



ÉRICO MENDES DOMINGUÊS

**ANÁLISE TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E
COBERTURA DO SOLO DE CARRANCAS E SÃO TOMÉ DAS
LETRAS, MINAS GERAIS**

**LAVRAS - MG
2023**

ÉRICO MENDES DOMINGUÊS

**ANÁLISE TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO DE
CARRANCAS E SÃO TOMÉ DAS LETRAS, MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Fausto Weimar Acerbi Junior
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

ÉRICO

**ANÁLISE TEMPORAL DAS MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO DE
CARRANCAS E SÃO TOMÉ DAS LETRAS, MINAS GERAIS**

**TEMPORAL ANALYSIS OF LAND USE AND COVER CHANGES IN CARRANCAS
AND SÃO TOMÉ DAS LETRAS, MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovada em 30 de janeiro de 2023.

Prof. Dr. Fausto Weimar Acerbi Júnior
Dr. Kalil José Viana da Páscoa
Dr. Christiany Mattioli Sarmiento

DCF/UFLA
DCF/ UFLA
Gerdau

Prof. Dr. Fausto Weimar Acerbi Junior
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

Em especial, dedico ao meu avô.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, minha gratidão a Deus por estar sempre ao meu lado, me guiando e iluminando meu caminho.

Agradeço a minha mãe, minha tia, meu tio e meus avós pelo apoio incondicional.

Estendo meus agradecimentos aos meus colegas de laboratório, curso e república pela camaradagem e amizade ao longo desta jornada.

Agradeço ao professor Fausto por tantas oportunidades e conhecimento compartilhado.

Agradeço à banca avaliadora pelo seu tempo e contribuições para o aprimoramento deste trabalho com suas opiniões e conhecimentos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Lavras pelos recursos e excelentes profissionais.

*“Os lábios da sabedoria estão fechados, exceto aos
ouvidos do entendimento.” (O Caibalion)*

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi entender como diferentes políticas de desenvolvimento territorial afetam o uso e ocupação do solo dos municípios ao longo do tempo. O estudo envolveu as cidades mineiras de Carrancas e São Tomé das Letras, que possuem características ambientais parecidas pela proximidade, mas que apresentam formas de uso de solo diferentes, principalmente pela pressão da silvicultura e mineração. Os dados utilizados neste estudo foram em intervalos de quatro anos dentro da extensão temporal mapeada pela versão 7.0 da plataforma MapBiomas, de 1985 até 2021. Os dados observados foram: Floresta, Formação natural não florestal, Agropecuária, Área não vegetada e Corpo d'água. Com os dados obtidos e analisados fica claro que as diferentes políticas de desenvolvimento territorial afetaram o uso e ocupação do solo das cidades ao longo do tempo. Ambos os municípios apresentam grandes áreas de Agropecuária e possuem o turismo e prestação de serviços como parte da geração de renda, porém em Carrancas a atividade de Silvicultura ganhou mais destaque ao longo dos anos, enquanto em São Tomé das Letras a atividade de mineração de destacou. Dados do IBGE de 2020 demonstram que nesse ano o Produto Interno Bruto Per Capta de Carrancas foi de 27.711,13 reais enquanto o de São Tomé das Letras foi de 15.920,53 reais. Apesar da dificuldade de se tirar conclusões aprofundadas sobre esse ponto somente com dados do PIB, nota-se uma tendência de que o modelo de Carrancas, com maior preservação ambiental, mesmo com os plantios de eucalipto, apresenta melhores resultados ao se pensar em sustentabilidade. Os dados obtidos pelo MapBiomas permitiram entender que Carrancas e São Tomé das Letras são municípios que apresentam semelhanças econômicas no quesito agricultura, pastagem e turismo, porém diferentes nas questões de uso do solo relacionado a silvicultura e mineração. Estudos futuros são necessários para entender mais profundamente como o uso e ocupação do solo de camadas mais detalhadas interferem no desenvolvimento econômico dos municípios.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. MapBiomas. Engenharia Florestal.

ABSTRACT

The objective of this work was to understand how different territorial development policies affect land use and occupation of municipalities over time. The study involved the cities of Carrancas and São Tomé das Letras, which have similar environmental characteristics by proximity, but different forms of land use, mainly by pressure from forestry and mining. The data used in this study were in four-year intervals within the temporal extent mapped by version 7.0 of the MapBiomias platform, from 1985 to 2021. The data observed were: Forest, Non-forested natural formation, Agriculture, Non-vegetated area and Water body. From the analyzed data it was clear that the cities present different territorial development policies that affected the use and occupation of the land over time. Both municipalities have large areas of agriculture and livestock, and tourism and services as part of income generation, but in Carrancas the forestry activity has gained more prominence over the years, while in São Tomé das Letras the mining activity stood out. IBGE data from 2020 show that the Gross Domestic Product Per Capita of Carrancas was 27,711.13 reais while that of São Tomé das Letras was 15,920.53 reais. Despite the difficulty of drawing in-depth conclusions on this point with GDP data alone, there is a tendency that the Carrancas model, with greater environmental preservation, even with eucalyptus plantations, presents better results when thinking about sustainability. The data obtained by MapBiomias allowed us to understand that Carrancas and São Tomé das Letras are municipalities that present economic similarities in terms of agriculture, grazing and tourism, but differences in land use issues related to forestry and mining. Future studies are necessary to understand more deeply how the use and occupation of the soil in more detailed layers interfere in the economic development of the municipalities.

