

ANÁLISE DA DINÂMICA DOS USOS E DA COBERTURA DAS TERRAS NO MUNICÍPIO DE ITABUNA-BA

Alex Mota dos Santos¹
Andrei Caique Pires Nunes²
Suelem Farias Soares Martins³

RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar a dinâmica dos usos e da cobertura das terras a partir de um roteiro para acesso e processamento de dados armazenados na nuvem, área de estudo o município de Itabuna, estado da Bahia, período de 1985 a 2021. A metodologia envolveu a aquisição de dados do Projeto MapBiomias, processados num Sistema de Informação Geográfica. Foram adquiridas informações sobre aspectos socioeconômicos do município no site SIDRA-IBGE para análises exploratórias e de tendência. Os resultados revelam que dados gratuitos permitem análises geográficas, que podem ser associadas as informações sociais e econômicas. Sobre a dinâmica dos usos e coberturas, a classe Pastagem teve aumento de 180,90%, a que mais cresceu. Além disso, as maiores variações ocorreram para as classes Pastagem e Formação Florestal, mas em sentidos contrários, enquanto a classe Florestal diminuiu, cresceu a classe Pastagem.

Palavras-chave: Dados e informações geoespaciais, Alterações nas paisagens, Análise ambiental e territorial.

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF LAND USES AND COVERAGE IN THE MUNICIPALITY OF ITABUNA-BA

ABSTRACT

The objective of this article is to present the dynamics of land use and land cover based on a roadmap for accessing and processing cloud-stored data, focusing on the municipality of Itabuna, Bahia state, from 1985 to 2021. The methodology involved data acquisition from the MapBiomias Project, processed using a Geographic Information System. Socioeconomic information about the municipality was obtained from the IBGE System of Automatic Recovery website for exploratory and trend analyses. The results reveal that freely available data allows for geographic analyses, which can be linked to social and economic information. Regarding the dynamics of land use and land cover, the Pasture class experienced a 180.90% increase, showing the highest growth rate. Additionally, the largest variations occurred for the Pasture and Forest Formation classes, but in opposite directions, with the Forest class decreasing while the Pasture class expanded.

Keywords: Geospatial data and Information, Landscape changes, Environmental and territorial analysis.

¹ Doutor em Geografia, Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Campus Jorge Amado, Itabuna/BA, Email: alex.geotecnologias@gmail.com

² Doutor em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Sul da Bahia, Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Campus Jorge Amado, Itabuna/BA, Email: andrei.nunes@gfe.ufsb.edu.br

³ Doutora em Biossistemas, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Civil FECIV, Campus Monte Carmelo/MG, Email: suelem@ufu.br

ANÁLISIS DE LA DINÁMICA DE USOS Y COBERTURA DE SUELO EN EL MUNICÍPIO DE ITABUNA-BA

RESUMEN

El objetivo de este artículo es presentar la dinámica de los usos y la cobertura de la tierra a partir de una guía para acceder y procesar datos almacenados en la nube, centrándose en el municipio de Itabuna, estado de Bahía, en el período de 1985 a 2021. La metodología implicó la adquisición de datos del Proyecto MapBiomass, procesados en un Sistema de Información Geográfica. Se obtuvieron información sobre aspectos socioeconómicos del municipio del sitio web Sistema de Recuperación Automática IBGE para análisis exploratorios y de tendencia. Los resultados revelan que los datos gratuitos permiten análisis geográficos que pueden asociarse con información social y económica. En cuanto a la dinámica de los usos y la cobertura, la clase de Pastizal experimentó un aumento del 180.90%, siendo la que más creció. Además, las mayores variaciones se produjeron en las clases de Pastizal y Formación Forestal, pero en direcciones opuestas, mientras que la clase Forestal disminuyó, la clase de Pastizal aumentó.

Palabras clave: Información y datos geoespaciales, Cambios en los paisajes, Análisis ambiental y territorial.

INTRODUÇÃO

A análise da dinâmica dos usos e da cobertura das terras é recorrente em diversos estudos que buscam compreender, dentre outras, as transformações das paisagens e análises de impactos ambientais. Segundo Lambin et al. (2003), as preocupações com as mudanças nos usos e cobertura das terras surgiram na agenda de pesquisa sobre mudança ambiental há várias décadas. Além disso, os estudos de uso e cobertura da terra estão na vanguarda da pesquisa sobre mudanças globais (MONTALVÁN-BURBANO et al., 2021).

As alterações e intensificações na ocupação das terras influenciam a conversão e degradação de habitats (NEWBOLD et al., 2015; VENTER et al., 2016), impactos sobre a saúde humana relacionados, dentre outros, ao calor em cidades (JENERETTE et al., 2016), impacta os serviços ecossistêmicos, criando conflitos sociais (QUINTAS-SORIANO et al., 2016), erosão dos solos, pela expansão das terras agrícolas (BORRELLI et al., 2017), alterações das emissões de gases de efeito estufa (POPP et al., 2017; SCHLEUSSNER et al., 2016; ALEKSANDROWICZ et al., 2016), alterações no balanço energético da Terra e os ciclos biogeoquímicos (SONG et al., 2018), a qualidade das águas subterrâneas (RICHEY et al., 2015), de rios (NKWANDA et al., 2021), dentre outros.

Segundo Venter et al. (2016), 75% da superfície terrestre do planeta está sofrendo pressões humanas mensuráveis. Para Alam et al. (2020), essas transformações no uso e cobertura da terra tem sido mais imensa e perceptível da superfície da Terra. Winkler et al. (2021) corroboram com tal análise e afirmam que essa alteração ocorreu no último milênio. Além disso, avaliar a mudança no uso das terras, em escalas espaciais variadas é imperativo em uma ampla gama de perspectivas, como conservação ambiental, gestão de recursos, planejamento do uso da terra e desenvolvimento sustentável (ALAM et al., 2020).

Assim, para Winkler et al. (2021), quantificar a dinâmica da mudança no uso da terra é fundamental para enfrentar os desafios sociais globais, como segurança alimentar, mudança climática e perda de biodiversidade. Para quantificar a dinâmica da mudança no uso da terra é fundamental para enfrentar os desafios sociais globais, como segurança alimentar, mudança climática e perda de biodiversidade. Assim, a avaliação quantitativa das mudanças no uso e cobertura da terra é um dos meios mais eficientes para entender e gerenciar a transformação da terra (TALUKDAR et al., 2020). Portanto, produzir e disponibilizar dados e informações sobre os usos das terras é relevante em todo o mundo.

Segundo Hassan et al. (2016), uma das formas detalhadas e úteis de desenvolver mapas de classificação de uso da terra é o uso de técnicas geoespaciais, como Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica. Na Europa, destaca-se o projeto de mapeamento que deu origem ao inventário de classificação padronizada do CORINE Land Cover – CLC (FERANEC et al., 2016). Segundo Santos e Nunes (2021), o inventário do CORINE foi iniciado em 1985. As atualizações foram produzidas em 2000, 2006, 2012 e 2018. Consiste em um inventário de cobertura do solo em 44 classes (SANTOS e NUNES, 2021).

