso e cobertura da terra do TerraClass Amazônia e Mapbiomas: teste de aderência entre classes. In: **Simpósio de Sensoriamento Remoto**, 19, 2019.
- COHN, A. S.; BHATTARAI, N.; CAMPOLO, J.; CROMPTON, O.; DRALLE, D.; DUNCAN, J.; THOMPSON, S. Forest loss in Brazil increases maximum temperatures within 50 km. *Environmental Research Letters*, v.14, n.8, 2019.
- CORTE, A. P. D., HENTZ, Â. M. K., DOUBRAWA, B., & SANQUETTA, C. R. Environmental fragility of Iguazu River watershed, Paraná, Brazil. *Bosque*, v. 36, n. 2, p. 287-297, 2015.
- CROUZEILLES, R.; SANTIAMI, E.; ROSA, M.; PUGLIESE, L.; BRANCALION P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; METZGER, J. P.; CALMON, M.; SCARAMUZZA, C. A. DE M.; MATSUMOTO, M. H.; PADOVEZI, A.; BENINI, R. DE M.; CHAVES, R. B.; METZKER, T.; FERNANDES, R. B.; SCARANO, F. R.; SCHMITT, J.; LUI, G.; PINTO, S. There is hope for achieving ambitious Atlantic Forest restoration commitments. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v.17, n.2, p.80-83, 2019.
- DIAS, L. C., PIMENTA, F. M., SANTOS, A. B., COSTA, M. H., & LADLE, R. J. Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. *Global change biology*, v. 22, n. 8, p. 2887-2903, 2016.
- FERREIRA, A. B. R., PEREIRA, G., FONSECA, B. M., & CARDOZO, F. D. S. Changes in land use and cover in the western region of Bahia as from agricultural expansion. *Revista Formacao Online*, p. 389-412, 2021.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT Database.** Disponível em: http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity. Acesso em: 24 de abril de 2023.
- FRANCISCO, P. R. M., SANTOS, D., RIBEIRO, G. DO N., SILVA, V. F., AYRES, G. D. J., & RODRIGUES, R. C. M. Dinâmica temporal da cobertura e uso das terras do Estado da Paraíba utilizando Mapbiomas©. *Revista Geama*, v. 9, n. 3, p. 57-66, 2023.

GORELICK, N., HANCHER, M., DIXON, M., ILYUSHCHENKO, S., THAU, D., & MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017.

MAPBIOMAS. Projeto MapBiomass. **Coleção 2022 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil 2021**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

MENKE, A. B., CARVALHO JUNIOR, O. A. D., GOMES, R. A. T., MARTINS, É. D. S., & OLIVEIRA, S. N. D. Agricultural land use changes analysis from multi-temporal remote sensing data in the municipality of Luis Eduardo Magalhães (Bahia Brazil). **Sociedade & Natureza**, v. 21, p. 315-326, 2009.

MORAES, L. S. **Diagnóstico de uso e ocupação da bacia do Rio de Ondas: Barreiras/BA**. 2003. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF.

NETO, A. K., DOS SANTOS, J. Y. G., SANTOS, P. S., MACHADO, L. C., & DE SANTANA MORO, P. Orbital remote sensing for land use and land cover classification in the Extreme West of Bahia. **Poisson Publisher**, p. 41-49, 2021.

PARMA, L. M., MOREIRA, M. C., AMORIM, R. S. S., PACHECO, J. C. C., PINHEIRO, S. A. R. Análise do uso e ocupação da terra na bacia do ribeirão Poncianos, Minas Gerais. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA**, Pelotas. 2022.

PIMENTEL, M. L.; DE SOUZA, T. C. L.; TÁVORA, G. S. G.; TURETTA, A. P. D. Mudanças de uso da terra e expansão da agricultura no Oeste da Bahia. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. 2011.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

REZENDE, G.C. **Estado, macroeconomia e agricultura no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ IPEA, 2003.

ROSA, M.; SHIMBO, J. Z.; AZEVEDO, T. MapBiomass-Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. **VIII Simpósio de Restauração Ecológica**, p. 95-100, 2019.

RSTUDIO. **Posit Software**. Disponível em: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>. Acesso em: 24 de abril de 2023.

SANTOS, P. S. **Expansão agrícola de 1984 a 2006 e estimativas agrícolas por sensoriamento remoto e SIG no município de Luís Eduardo Magalhães-BA**. 2007. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. INPE. 98p.

SEI - SUPERINTENDENCE OF ECONOMIC AND SOCIAL STUDIES OF BAHIA. **Analysis of Climatic Attributes of the State of Bahia**. Salvador: SEI (Studies and Research Series, 38), 1998. 85p.

SHAPIRO, A. S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v.52, n.3/4, p.591–611, 1965

SILVA, A. D. S., SILVA, F. D. S., SANTOS, G. D., & DE LEITE, M. J. Multitemporal deforestation in the Caatinga biome in the municipality of Delmiro Gouveia, Alagoas, Brazil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 14, n. 5, p. 654-657, 2019.

SILVA, A. R. S.; D'ESQUIVEL, K. S.; ALMEIDA, L. D. S.; LIMA, M. A. C.; FIGUEIREDO, R. M. Dynamics of land use and cover in the watershed of the Itapicuru-Mirim River, in northeastern Bahia. In: (Ed) FRANCISCO, P. R. M.; FURTADO, D. A.; FERREIRA, A. C. **Engineering, Agronomy, and Geoscience** 2014-2021. Campina Grande: EPTEC, 193 p., 2021.

SILVA, R. M. P.; LIMA, J. R.; MENDONÇA, I. F. C. Alteration of the vegetation cover in the Espinharas river sub-basin from 2000 to 2010. **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, Campina Grande**, v. 18, p. 202-209, 2014.

VIDAL, M. M., BANKS-LEITE, C., TAMBOSI, L. R., HASUI, E., DEVELEY, P. F., SILVA, W. R. & METZGER, J. P Predicting the non-linear collapse of plant–frugivore networks due to habitat loss. **Ecography**, v. 42, n. 10, p. 1765-1776, 2019.

CRediT Author Statement

- Reconhecimentos:** Nada a declarar.
 - Financiamento:** Este trabalho não recebeu financiamento.
 - Conflitos de interesse:** Não há conflitos de interesse.
 - Aprovação ética:** O trabalho respeitou a ética durante a pesquisa.
 - Disponibilidade de dados e material:** Os dados e materiais utilizados no trabalho estão disponíveis diretamente com os autores.
 - Contribuições dos autores:** Os autores contribuíram na elaboração, desenvolvimento e escrita do trabalho.
-

Processamento e editoração: Editora Ibero-Americana de Educação.
Revisão, formatação, normalização e tradução.