Keywords: Remote Sensing. MapBiomias. Forest Engineering.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Carrancas e São Tomé das Letras, pertencentes ao estado de Minas Gerais.....	16
Figura 2 - Variações no uso e ocupação do solo nas cidades de Carrancas e São Tomé das Letras nos anos de 1985, 1989, 1993, 1997 e 2001.....	19
Figura 3 - Variações no uso e ocupação do solo nas cidades de Carrancas e São Tomé das Letras nos anos de 2005, 2009, 2013, 2017 e 2021.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Área ocupada por classe (ha) nos anos analisados em Carrancas.	18
Tabela 2 - Taxa de mudança (ha) das classes entre os anos em Carrancas.	18
Tabela 3 - Evolução a área (ha) dos plantios de eucalipto em Carrancas.	21
Tabela 4 - Área ocupada por classe (ha) nos anos analisados em São Tomé das Letras. ...	22
Tabela 5 - Taxa de mudança (ha) das classes entre os anos em São Tomé das Letras. ...	22
Tabela 6 - Uso e ocupação do solo das atividades pastagem, agricultura e silvicultura na cidade de São Tomé das Letras.	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	12
2.2 SENSORIAMENTO REMOTO.....	12
2.3 ANÁLISE TEMPORAL.....	13
2.4 GOOGLE EARTH ENGINE	13
2.5 MAPBIOMAS.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	15
3.2 COLETA DOS DADOS	17
3.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5 CONCLUSÃO.....	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

As mudanças no uso e na ocupação do solo causadas pelas atividades humanas têm causado grandes impactos nas paisagens. Esses impactos podem ser mitigados através do gerenciamento do uso e da cobertura do solo utilizando dados espaço-temporais das transformações ocorridas na paisagem (COELHO et al., 2014).

Neste sentido, diversos trabalhos demonstram a eficácia de se utilizar os dados do MapBiomas para análises temporais com as mais diversas finalidades. Ribeiro (2022) utilizou esse recurso para avaliar o avanço do desmatamento no município de Bragança-PA (Pará) e pode concluir que durante o período de análise deste estudo, de 2008 a 2019, poucas áreas foram desmatadas. Da mesma forma, Verçosa et al. (2021) analisaram áreas que englobam o bioma Mata Atlântica and Ferraz (2020) analisou a evolução temporal da cobertura do solo e dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Correntina, utilizando os produtos do projeto MapBiomas para identificar tendências. O objetivo foi fornecer informações para discussões sobre as mudanças na paisagem e sua relação com a diminuição da disponibilidade de recursos hídricos na região. Os estudos de Moreira e Faria (2019) e Gasparini et al. (2013) utilizaram dados de satélites para analisar a evolução do uso e ocupação do solo em diferentes regiões do Brasil. Moreira e Faria utilizaram imagens dos satélites Landsat 5 e 8 para analisar a bacia do Ribeirão do Lipa, em Cuiabá-MT. Gasparini et al. usaram imagens do satélite CBERS2 para identificar conflitos de uso da terra em Seropédica-RJ. Já Gomes et al. (2017) utilizaram dados do projeto MapBiomas para analisar o uso e cobertura do solo em Petrolândia, no sertão de Pernambuco.

Carrancas, localizada no sul de Minas Gerais, é um destino turístico importante no estado devido à presença de cachoeiras, poços, cavernas e paisagens montanhosas. No entanto, vale destacar que nos últimos anos, principalmente a partir de 2005, a paisagem do município vem sofrendo alterações, com o surgimento de grandes plantios de eucalipto (MOURA e ZAIDEN, 2017). A principal atividade econômica do município se relaciona a agropecuária e turismo (IBGE, 2020).

São Tomé das Letras, por sua vez, é um município localizado na região sul de Minas Gerais, no oeste da Serra da Mantiqueira. A economia do município baseia-se basicamente em três atividades: extração mineral, que emprega até 70% da população ativa, agricultura e turismo (DESCHAMPS et al., 2002) por estar localizado em um complexo mineralógico quartzito (pedra Tomé) e possui patrimônio histórico que remonta ao século XVIII (D'AURIA,

2000), além de belezas naturais. Apesar de ambas as cidades terem foco turístico, São Tomé das Letras sofre maior pressão ambiental devido a extração de quartzito.

Portanto, o objetivo geral desse trabalho foi realizar uma análise temporal do uso e ocupação do solo em Carrancas em comparação com a cidade de São Tomé das letras. Como objetivos específicos buscou-se entender como as políticas de desenvolvimento territorial diferentes dos municípios afetam o uso e ocupação do solo ao longo do tempo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uso e ocupação do solo

Entender a relação entre a ocupação urbana e a degradação ambiental é crucial para prever e evitar impactos futuros, tais como alagamentos, perda de potencial de produção de alimentos, poluição do ar e solo, e danos irreversíveis à fauna e flora. Conhecer as vulnerabilidades significa compreender a susceptibilidade e/ou a resistência dessas áreas às pressões externas, a fim de identificar locais com maior risco de impactos (MOURA et al., 2010).

O planejamento adequado para o uso da terra é essencial para evitar danos à natureza. A utilização de geotecnologias está ajudando na tomada de decisões para o diagnóstico ambiental, permitindo a recuperação e conservação dos recursos naturais. Estudos recentes enfatizam que o planejamento dessas áreas é fundamental, pois facilita a localização das áreas protegidas por lei, e permite a obtenção de imagens precisas e conservadoras do uso do solo, contribuindo para a ampliação das atividades agropecuárias e para ações ambientais preventivas e mitigadoras (SOUZA, 2020).

2.2 Sensoriamento remoto

As geotecnologias, como o Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informações Geográficas e GPS, são consideradas como ferramentas fundamentais para análises ambientais. Elas consistem em um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informações georreferenciadas (MENGATO JUNIOR e SILVA, 2017) e são fundamentais na produção de mapas, que são uma ferramenta-chave para planejamento técnico-científico e tomada de decisão sobre o uso consciente da biodiversidade e cobertura vegetal em diferentes unidades territoriais (FERREIRA et al., 2016). Além disso, as

geotecnologias proporcionam maior agilidade, versatilidade, economia e rapidez na propagação das informações (MENGATO JUNIOR e SILVA, 2017).

De acordo com Jensen e Epiphanyo (2009), o sensoriamento remoto é a ciência de obter informações sobre um objeto sem contato físico direto com ele. A ausência do contato físico amplia as possibilidades de aplicação do sensoriamento remoto, permitindo medir e monitorar características biofísicas e de atividades antrópicas. Dentre elas, destacam-se as relacionadas às mudanças nos padrões de uso do solo, que são uma fonte rica de dados e informações.

O Sensoriamento Remoto proporciona uma grande oportunidade para compreender a fenologia da vegetação em diferentes escalas e fornecer informações detalhadas para o esverdeamento urbano direcionado nas residências e nas ruas. É uma excelente ferramenta de comunicação para autoridades de planejamento local (CERQUEIRA et al., 2021).