No Brasil, o pioneirismo é do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que vem produzindo dados em extensão espacial do desmatamento na Amazônia desde 1988, por meio do Programa de Monitoramento do Desmatamento no Brasil - Amazônia Legal (PRODES) (SANTOS e NUNES, 2021).

Apesar disso, a iniciativa mais exitosa devido a constância dos dados, disponibilizados através da plataforma Google Earth Engine, é do MapBiomas. Esse projeto é composto por uma rede colaborativa, formada por Organizações Não Governamentais (ONGs), universidades e startups de tecnologia (MAPBIOMAS, 2021). Assim, é produzido os mapeamentos anuais da

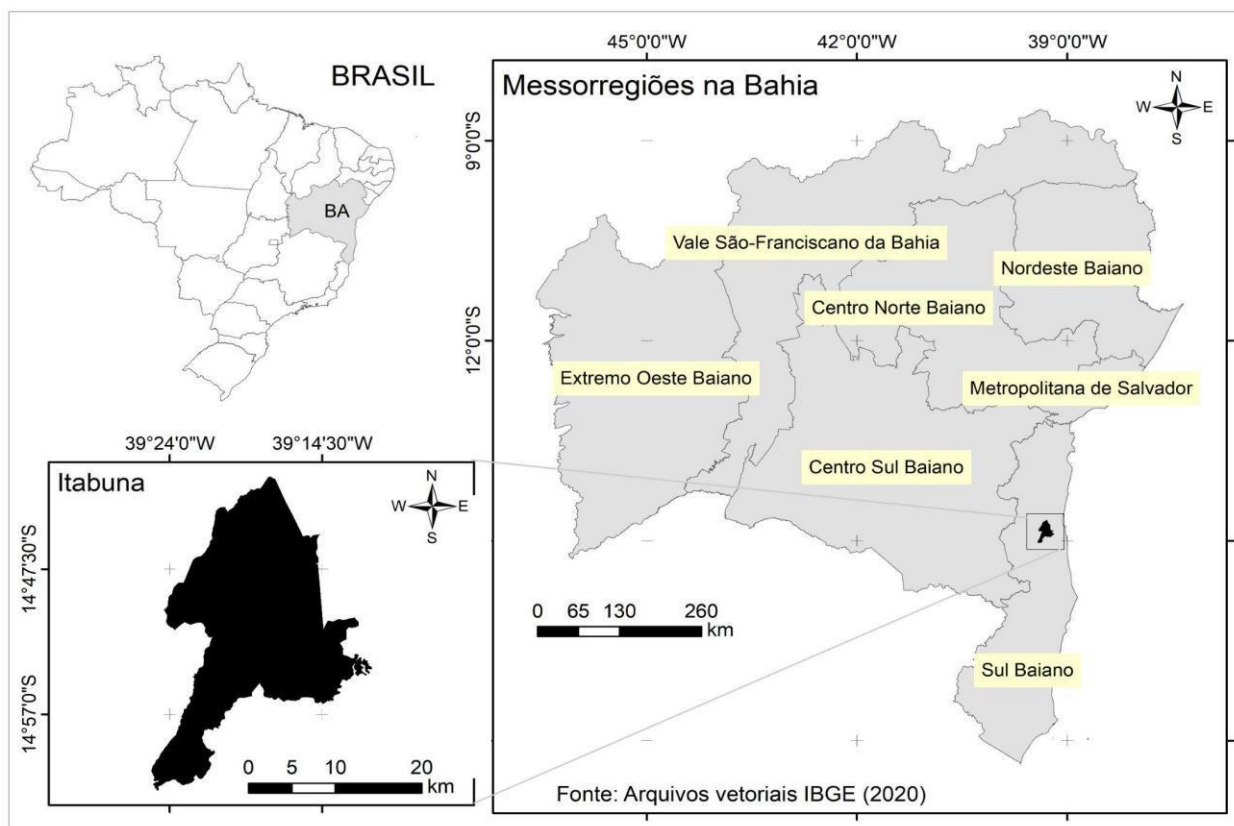
cobertura e uso do solo e monitoramos a superfície de água e cicatrizes de fogo mensalmente com dados a partir de 1985 (MAPBIOMAS, 2021).

A iniciativa MapBiomas, juntamente com outras já apresentadas, marcam uma mudança de paradigma teórico-metodológico na análise geográfica sustentada por dados e informações de SR. No passado, devido à limitação da disponibilização de dados e informações, era necessário realizar processamentos de dados de SR, e isso mobilizou a área de geoinformática que avançou através de métodos clássicos de processamento de imagens de (SANTOS et al., 2022). O desenvolvimento dos métodos baseados em algoritmos de aprendizado profundo (deep learning) têm visto um enorme aumento na popularidade da análise de imagens de sensoriamento remoto nos últimos anos (CSILLIK, 2017; ZANOTTA, ZORTEA e PEREIRA, 2018; MA et al., 2019). Portanto, antes de produzirmos nossos dados, devemos pensar formas robustas de análises de dados sistematicamente produzidos e disponibilizados sem custos por uma rede colaborativa de pesquisadores, inclusive os dados de usos e cobertura das terras.

Segundo Talukdar et al. (2020), o mapeamento da mudança do uso e cobertura da terra foi identificado como um aspecto essencial de uma ampla gama de atividades e aplicações. Assim, diante das possibilidades o objetivo deste artigo é apresentar a dinâmica dos usos e da cobertura das terras no município de Itabuna, estado da Bahia, período de 1985 a 2021. A ideia é oferecer também um roteiro para acesso e processamento de dados armazenados na nuvem, já que os dados estão disponibilizados sem custos através da *Google Earth Engine*.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é o município de Itabuna, que possui área de 401,028 km² e se localiza na Mesorregião Sul Baiano, estado da Bahia (Figura 1). O município possuía uma população estima para o ano de 2021 em 214.123 habitantes, portanto, a sexta maior cidade em número de pessoas no estado da Bahia (IBGE, 2022). É considerada a maior cidade da porção sul da Bahia, exercendo influência em mais de 40 municípios que, juntos apresentam pouco mais de um milhão de habitantes (CASTRO et al., 2014).

Figura 1. Localização do município de Itabuna, estado da Bahia.

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Segundo Andrade e Rocha (2005), a cidade de Itabuna era distrito do município de Ilhéus até o ano de 1906. Devido sua localização, serviu de entreposto comercial na porção sul da Bahia. No presente, a relação de interdependência entre Itabuna e Ilhéus permanece e segundo Trindade (2011), pode-se considerar os dois municípios como uma “unidade urbana”, responsável pela condução do espaço regional, considerados como os centros da região onde se localizam. Essa ligação é facilitada pela presença da rodovia federal BR-415. Batista e Ferraz (2021) revelam que apesar do dinamismo econômico, foi possível detectar que, entre 2014 e 2016, houve uma recessão no fluxo da economia dos municípios de Itabuna e Ilhéus, que deixou de retrair após esse período.

Segundo Ferraz et al. (2020, p. 89), conforme “a classificação de Köppen (1931), o município apresenta o clima Tropical de Floresta (Af), com valores pluviométricos anuais em torno de 1900 a 2000 mm”. Ainda segundo os autores, “este tipo climático é caracterizado pela

ausência de estação seca, com precipitações maiores que 60 mm no mês mais seco e maior volume de chuvas entre os meses de março e agosto, atingindo temperatura média de 24 a 25 °C nos meses mais quentes (janeiro e fevereiro) ” (FERRAZ et al., 2020, p. 89).

Na perspectiva do comprometimento dos recursos naturais, associados ao crescimento da área urbanizada, Lopes et al. (2019) revelaram que os altos valores encontrados no ponto CH2 podem ser correlacionados ao fato do Rio Cachoeira atravessar o centro urbano da cidade de Itabuna e receber uma parcela significativa de esgoto. Além disso, Hora e Gomes (2009, p. 74) mapearam os eventos de inundação na cidade de Itabuna e revelaram que, “em grande parte, está associado às ocupações informais que são fruto de da expansão urbana descontrolada”.

Os dados de uso e cobertura das terras utilizados nesse artigo foram obtidos do Projeto MapBiomas, Coleção 7, do período de 1985 a 2021, categorizados de cinco em cinco anos (1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020) mais o ano de 2021. De modo geral, os dados e informações disponibilizados pelo MapBiomas resultam do processamento de imagens dos sensores Thematic Mapper (TM), do Landsat 5; Enhanced Thematic Mapper (ETM+), do LANDSAT 7 e do Operational Terra Imager (OLI).

Os dados socioeconômicos foram baixados do site do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Dessa base foram adquiridos dados estimativa de população, do número de bovinos, áreas temporárias e permanentes de cultivos agrícolas. Foram utilizados ainda os arquivos vetoriais da malha viária do município de Itabuna, disponibilizado pela Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais (SEI) da Bahia. Os detalhes do processamento dos dados no projeto MapBiomas pode ser consultado em MapBiomas (2022).

O procedimento metodológico, aqui denominado “roteiro para acesso e processamento de dados armazenados na nuvem” pode ser consultado também no vídeo disponibilizado no Geotecnologias na Rede, no YouTube® <<https://www.youtube.com/watch?v=2qvKvbX11vU&t=257s>>. Para acesso a plataforma é necessário o usuário dispor de um e-mail da Google® (gmail). O Primeiro Passo é selecionar um arquivo vetorial da área de estudo, no caso desse estudo, o limite do município de Itabuna, estado da Bahia, como já referido. Em seguida, esse arquivo (Segundo Passo) deve ser compactado em formato compatível com o *Google Earth Engine* (GEE), inserido na plataforma GEE e no Terceiro Passo é realizar a leitura do arquivo da área de estudo na plataforma.

No Quarto Passo, também no GEE, o Scripts que possui os dados de uso e cobertura da terra é denominado “mapbiomas-user-toolkit-lulc.js”. No Quinto Passo, o usuário seleciona, em MapBiomas User Toolkit 1.13.0, a coleção, a área de estudo e roda o recorte dos dados que são processados automaticamente.

Na sequência (Sexto Passo), os dados são apresentados do lado direito da tela e analisados no Tasks. As imagens baixadas são salvas no *drive* do gmail. Esses dados podem ser baixados e manipulados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, no caso, foi utilizado do Qgis Desktop, versão 3.24.2.

No Qgis (Sétimo Passo) foi utilizado a ferramenta *r.report* para cálculo da área das classes de uso e cobertura das terras do arquivo raster processado e disponibilizado pelo GEE. Por fim, também no Qgis foram elaborados mapas temáticos. As tabelas foram elaboradas num programa de planilha eletrônica e os gráficos no *software R*.

A estatística descritiva aplicada nesse trabalho é proposta por Harris e Jarvis (2014), que de modo geral, apresenta um resumo de um conjunto de medições. Segundo os autores, na sua forma mais simples, as estatísticas são usadas para formar resumos numéricos básicos dos processos, eventos ou atividades que os dados representam, explicam, uma ‘coisa’ está relacionada a outra, ou se uma causa a outra (HARRIS e JARVIS, 2014).

Desse modo, utilizou-se estatísticas básicas relacional e potencialmente explicativo, análises exploratórias e de tendência dos dados através da visualização dos mesmos por meio de gráficos e matriz de correlação. Foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2022), os pacotes *ggplot2* (HADLEY, 2016) e o *psych* (REVELLE, 2022). Os dados de cada variável analisada foram reescalados via codificação. Este processo consistiu na subtração pela média da variável em cada observação e divisão pelo desvio padrão da variável correspondente. Foi feita a taxa de crescimento em incremento relativo a cada ano para cada variável, onde os valores do ano subsequente foram subtraídos e divididos pelo valor do ano corrente.

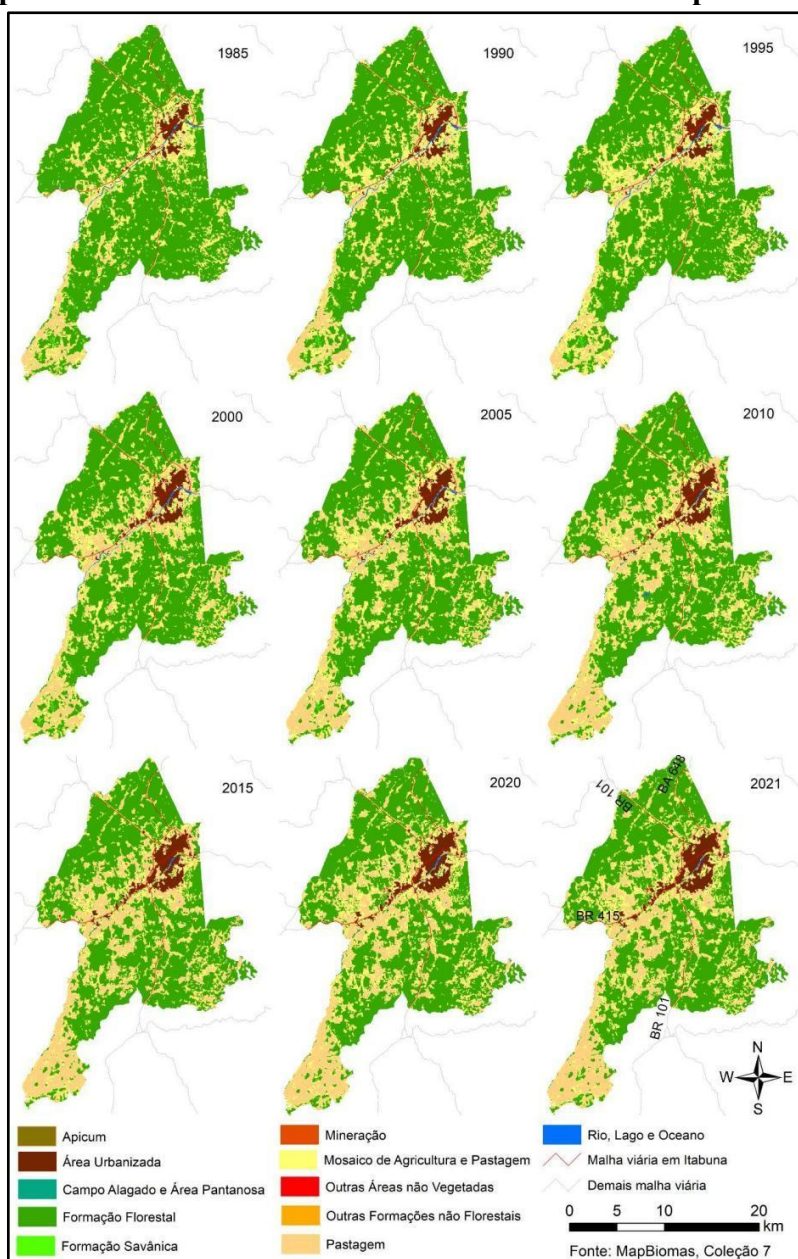
RESULTADOS E DISCUSSÕES

De modo geral, os resultados dos trabalhos que se propõe a revelar a dinâmica de usos e cobertura das terras, seja com dados “autorais”, em que os pesquisadores realizam o processamento digital de imagens ou trabalhos que utilizam dados e informações de fontes