2.3 Análise temporal

As mudanças no uso e na ocupação do solo causadas pelas atividades humanas têm causado grandes impactos nas paisagens. Esses impactos podem ser mitigados através do gerenciamento do uso e da cobertura do solo utilizando dados espaço-temporais das transformações ocorridas na paisagem (COELHO et al., 2014).

As paisagens são entendidas como resultado da interação entre seus elementos naturais formadores e suas constantes mudanças, influenciadas ou não pelas intervenções humanas. Nesta perspectiva, é crucial compreender o histórico de ações/intervenções humanas sobre a superfície terrestre, já que muitas das modificações ocorridas no passado afetam processos atuais e têm uma função fundamental na organização do espaço geográfico (SEABRA e CRUZ, 2013). O estudo da evolução da cobertura do solo é fundamental para o planejamento e gestão ambiental, pois permite compreender os processos de mudança no espaço geográfico e os impactos dessas ações no local (ALVES et al., 2019).

As análises das mudanças no território ao longo do tempo beneficiam-se dos avanços tecnológicos nas áreas espaciais, especialmente no sensoriamento remoto. Na literatura específica, há uma tendência crescente de utilizar geotecnologias para análise temporal de ambientes (GASPARINI et al., 2013; GOMES et al., 2017; MOREIRA e FARIA, 2019; FERRAZ, 2020; VERÇOSA et al., 2021; RIBEIRO, 2022).

2.4 Google earth engine

O Google Earth Engine (GEE) é uma plataforma de processamento geoespacial baseada em nuvem para monitoramento e análise ambiental em larga escala (*Google Earth Engine, 2023*).

Segundo Taurion (2009), a ferramenta é classificada como um modelo de PaaS (*Plataform as a Service*), que surge como uma facilidade para desenvolvimento, execução e gerenciamento das aplicações.

Mesmo sendo um projeto recente, o GEE se mostra muito presente em diversos temas de pesquisas científicas, além de ser o motor analítico do projeto Mapbiomas.

A alta capacidade de armazenamento e processamento de dados, a possibilidade de utilizar uma biblioteca rica em funções, além de proporcionar o suporte a linguagens de programação como *JavaScript* e *Python*, possibilita o processamento de dados em escala global (GORELICK et al., 2017).

2.5 Mapbiomas

MapBiomas é uma iniciativa que visa gerar mapas anuais de cobertura da terra usando imagens de satélite Landsat e algoritmos de aprendizado de máquina no GEE. Os mapas de cobertura da terra e os algoritmos utilizados estão disponíveis ao público. A iniciativa é um esforço colaborativo de equipes de universidades, ONGs, empresas de tecnologia e startups, com foco em incorporar o conhecimento local para melhorar os resultados. Iniciado inicialmente no Brasil, o MapBiomas se expandiu para mapear a cobertura da terra e as mudanças ao longo do tempo em vários biomas (BAEZA et al., 2022).

De acordo com o site oficial (MAPBIOMAS, 2023), as classes de nível 1 são descritas da seguinte forma:

- Formação Florestal: Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional SemiDecidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
- Formação natural não florestal: Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas. Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.
- Agropecuária: Pastagem, agricultura, silvicultura e áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.

- Área não vegetada: Áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e edificações, mineração e áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
- Corpo d'água: Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estado de Minas Gerais abriga um trecho do circuito turístico "Instituto Estrada Real". Essa rota abrange 1.400 km por 177 municípios nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro (ESTRADA REAL, 2005). Dentre esses, se encontram Carrancas e São Tomé das Letras, que possuem características ambientais parecidas pela proximidade, mas que apresentam formas de uso de solo diferentes, principalmente pela pressão da silvicultura e mineração (Figura 1).

O município de Carrancas, localizado na região sul de Minas Gerais possui atrativos históricos e culturais, a cidade possui belezas naturais e potencial para o ecoturismo. A promoção deste local aumentou significativamente a visitação. Carrancas oferece uma variedade de atrações naturais, incluindo cachoeiras, cavernas, cânions e muito mais. No entanto, observou-se que o município tem sofrido impactos ambientais, principalmente devido às atividades de ecoturismo (ANDRETTA et al., 2008).