secundárias, a exemplo, do MapBiomas, do TerraBrasilis, do CORINE LandCover são apresentados através de mapas temáticos e tabelas com dados quantitativos por classes (FORQUOR et al., 2018; MOHAJANE et al., 2018; BRAZ et al., 2019; ABDI, 2020; MISHRA et al. 2020; TALUKDAR et al., 2020; SANTOS et al., 2022).

Os mapas de uso e da cobertura da terra do período de estudo foram agrupados na Figura 2.

Figura 2. Mapeamentos de uso e cobertura das terras no município de Itabuna, Bahia.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomas, Coleção 7.

Assim, não se observou alterações na paisagem que permite estabelecer um período de transformações mais significativas. A cidade cresce ligada à sua área de origem e não se identificou-se novos distritos que orbitam ao núcleo central. De modo geral, essas informações espaciais são relevantes nas análises geográficas, pois sustentam ou refutam hipóteses acerca de pesquisas nas áreas ambientais e socioeconômicas (SANTOS et al., 2015), favorecendo abordagens interdisciplinares.

A área de vegetação se mantém mais expressiva na porção norte e se fragmenta gradativamente na porção sul do município. A maior área de espelho de água é mapeada na parte central da cidade, justamente nas áreas onde os alagamentos são identificados desde o ano de 1914 (FUNDAÇÃO JUPARÁ, 2008). Ainda segundo a Fundação Jupará (2008), nesse período, o rio ainda era pouco explorado e muito estreito, mas atendia bem a seus poucos habitantes da época.

A classe de cobertura Apicum foi mapeada a partir do ano de 1995, mas não apareceu após o ano de 2015. Vale esclarecer que Apicum é um tipo particular de manguezal herbáceo que, junto com as feições lavado, manguezal arbóreo e ecótono arbustivo constituem o ecossistema manguezal (SCHMIDT et al., 2013, p. 9).

De modo geral, a análise quantitativa por classes mapeadas (Tabela 1) é relevante para compreender a dinâmica dos usos e cobertura das terras, pois complementa a análise espacial. Nesse sentido, é relevante referir que, foi possível observar que processamento dos dados MapBiomas revelou a diferença de 0,02 km² ou 2 hectares, entre as 7 coleções. Esse resultado se deve a diferença dos dados de sensoriamento remoto empregados nas análises.

Através destes dados quantitativos, pesquisadores podem aplicar estatísticas descritivas, especialmente a partir da comparação dos valores de cada classe com o total da área, indicando sua porcentagem. Esse resultado elementar é fundamental para apreensão da dinâmica dos usos e cobertura das terras. Assim, foi possível observar que a classe com maiores porcentagens é a Formação Florestal que ocupou 53.4 para o ano de 2021 (Tabela 2).

Tabela 1. Dados quantitativos das áreas das classes de usos e coberturas das terras (de 1985 a 2005)

Classes de Uso/Cobertura	1985	%	1990	%	1995	%	2000	%	2005	%
Apicum	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0061	0.0	0.0095	0.0	0.0000	0.0
Área Urbanizada	7.7521	1.9	9.4018	2.3	10.5601	2.6	12.4235	3.1	13.3058	3.3
Campo Alagado e Área Pantanosa	0.6099	0.2	0.4948	0.1	0.3702	0.1	0.2102	0.1	0.2500	0.1
Formação Florestal	288.3437	71.5	275.1786	68.2	267.1815	66.2	252.0175	62.5	238.0215	59.0
Formação Savânica	0.9448	0.2	1.0511	0.3	1.0425	0.3	0.9854	0.2	0.6509	0.2
Mineração	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
Mosaico de Agricultura e Pastagem	69.0821	17.1	74.8654	18.6	86.6173	21.5	70.4933	17.5	72.4881	18.0
Outras Áreas não Vegetadas	0.2067	0.1	0.0173	0.0	0.0164	0.0	0.0701	0.0	0.0709	0.0
Outras Formações não Florestais	0.0052	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
Pastagem	35.0827	8.7	40.6350	10.1	35.8957	8.9	65.6984	16.3	77.2478	19.1
Rio, Lago e Oceano	1.5197	0.4	1.8995	0.5	1.8562	0.5	1.6262	0.4	1.5085	0.4
Total	403.5470	100	403.5436	100	403.5462	100	403.5341	100	403.5436	100

Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomas, Coleção 7.

A estatística básica descritiva aqui apresentada revelou que a classe Pastagem foi aquela que mais teve sua área alterada ao longo do tempo, considerando o ano de 1985 a 2021, o aumento foi de 180,90%, seguida da classe Área Urbanizada com crescimento de 141,36%. Por outro lado, as maiores reduções ocorreram para as classes Outras Formações não Florestais e Rio, Lago e Oceano, com reduções de 100% e 71,83%, respectivamente.

Tabela 2. Dados quantitativos das áreas das classes de usos e coberturas das terras (de 2010 a 2021)

Classes de Uso/Cobertura	2010	%	2015	%	2020	%	2021	%
Apicum	0.0078	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
Área Urbanizada	14.4175	3.6	17.0195	4.2	17.7306	4.4	18.7107	4.6
Campo Alagado e Área Pantanosa	0.2050	0.1	0.2188	0.1	0.2197	0.1	0.1791	0.0
Formação Florestal	227.7489	56.4	224.7098	55.7	218.1263	54.1	215.6388	53.4
Formação Savânica	0.3804	0.1	0.3518	0.1	0.2922	0.1	0.6017	0.1
Mineração	0.0432	0.0	0.1003	0.0	0.1176	0.0	0.1194	0.0
Mosaico de Agricultura e Pastagem	73.4187	18.2	56.5341	14.0	69.8569	17.3	68.9681	17.1
Outras Áreas não Vegetadas	0.0796	0.0	0.1211	0.0	0.2318	0.1	0.3218	0.1
Outras Formações não Florestais	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0	0.0000	0.0
Pastagem	86.2366	21.4	104.0210	25.8	96.2539	23.9	98.5458	24.4
Rio, Lago e Oceano	0.9955	0.2	0.4610	0.1	0.6842	0.2	0.4282	0.1
Total	403.5332	100	403.5375	100	403.5133	100	403.5133	100

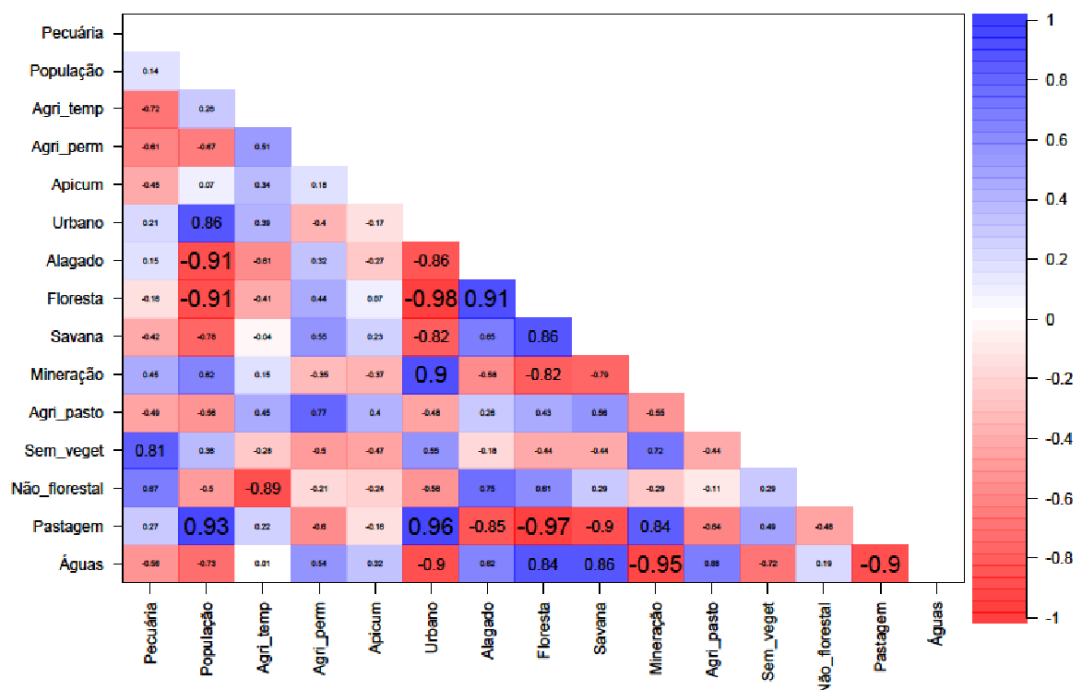
Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomias, Coleção 7.

Adicionalmente, as maiores variações ocorreram para as classes Pastagem e Formação Florestal, mas em sentidos contrários. Ou seja, enquanto a classe Florestal diminuiu, crescia a classe Pastagem. Além disso, foi possível observar que a classe Área Urbanizada apresentou crescimento ano após ano. A classe Campo Alagado e Área Pantanosa se manteve estável ao longo do período. Igualmente relevante foi observar que as classes Pastagem e Formação Florestal apresentaram os maiores desvios em torno das médias de suas áreas. Isso revela maiores discrepâncias para essas classes de uso e cobertura.

Outro aspecto dos estudos da dinâmica dos usos e cobertura (com potencial explicativo) foi calculado a classe Área Urbanizada e estimativa da População. Assim, constatou-se que forte relação entre o aumento da área da classe Área Urbanizada com o aumento do número estimado da população.

A partir da análise de correlação linear de Pearson (Figura 3) foi possível identificar fortes correlações entre pares de variáveis, as quais foram ilustradas nas figuras 4, 5 e 6.

Figura 3. Matriz de correlação linear de Pearson entre as variáveis de estudo.

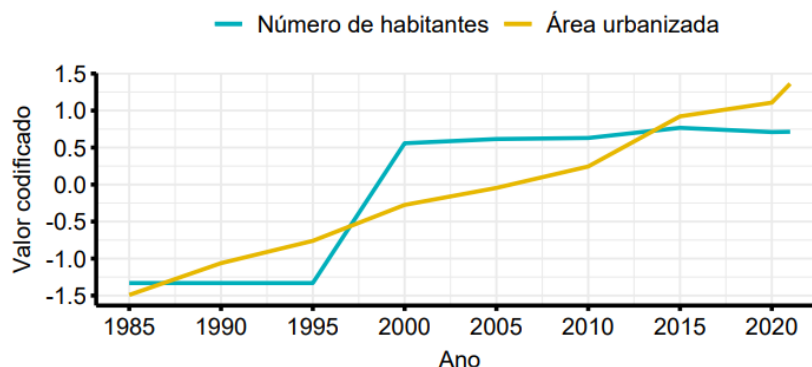


Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomas, Coleção 7.

Desta forma, é importante referir a correlação da variável estimativa da população urbana com a área urbana (0.86), Formação Florestal (Floresta) e Pastagem (-0.91) e Pastagem e Pecuária (0.27). Destaca-se que na literatura, essas são as variáveis mais influenciam na transformação das paisagens nos municípios brasileiros (SANTOS e NUNES, 2021).

Essa observação revela uma forte tendência de entre as duas variáveis consideradas, ou seja, número de habitantes e área urbanizadas (Figura 4), se considerados os anos de 2001, 2005, 2011, 2015, 2020 e 2021 (únicas datas aproximadas disponíveis pelo SIDRA-IBGE). Dito de outra forma, à medida que a população cresceu, aumentou também a área urbanizada. Contudo, o período mais recente a área urbanizada cresceu mais que o número de habitantes.

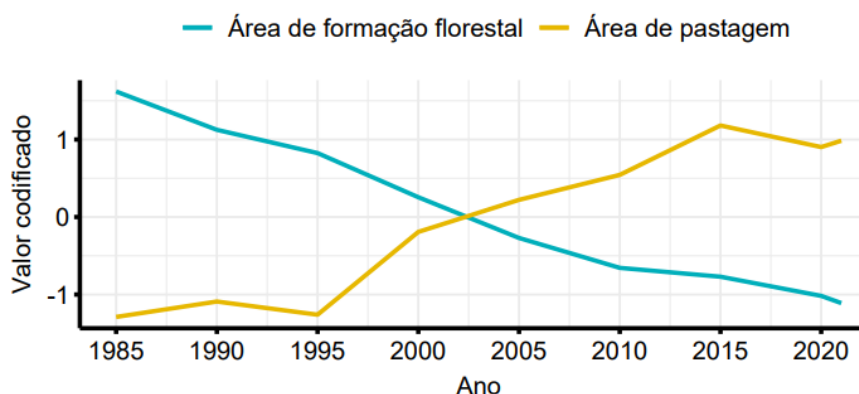
Figura 4. Análise de tendência dos valores codificados por pares de variáveis: Número de habitantes e Área urbanizada.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomass, Coleção 7.

A relação entre as áreas das classes Formação Florestal e Pastagem e sua tendência pode ser observada no gráfico da Figura 5. Foi possível perceber que a retirada das florestas cresceu inversamente ao cultivo de pastagem para criação de gado bovino. Ou seja, à medida que a área de formação florestal diminuiu, cresceu a área de pastagem. Essa dinâmica é observada em diversos municípios do país, inclusive já apresentado pelas pesquisas de (AGUILAR e FIORESE, 2019; CARVALHO et al., 2019; GAMA et al., 2022), por exemplo. Na pesquisa de Carvalho et al., 2019), os resultados revelaram que ao longo do período estudado houve uma diminuição da vegetação e um aumento de pastagem, além de áreas de agricultura mecanizada.