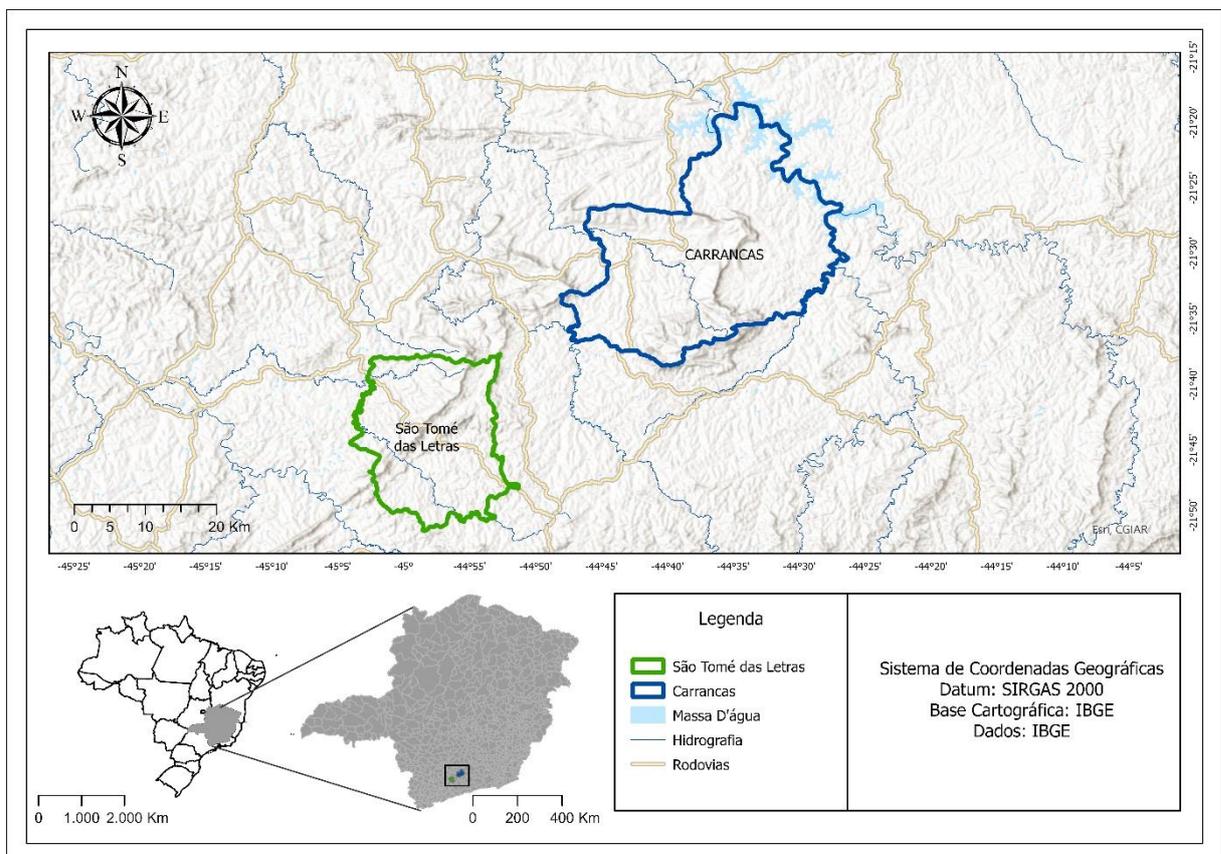
Carrancas é um município situado na região sul de Minas Gerais, Brasil, dentro da mesorregião dos Campos das Vertentes. O clima é tropical de altitude (Cwb de acordo com a classificação de Köppen), com verões amenos e úmidos e invernos secos, com temperatura média anual de 17,5°C e precipitação anual de 1.632 mm (ALVARES et al., 2013). A economia de Carrancas é mantida pela agropecuária seguida pela atratividade turística que aumenta a demanda por serviços na cidade (ANDRADE et al., 2021).

São Tomé das Letras é um município localizado na região sul de Minas Gerais, no oeste da Serra da Mantiqueira, na bacia do Rio Grande, e a 336 km de Belo Horizonte. Com uma população de 6.655 habitantes (IBGE, 2011), possui altitude média de 1.290m, abrangendo uma área de 398 km². Faz divisa com os municípios de Três Corações, Candeeiros, Conceição do Rio Verde, Baependi e São Bento do Abade. A economia do município baseia-se basicamente em três atividades: extração mineral, que emprega até 70% da população ativa, agricultura e turismo (DESCHAMPS et al., 2002) por estar localizado em um complexo mineralógico

quartzítico (pedra tomé) e possui patrimônio histórico que remonta ao século XVIII (D'AURIA, 2000), além de belezas naturais. A principal atividade econômica atualmente é a mineração de quartzito, que vem causando intensa e evidente degradação ambiental, incluindo mudanças na topografia devido a rejeitos e estéril (CHIODI, 2003).

A vegetação da região de São Tomé das Letras é uma área de transição entre as florestas semidecíduas do sudeste e sul do país e o cerrado do Brasil Central, com formações gramíneas como o campo sujo e o campo limpo, além de importantes campos e cerrado rupestre, formação vegetal que cresce em solo litólico, caracterizada por espécies arbustivas encontradas em outras formações savânicas (RIBEIRO e WALTER, 2008). Em geral, a cobertura vegetal da região do Alto Rio Grande está agora reduzida a fragmentos de florestas, cerrado e campos, com a maioria apresentando sinais de perturbação por fogo, pecuária ou extração seletiva de madeira para fins múltiplos (OLIVEIRA-FILHO et al., 1994).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo, município de Carrancas e São Tomé das Letras, pertencentes ao estado de Minas Gerais.



Fonte: do autor (2023).

3.2 Coleta dos dados

Os dados de cobertura do solo para este estudo foram obtidos a partir da versão 7.0 da plataforma MapBiomas (SOUZA JUNIOR et al., 2020), que oferece mapas de cobertura anual e informações de uso da terra de 1985 a 2021. Os dados utilizados neste estudo foram em intervalos de quatro anos dentro da extensão temporal mapeada pelo MapBiomas, de 1985 até 2021. Os dados observados foram: Floresta, Formação natural não florestal, Agropecuária, Área não vegetada e Corpo d'água. Quando necessário, as classes Agropecuária e Área não vegetada foram subdivididas em pastagem, agricultura, silvicultura e mineração.

3.3 Análise dos dados

Os dados da classificação do uso do solo foram obtidos através do download da classificação em nível nacional para todos os anos no período de 1985 até 2021 pelo *Google Earth Engine*.

Após o download, foi realizado o recorte da classificação para os municípios de interesse utilizando a ferramenta *Clip Raster* do toolkit *DataManagement Tools*. Com as imagens já recortas para as áreas de interesse, foi necessário reclassificar os valores de pixel da classificação para um nível 1 de detalhes do MapBiomas. A reclassificação foi realizada utilizando a ferramenta *Reclassify* do toolkit *Spatial Analyt Tools* do Arcpro.

Todos os procedimentos realizados no Arcpro foram realizados utilizando a função *Batch*, que permite executar as ferramentas em lotes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores encontrados e os tipos de uso e ocupação do solo para Carrancas e São Tomé das Letras, nos anos de 1985, 1989, 1993, 1997, 2001, 2005, 2009, 2013, 2017 e 2021 estão detalhados nas Tabelas 1 e 3. As Tabelas 2 e 5 demonstram a taxa de mudança das classes em seus respectivos anos de análise.

As Figuras 2 e 3 ilustram variações no uso e ocupação do solo nas cidades de Carrancas e São Tomé das Letras nos anos estudados.

Tabela 1 - Área ocupada por classe (ha) nos anos analisados em Carrancas.