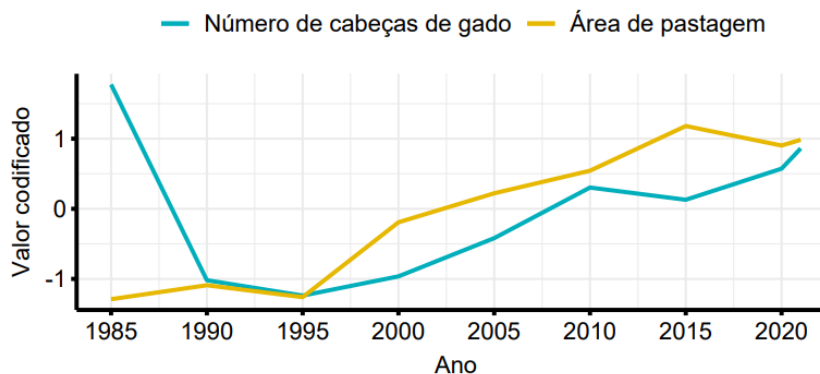
Figura 5. Análise de tendência dos valores codificados por pares de variáveis: Área de formação florestal e Área de Pastagem.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomas, Coleção 7.

A pastagem é formada para criação de gado bovino. Assim, realizou a análise do potencial explicativo entre a classe Pastagem e número de bovinos. O resultado (Figura 6) mostrou que a área de pastagem apresentou tendência de crescimento observada também para o número de cabeças de gado. De modo geral, o crescimento das áreas de pastagens está inserido no contexto da pecuarização observada no Brasil. Segundo Harfuch et al. (2016), estima-se que, de 2010 a 2013, a área alocada para pastagens ocupou de 19% a 23% de todo o território nacional, o que representa entre 164 a 198 milhões de hectares, dependendo da fonte considerada. Apesar disso, no município de Itabuna pode-se afirmar que há áreas de pastagens que cresceu e não foi acompanhada na mesma proporção que o crescimento do número de bovinos.

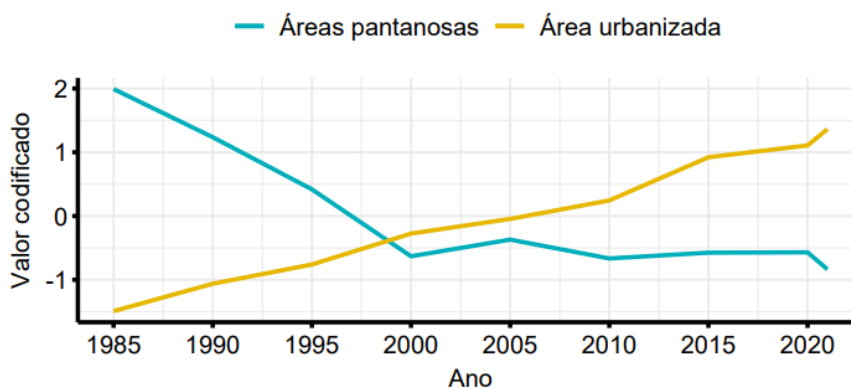
Figura 6. Análise de tendência dos valores codificados por pares de variáveis: Número de cabeças de gado e Área de pastagem.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomias, Coleção 7.

O gráfico da Figura 7 revela a tendência dos valores codificados por pares para as variáveis Áreas pantanosas e área Urbanizada. Os resultados revelaram que nos anos 2000 houve inversão para o crescimento da área urbanizada e redução das áreas pantanosas. Esse fenômeno pode ser explicado por bairros estruturados na planície de inundação do Rio Cachoeira e de seus afluentes.

Figura 7. Análise de tendência dos valores codificados por pares de variáveis: Áreas pantanosas e Área urbanizada.



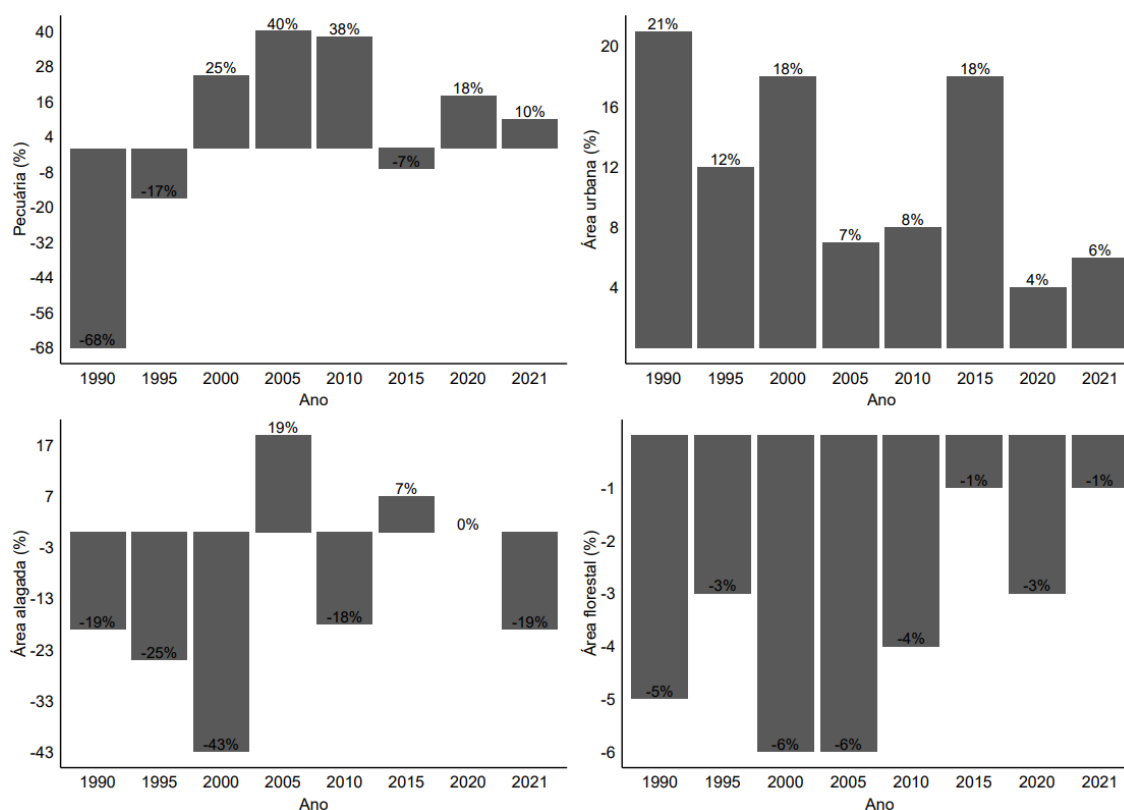
Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomias, Coleção 7.

Os resultados aqui obtidos vão de encontro àqueles encontrados por Du et al. (2020), onde os resultados revelaram que com o aumento de área construída, houve uma diminuição de

área pantanosa. Adicionalmente, os resultados do estudo de Du et al. (2020) revelaram que a diminuição das áreas de pântanos acarretou um aumento de temperatura, encontrados por ilhas de calor urbana. Ainda de acordo com Du et al. (2020), uma explicação para o aumento da ilha de calor urbana na cidade de Fuzhou, China, foi o enfraquecimento do efeito de resfriamento em que as áreas de pântano produzem.