Anos	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água
1985	8503,71	11648,23	48911,55	844,05	2878,14
1989	8132,19	16876,58	44602,42	246,05	2931,09
1993	7954,33	18436,00	43242,40	276,73	2874,98
1997	8496,38	17863,54	43388,11	238,38	2800,11
2001	8717,24	19034,35	42086,02	235,79	2712,36
2005	8920,71	20237,51	40617,06	286,02	2721,96
2009	9342,16	20969,75	39435,61	314,02	2721,46
2013	10130,03	20224,87	39502,12	187,77	2728,30
2017	10524,56	19238,58	40212,25	186,86	2606,50
2021	10640,04	17268,22	41990,29	341,51	2528,19

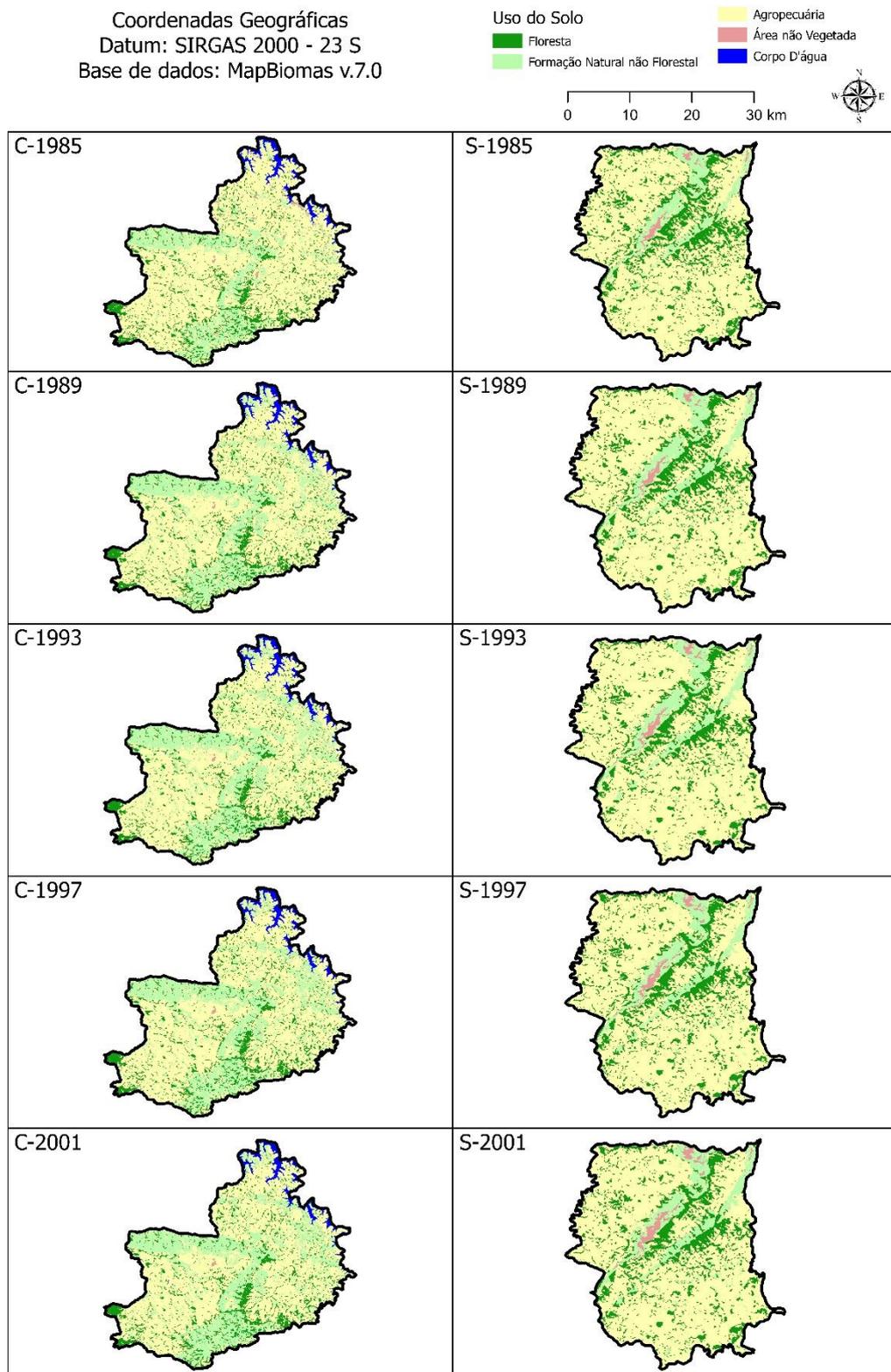
Fonte: MapBiomias (2023).

Tabela 2 - Taxa de mudança (ha) das classes entre os anos em Carrancas.

Anos	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água
1985-1989	-371,51	5228,35	-4309,13	-598,00	52,95
1989-1993	-177,86	1559,42	-1360,03	30,67	-56,11
1993-1997	542,05	-572,46	145,71	-38,35	-74,87
1997-2001	220,86	1170,81	-1302,09	-2,59	-87,74
2001-2005	203,47	1203,16	-1468,96	50,23	9,60
2005-2009	421,45	732,24	-1181,44	28,00	-0,50
2009-2013	787,87	-744,88	66,50	-126,25	6,84
2013-2017	394,54	-986,29	710,13	-0,91	-121,80
2017-2021	115,47	-1970,36	1778,05	154,65	-78,31

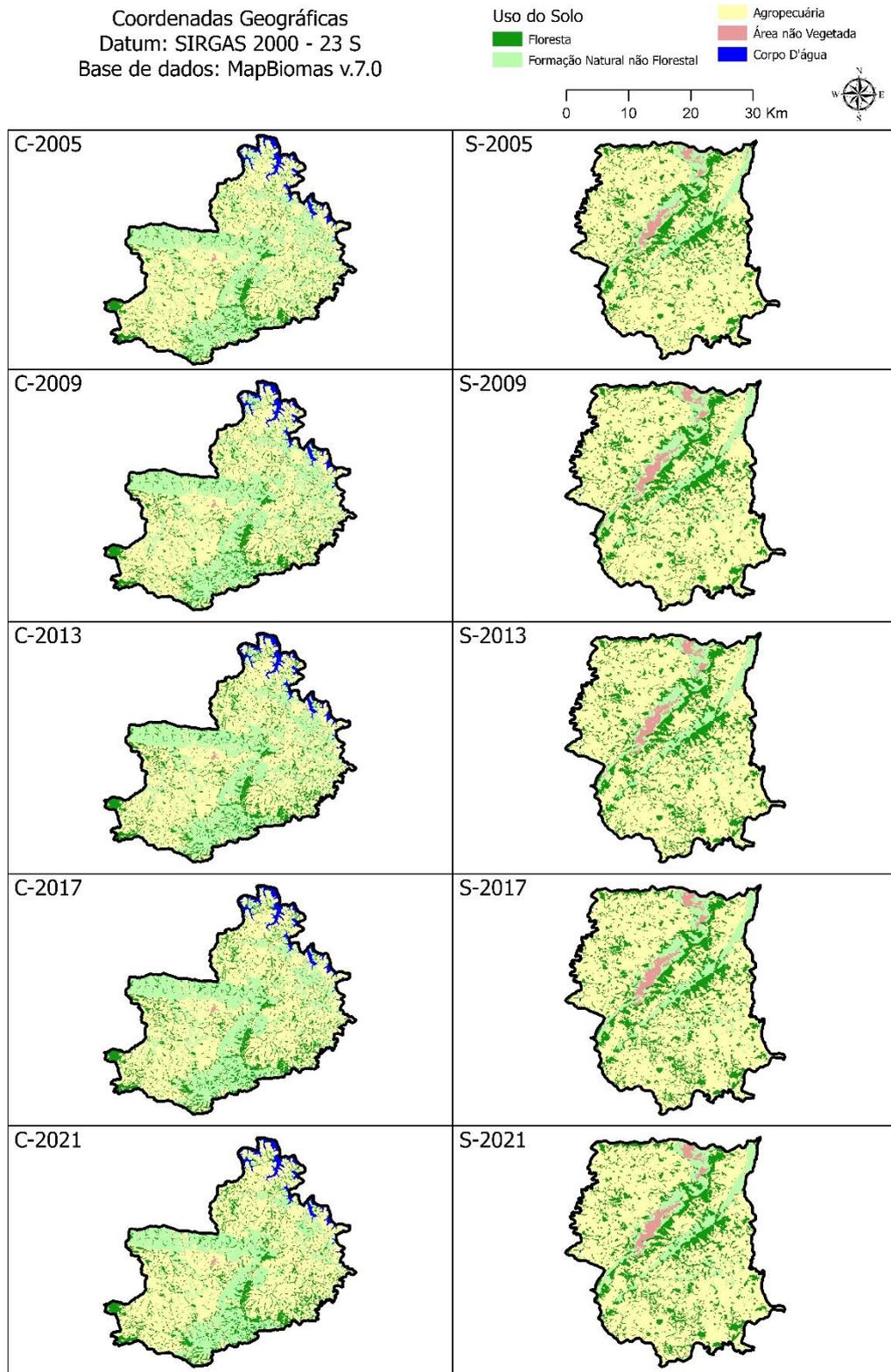
Fonte: do autor (2023).

Figura 2 - Variações no uso e ocupação do solo nas cidades de Carrancas e São Tomé das Letras nos anos de 1985, 1989, 1993, 1997 e 2001.



Fonte: do autor (2023).

Figura 3 - Variações no uso e ocupação do solo nas cidades de Carrancas e São Tomé das Letras nos anos de 2005, 2009, 2013, 2017 e 2021.



Fonte: do autor (2023).

A Tabela 1 apresenta dados de cobertura do solo da cidade de Carrancas para as cinco classes estudadas. É possível observar que para a classe Floresta há um incremento contínuo e gradual entre os anos estudados, que se consolida com um aumento de aproximadamente 20% em 2021 com relação a 1985. Ao se comparar as Tabelas 1 e 4 pode-se notar que Carrancas apresenta área de floresta nativa bem superior a São Tomé das Letras.

A Tabela 3 mostra isoladamente os dados de Silvicultura obtidos pelo MapBiomias para a cidade de Carrancas, que estão dentro da classe Agropecuária na Tabela 1.

Tabela 3 - Evolução a área (ha) dos plantios de eucalipto em Carrancas.

Classe (ha)	1985	1989	1993	1997	2001	2005	2009	2013	2017	2021
Silvicultura	1	0	6	8	11	15	1628	2706	3540	3562

Fonte: MapBiomias (2023).

Pode-se observar que até o ano de 2005 praticamente não haviam áreas de plantio de eucalipto no município, havendo um grande aumento a partir desse ano. Andrade et al. (2021) confirmam essa tendência de crescimento ao identificar e analisar a evolução da área plantada de silvicultura em Carrancas no período de 2005, 2008, 2013 e 2015. Em 2005 os autores observaram que quase não existiam plantações de eucalipto em Carrancas, logo os 40617 hectares da classe Agropecuária identificadas pelo MapBiomias para esse ano possivelmente eram de pastagens e agricultura somente. Ainda nesse trabalho, em 2008 os autores destacam que já foi possível observar o aparecimento de duas grandes áreas de silvicultura, com um aumento de 2327,4% em relação ao ano de 2005. Esse aumento também justifica o crescimento da Silvicultura em Carrancas entre os anos de 2005 e 2009 demonstrados pelos dados coletados no MapBiomias, onde em 2009 já é possível observar uma grande expansão da silvicultura em todo o município (ANDRADE et al., 2021). Em 2021 a área de eucalipto em Carrancas já estava em 3562 hectares, ocupando cerca de 9% da classe Agropecuária, o que indica um avanço na silvicultura como plano econômico do município.

Já para a classe de formação natural não florestal, observa-se um aumento constante entre 1985 e 2005, chegando à faixa de 20.000 hectares, que se mantém até o ano de 2013. A partir desse ano, nota-se um decréscimo, que resulta em uma perda de aproximadamente 14% em 2021, em relação a 2013. Essa queda pode ser explicada pelo crescente uso de áreas com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade para plantios de eucaliptos (ANDRADE et al., 2021).