Outras análises possíveis dizem respeito as observações dos incrementos, muito comum em análises de desmatamento, principalmente na Amazônia, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Assim, os resultados revelam que para as classes Pecuária e Área urbana, seus ritmos de crescimentos têm sido menores para os últimos 10 anos. Por outro lado, as classes de cobertura, Área alagada e Florestal decresceram. A classe área florestal teve forte retração de suas áreas nos anos de 2000 a 2005 (Figura 8).

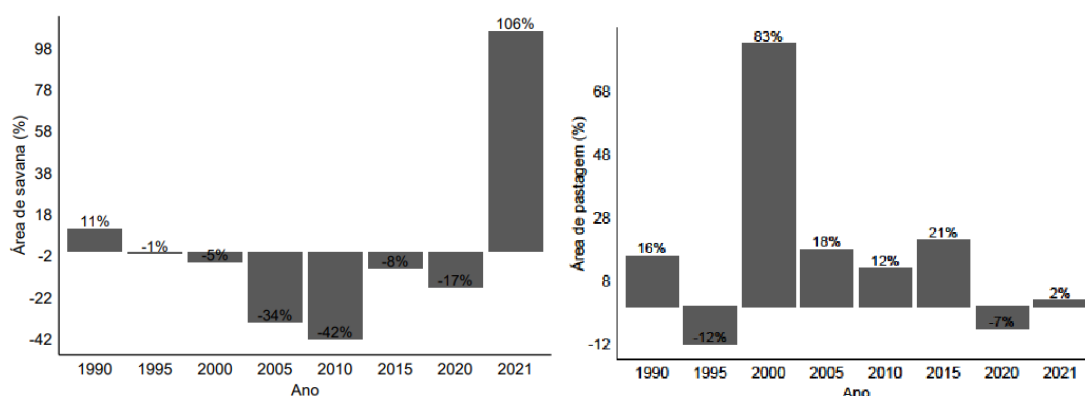
Figura 8. Incrementos relativos (ao ano anterior) em acréscimo ou decréscimo em número de cabeças de gado (Pecuária), área urbana, área alagada e área de formação florestal.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomas, Coleção 7.

A figura 9 apresenta os gráficos dos incrementos relativos (ao ano anterior) em acréscimo ou decréscimo em área de savana e área pastagem.

Figura 9. Incrementos relativos (ao ano anterior) em acréscimo ou decréscimo em área de savana e área pastagem.



Fonte: Organizados pelos autores com dados do MapBiomias, Coleção 7.

Aspecto digno de nota é o crescimento expressivo da classe savana no último ano de mapeamento do MapBiomias. Além disso, por comparação entre as figuras 8 e 9, observa-se que o ano de maior crescimento da pastagem coincide com o ano de maior decréscimo de área de floresta.

Ao longo do tempo foi observado uma queda nas áreas das classes de cobertura, Área alagada e área florestal. De acordo com Alam et al. (2020) o crescimento populacional, a urbanização e outras atividades de desenvolvimento tem se tornado os principais impulsionadores da mudança do uso e cobertura da terra. Para Liu e Yang (2015) a avaliação das mudanças no uso e cobertura da terra tornou-se uma peça central para diversas facetas do ambiente humano e natural, e a interação entre os dois.

CONCLUSÕES

Os resultados permitem concluir que as bases colaborativas apresentam dados e informações para discussões variadas sobre dinâmica socioeconômica e ambiental à escala dos municípios brasileiros. Além disso, permitiram concluir que o município de Itabuna:

- Apesar de inserido, em área de Mata Atlântica, bioma de relevante interesse ecológico, protegido por legislação específica, perdeu aproximadamente metade de sua área de vegetação para cultivo de pastagens para criação de gado bovino;
- Decorrente do ponto 1, a análise de tendência revelou que à medida que a área de formação florestal diminuiu, cresceu a área de pastagem, em ritmos muito semelhantes;
- No ano de 2000 houve inversão para o crescimento da área urbanizada e redução das áreas pantanosas. Portanto, a cidade avança sobre áreas que deveriam estar preservadas pela legislação brasileira;
- A partir de 2015 houve inversão do número de habitantes e área urbanizada, em que o número de habitantes apresenta tendência de crescimento menor que o crescimento da área urbanizada.

Além disso, é importante destacar que as mudanças aqui observadas são efetivamente capturadas pelos sensores de satélite de sensoriamento remoto com diferentes resoluções espectrais e temporais. As bases colaborativas, como é o caso do Google Earth Engine fornecem uma oportunidade para avaliar as mudanças no uso e ocupação da terra em uma determinada área em intervalos de tempo desejados. Adicionalmente, o uso dessas bases pode auxiliar em monitoramentos em cidades de pequeno e médio porte, barateando o orçamento para essas funções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, Abdulhakim Mohamed. Land cover and land use classification performance of machine learning algorithms in a boreal landscape using Sentinel-2 data. **GIScience & Remote Sensing**, v. 57, n. 1, p. 1-20, 2020.

AGUILAR, Tiago Oliveira; FIORESE, Caio Henrique Ungarato. Uso e ocupação do solo de duas sub-bacias hidrográficas no município de Domingos Martins, estado do Espírito Santo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 11, p. 1-10, 2019.

ALAM, A.; BHAT, M. S.; MAHEEN, M. Using Landsat satellite data for assessing the land use and land cover change in Kashmir valley. **GeoJournal**, 85(6), 1529-1543, 2020.

ALEKSANDROWICZ, Lukasz et al. The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. **PloS one**, v. 11, n. 11, p. e0165797, 2016.

ANDRADE, M.P.; ROCHA, L.B. De Tabocas a Itabuna : um estudo histórico-geográfico. Ilhéus, Ba : Editus, 2005.

BATISTA, Luciene Maria Torquato Cerqueira; FERRAZ, Marcelo Inácio Ferreira. Índice de atividade econômica de Ilhéus e Itabuna. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 52, n. 1, p. 107-123, 2021.

BORRELLI, P., ROBINSON, D.A., FLEISCHER, L.R. et al. An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. **Nat Commun** 8, 2013 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>

BRAZ, Adalto Moreira; DE OLIVEIRA, Ivanilton José; DE SOUZA CAVALCANTI, Lucas Costa. Mapeamento do uso e cobertura da terra no município de Mineiros (GO): uma representação a partir das fitofisionomias do Cerrado. **Ambiência, Guarapuava**, v. 15, n. 3, p. 675-694, 2019.

CARVALHO, R.; ADAMI, M.; AMARAL, S.; BEZERRA, F. G.; de Aguiar, A. P. D. Changes in secondary vegetation dynamics in a context of decreasing deforestation rates in Pará, Brazilian Amazon. **Applied Geography**, 106, 40-49, 2019.

CASTRO, Beatriz Lôzer Montanha; CABRAL, Suzana Santos; LIMA, Márcio Amorim Tolentino. Incidência e distribuição espacial dos casos de dengue na cidade de Itabuna, Bahia, no ano de 2014. **Saúde em Revista**, v. 18, n. 48, p. 51-58.