Apesar do crescimento das áreas de Silvicultura, a classe Agropecuária se manteve praticamente constante durante os anos estudados, o que demonstra que as atividades agricultura e pastagem se mantiveram constantes ou reduziram em área de ocupação e uso do solo. As áreas não vegetadas também se mantiveram constantes, mesmo com o pequeno crescimento da cidade, possivelmente por um ajuste ao longo dos anos do software para caracterizar melhor pastagens degradadas, bancos de areia nas bordas do rio e solo exposto, distribuindo para suas devidas classes, além de que a cidade não possui mineração. Também não foram observadas mudanças significativas na área de corpos d'água no município.

Já em São Tomé das Letras, como mostrado nas Tabelas 4 e 5, as áreas de florestas e de formação natural não florestal se mantiveram constantes ao longo dos anos estudados. As áreas de Agropecuária também não apresentaram mudanças significativas em área.

Tabela 4 - Área ocupada por classe (ha) nos anos analisados em São Tomé das Letras.

Anos	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água
1985	6785,40	2903,64	26866,85	418,68	0,67
1989	6079,00	3313,49	27169,74	412,44	0,67
1993	5879,18	3332,03	27314,39	449,06	0,67
1997	6442,32	3339,08	26654,41	538,60	0,92
2001	6443,80	3444,90	26415,88	668,92	1,83
2005	6652,97	3373,64	26143,57	799,91	5,24
2009	6873,26	3272,77	25945,34	877,13	6,82
2013	7144,19	3402,38	25510,20	912,83	5,24
2017	7251,38	3508,28	25287,10	922,73	5,08
2021	7189,76	3532,01	25321,76	925,07	6,07

Fonte: MapBiomias (2023).

Tabela 5 - Taxa de mudança (ha) das classes entre os anos em São Tomé das Letras.

Anos	Floresta	Formação natural não florestal	Agropecuária	Área não vegetada	Corpo d'água
1985-1989	-706,40	409,84	302,88	-6,24	0,00
1989-1993	-199,82	18,55	144,66	36,62	0,00
1993-1997	563,15	7,05	-659,99	89,55	0,25
1997-2001	1,47	105,82	-238,52	130,31	0,92
2001-2005	209,17	-71,26	-272,31	130,99	3,41
2005-2009	220,30	-100,87	-198,23	77,22	1,58
2009-2013	270,92	129,60	-435,14	35,70	-1,58
2013-2017	107,20	105,91	-223,09	9,91	-0,17
2017-2021	-61,63	23,72	34,66	2,33	1,00

Fonte: do autor (2023).

As atividades pastagem, agricultura e silvicultura, que fazem parte da classe Agropecuária, isoladamente apresentaram alterações em área durante os anos analisados, como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Uso e ocupação do solo das atividades pastagem, agricultura e silvicultura na cidade de São Tomé das Letras.

Classe	1985	1989	1993	1997	2001	2005	2009	2013	2017	2021
Pastagem	22070	22217	24045	2219 5	21514	20520	2032 7	18965	1762 3	1775 6
Agricultura	713	698	411	433	605	793	1041	1235	1542	1757
Silvicultura	4	0	0	0	9	5	322	637	787	825
Mineração	162	233	294	369	467	610	719	767	790	799

Fonte: MapBiomias (2023).

Pode-se observar uma redução das áreas de pastagem de 19% no ano de 2021 em relação ao ano de 1985, indicando a mudança da atividade para áreas de silvicultura e mineração, que praticamente dobraram de área no mesmo período, conforme mostra a Tabela 6. Sabe-se que a cidade faz parte de um complexo mineralógico de quartzito, conhecido como pedra São Tomé, uma rocha metamórfica que contém de 70 a 95% de quartzo em sua estrutura, usada no revestimento de pisos e paredes (FERNANDES et al., 2002; MARQUES-NETO, 2008). É notável que desde 1985 a mineração ganhou força na economia da cidade, ocupando quase 800 hectares em 2021.

Com os dados obtidos e analisados fica claro que as cidades apresentam políticas de desenvolvimento territorial diferentes que afetaram o uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Ambos os municípios apresentam grandes áreas de Agropecuária e possuem o turismo e prestação de serviços como parte da geração de renda, porém em Carrancas a atividade de Silvicultura ganhou mais destaque ao longo dos anos, enquanto em São Tomé das Letras a atividade de mineração de destacou.

Dados do IBGE de 2020 demonstram que o Produto Interno Bruto Per Capta de Carrancas foi de 27.711,13 reais enquanto o de São Tomé das Letras foi de 15.920,53 reais. Apesar da dificuldade de se tirar conclusões aprofundadas sobre esse ponto somente com dados do PIB, nota-se uma tendência de que o modelo de Carrancas, com maior preservação ambiental, mesmo com os plantios de eucalipto, apresenta melhores resultados ao se pensar em sustentabilidade.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se a partir deste estudo que a análise de dados pretéritos, ou seja, o conhecimento do histórico de uso e ocupação dos municípios é a forma mais eficaz de entender o presente uso e ocupação desses territórios, e, com isso, tentar redirecionar estratégias para o futuro.

Os dados obtidos pelo MapBiomas permitiram entender que Carrancas e São Tomé das Letras são municípios que apresentam semelhanças econômicas no quesito agricultura, pastagem e turismo, porém diferenças nas questões de uso e ocupação do solo, principalmente relacionados a silvicultura e mineração.

Estudos mais detalhados são necessários para entender mais profundamente como o uso e ocupação do solo de camadas mais detalhadas interferem no desenvolvimento econômico dos municípios.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A. et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 1 dez. 2013.
- ALVES, W. S. et al. Análise do uso da terra, da cobertura vegetal e da morfometria da bacia do Ribeirão Douradinho, no sudoeste de Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 03, p. 1093-1113, 2019.
- ANDRADE, N. G. et al. (Dissertação de mestrado) **A eucaliptização da capital catarinense da agroecologia: uma análise da expansão dos monocultivos de eucaliptos em Santa Rosa de Lima no sul do Brasil**. 2021.
- ANDRETTA, V. et al. Impactos ambientais e perfil dos visitantes no Complexo da Cachoeira da Fumaça em Carrancas/MG. *Caderno Virtual de Turismo*, v. 8, n. 1, 2008.
- BAEZA, S. et al. Two decades of land cover mapping in the Río de la Plata grassland region: The MapBiomias Pampa initiative. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 28, p. 100834, 2022.
- BRITO, J. L. S.; PRUDENTE, T. D. Análise temporal do uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia-MG, utilizando imagens ETM+/Landsat 7. *Sociedade & Natureza*, v. 17, n. 32, p. 37-46, 2005.
- CERQUEIRA, M. A. et al. Análise temporal por sensoriamento remoto da supressão de vegetação nativa em vales na cidade de Maceió, Brasil. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 7, n. 1, p. 12151-01-11e, 2021.
- CHIODI, D. K. Os quartzitos de São Tomé das Letras, Minas Gerais: principais demandas para o desenvolvimento sustentável da atividade produtiva. **São Paulo: ABIROCHAS**, 2003.
- COELHO, V. H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, p. 64-72, 2014.
- D'AURIA, C. A. (Dissertação de mestrado) **São Tomé das Letras na encruzilhada das fontes, dos tempos e dos saberes: um estudo sobre etnografia e historicidade com registros audiovisuais**. UNICAMP. 2000.
- DESCHAMPS, E. et al. Controle ambiental na mineração de Quartzito São Tomé. **Belo Horizonte: Projeto Minas Ambiente**, v. 1, p. 201, 2002.
- FERNANDES, T. M. G. (Tese de doutorado) **Caracterização petrográfica, química e tecnológica dos quartzitos do centro produtor de São Thomé das Letras no sudoeste do estado de Minas Gerais**. UNESP. 2002.
- FERRAZ, L. L. et al. Análise temporal do uso do solo e recursos hídricos em uma sub-bacia do trecho médio do São Francisco. **III Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**, 2020.

FERREIRA, J. O. et al. Produção de mel nos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, em Mato Grosso, no período de 2002 a 2011. **Desenvolvimento E Meio Ambiente**, v. 39, 2016.

GASPARINI, K. A. C. et al. Técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas na identificação de conflitos do uso da terra em Seropédica-RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 296-306, 2013.

GOMES, S. O. et al. Uso e cobertura dos solos de Petrolândia utilizando MAPBIOMAS. In: **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e do XXVI Expositiva, Rio de Janeiro, RJ**, p. 805-808, 2017.

GOOGLE EARTH ENGINE. **JavaScript and Python Guides**. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine>. Acesso em: janeiro de 2023.

TAURION, C. **Cloud Computing: computação em nuvem: transformando o mundo da tecnologia da informação**. Rio de Janeiro: Ed. Brasport, 2009

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18–27, 1 dez. 2017

GOOGLE EARTH ENGINE. **Método image.remap()**. Disponível em: <https://developers.google.com/earth-engine/apidocs/ee-image-remap>. Acesso em: janeiro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA; ESTATÍSTICA. COORDENAÇÃO DE CONTAS NACIONAIS. **Produto interno bruto dos municípios**. IBGE, 2020.

JENSEN, J. R.; EPIPHANIO, J. C. N. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese Editora, 2009.

LOPES, R. M. F. et al. O que pensam as lideranças de São Tomé das Letras sobre as questões ambientais do município? **Revista Monografias Ambientais**, p. 2326-2359, 2013.

MAPBIOMAS. **Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023. 2023a.

MAPBIOMAS. **Legenda da coleção 6: Descrição detalhada**. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/brasil/collection-6/lclu/downloads/legenda-colecao-6-descricao-detalhada.pdf>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023b.

MAXWELL, S. K.; SYLVESTER, K. M. Identification of “ever-cropped” land (1984–2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. **Remote sensing of environment**, v. 121, p. 186-195, 2012.

MENGATTO JUNIOR, E. A.; SILVA, J.; OLIVEIRA, R. C. Geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial. **Anais e Proceedings de eventos**, Embrapa Agricultura Digital, 2017.

- MOREIRA, J. S.; FARIA, T. O. Evolução Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Ribeirão do Lipa, Cuiabá-MT. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 4, p. 163-171, 2019.
- MOURA, A. B. A. P.; ZAIDAN, R. T. Análise multitemporal e possíveis impactos da expansão da silvicultura de eucalipto no município de Carrancas–MG, um estudo para os anos de 2005, 2008, 2013 e 2015/Analysis multitemporal and possible impacts of the expansion of forestry (...). **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 48, p. 142-155, 2017.
- MOURA, S. R. F. et al. Mapeamento e Análise da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Mossoró. **Seminário Nacional de Governança Urbana e Desenvolvimento Metropolitano. Natal–RN, Brasil**, 2010.
- NETO, R. M. Evolução de caverna em quartzito e processos cársticos em São Thomé das Letras-MG: contribuição ao estudo de sistemas cársticos em rochas silicáticas. **Geosul**, v. 23, n. 45, p. 105-122, 2008.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. et al. Comparison of the woody flora and soils of six areas of montane semideciduous forest in southern Minas Gerais, Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 51, n. 3, p. 355-389, 1994.
- PONZONI, F. J. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: diagnosticando a mata atlântica. **São José dos Campos, Brasil: INPE**, 2002.
- RIBEIRO, F. O. O uso do MapBiomas na análise de perda de vegetação natural e apoio a Legislação Florestal atual em Bragança (Pará). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, 2022.
- RIBEIRO, J. F; WALTER, Bruno Machado Teles. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. **Cerrado: ecologia e flora**, v. 1, p. 151-212, 2008.
- SEABRA, V. S.; CRUZ, C. M. Mapeamento da dinâmica da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Rio São João, RJ. **Sociedade & Natureza**, v. 25, p. 411-426, 2013.
- SOUZA JUNIOR, 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.
- SOUZA, C.; AZEVEDO, T. MapBiomas general handbook. **MapBiomas: São Paulo, Brazil**, p. 1-23, 2017.
- SOUZA, T. L. (Dissertação de mestrado) **SIG aplicado na área de conflito e uso do solo em APP, em função da hidrologia do Ribeirão da Água da Leopoldina Bauru (SP)**. UNESP. 2020.
- VERÇOSA, J. P. S. et al. Uso de sensoriamento remoto e de dados oriundos do projeto mapbiomas para análise do desmatamento no município de Rio Largo/AL. **Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza**, v. 1, 2021.