CSILLIK, Ovidiu. Fast segmentation and classification of very high resolution remote sensing data using SLIC superpixels. **Remote Sensing**, v. 9, n. 3, p. 243, 2017.

FERANEC, J.; SOUKUP, T; HAZEU, G.; JAFFRAIN, G. **European Landscape Dynamics: CORINE Land Cover Data**. 1 ed. Lond New York: CRC Press - Taylor & Francis Group, p. 367, 2016.

FERRAZ, Lorena Lima et al. Determinação da equação intensidade-duração-frequência da precipitação para a cidade de Itabuna, Bahia (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 2, 2020.

FORKUOR, Gerald et al. Landsat-8 vs. Sentinel-2: examining the added value of sentinel-2's red-edge bands to land-use and land-cover mapping in Burkina Faso. **GIScience & remote sensing**, v. 55, n. 3, p. 331-354, 2018

FUNDAÇÃO JUPARÁ. História de Itabuna. Enchente de 67 foi a maior, mas não a única. <<https://www.aregiao.com.br/art/hist/asenchentes.htm>>. Acesso em 28 de dez. 2022.

HADLEY, Wickham. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. 2016. NY: Springer-Verlag.

GAMA, Giovanna França Bispo; FARIAS, Emilly Silva; SILVA, João Batista Lopes. Alterações no uso e ocupação do solo dos municípios do extremo sul da bahia entre 1990 e 2018. **Conjecturas**, v. 22, n. 12, p. 281-294, 2022.

HASSAN, Zahra et al. Dynamics of land use and land cover change (LULCC) using geospatial techniques: a case study of Islamabad Pakistan. **SpringerPlus**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2016.

HARRIS, Richard; JARVIS, Claire. Statistics for geography and environmental science. Routledge, 2014.

HARFUCH, Leila; PALAURO, Gustavo; ZAMBIANCO, Wilson. **Análise econômica de projetos de investimentos para expansão da produção pecuária**. São Paulo, 2016.

HORA, Silmara Borges da; GOMES, Ronaldo Lima. Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. **Sociedade & Natureza**, v. 21, p. 57-75, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Itabuna. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/itabuna/panorama>.

JENERETTE, G. Darrel et al. Micro-scale urban surface temperatures are related to land-cover features and residential heat related health impacts in Phoenix, AZ USA. **Landscape ecology**, v. 31, n. 4, p. 745-760, 2016.

LAMBIN, Eric F.; GEIST, Helmut J.; LEPERS, Erika. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. **Annual review of environment and resources**, v. 28, n. 1, p. 205-241, 2003.

LIU, T.; YANG, X. Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. **Applied Geography**, 56, 42-54, 2015.

LOPES, Olandia Ferreira et al. Influence of land use on trophic state indexes in northeast Brazilian river basins. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 191, n. 2, p. 1-14, 2019.

MAPBIOMAS (2022). **MapBiomass General** “Handbook”. Collection 7. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_7_v2.pdf>.

MISHRA, Prabuddh Kumar; RAI, Aman; RAI, Suresh Chand. Land use and land cover change detection using geospatial techniques in the Sikkim Himalaya, India. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, v. 23, n. 2, p. 133-143, 2020.

MOHAJANE, Meriame et al. Land use/land cover (LULC) using landsat data series (MSS, TM, ETM+ and OLI) in Azrou Forest, in the Central Middle Atlas of Morocco. **Environments**, v. 5, n. 12, p. 131, 2018.

MONTALVÁN-BURBANO, Néstor et al. Worldwide research on land use and land cover in the Amazon Region. **Sustainability**, v. 13, n. 11, p. 6039, 2021.

NEWBOLD, Tim et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. **Nature**, v. 520, n. 7545, p. 45-50, 2015.

NKWANDA, I.S., FEYISA, G.L., ZEWGE, F. et al. Impact of land-use/land-cover dynamics on water quality in the Upper Lilongwe River basin, Malawi. **Int J Energ Water Res** 5, 193–204 (2021). <https://doi.org/10.1007/s42108-021-00125-5>.

POPP, Alexander et al. Land-use futures in the shared socio-economic pathways. **Global Environmental Change**, v. 42, p. 331-345, 2017.

QUINTAS-SORIANO, Cristina et al. Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands. **Land use policy**, v. 54, p. 534-548, 2016.

R CORE TEAM (2022). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REVELLE, W. (2022) psych: Procedures for Personality and Psychological Research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, <https://CRAN.R-project.org/package=psych> Version = 2.2.5.

RICHEY, Alexandra S. et al. Quantifying renewable groundwater stress with GRACE. *Water resources research*, v. 51, n. 7, p. 5217-5238, 2015.

SANTOS, Alex Mota; BUENO, Luis Fernando; MOREIRA, Tony Vinicius Sampaio. Dados e informações geoespaciais para análise territorial e ambiental na Amazônia Legal no Brasil. *Revista Geográfica Venezolana*, v. 56, n. 2, p. 249-267, 2015.

SANTOS, Alex Mota et al. Digital Image Classification: a Comparison of Classic Methods for Land Cover and Land Use Mapping. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 45, p. 1-10, 2022.

SANTOS, Alex Mota; NUNES, Fabrizia Gioppo. Mapeamento de cobertura e do uso da terra: críticas e autocríticas a partir de um estudo de caso na Amazônia brasileira. *Geosul*, v. 36, n. 78, p. 476-495, 2021.

SCHLEUSSNER, Carl-Friedrich et al. Differential climate impacts for policy-relevant limits to global warming: the case of 1.5 C and 2 C. *Earth system dynamics*, v. 7, n. 2, p. 327-351, 2016.

SCHMIDT, Anders Jensen; BEMVENUTI, Carlos Emílio; DIELE, Karen. Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Bol. Técn. Cient. CEPENE*, v. 19, n. 1, p. 9-25, 2013.

SILVA, Kaique Brito; SANTOS, Vanessa Paim; CAMPOS, Ana Luzia; VITA, João Paulo Santos; GANEM, Gabriel. Utilização de SIG como subsídio à identificação de usos conflitantes em áreas de preservação permanente: estudo de caso no município de Itabuna, Bahia. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA E APLICADA. 28-2 de julho de 2017. *Anais*.Campinas, São Paulo.

SONG, Xiao-Peng et al. Global land change from 1982 to 2016. *Nature*, v. 560, n. 7720, p. 639-643, 2018.

TALUKDAR, Swapan et al. Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations —A review. *Remote Sensing*, v. 12, n. 7, p. 1135, 2020.

TRINDADE, Gilmar Alves. **Aglomerção Itabuna – Ilhéus: cidade, região e rede urbana**. 361 f. (Tese de Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal de Sergipe, 2011.

VENTER, Oscar et al. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. **Nature communications**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2016.
WICKHAM H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016. ISBN 978-3-319-24277-4, <https://ggplot2.tidyverse.org>

WINKLER, K., FUCHS, R., ROUNSEVELL, M. et al. Global land use changes are four times greater than previously estimated. **Nature Communications**, 12, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22702-2>

ZANOTTA, Daniel Capella; ZORTEA, Maciel; FERREIRA, Matheus Pinheiro. A supervised approach for simultaneous segmentation and classification of remote sensing images. **ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing**, v. 142, p. 162-173, 2018.