



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL  
E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ITABIRITO/MG**

**Rafael Amaral Cunha**

**Belo Horizonte**

**2023**

**Rafael Amaral Cunha**

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL  
E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ITABIRITO/MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. Dsc. Daniel Brianezi

Belo Horizonte

2023

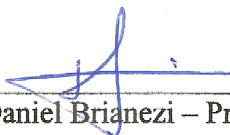
**RAFAEL AMARAL CUNHA**

**ANÁLISE DA VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA FLORESTAL  
E USO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE ITABIRITO/MG**

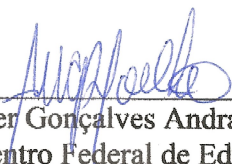
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 26 de junho de 2023

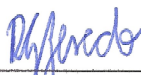
Banca examinadora:



Daniel Brianezi – Presidente da Banca Examinadora  
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG –  
Orientador



Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho  
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG



Ricardo José Gontijo Azevedo  
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela minha vida, pela minha saúde, por me iluminar todos os dias, e a Nossa Senhora, por guiar meus passos para essa conquista, ao final desse árduo ciclo.

Agradeço aos meus pais, Nelson e Marilene, por serem minha base, por acreditarem em mim, sempre me apoiando nas minhas mais difíceis decisões, pela boa educação que tive, e por todos os ensinamentos que me passaram. Amo vocês!

Agradeço aos meus queridos tios, primos, padrinhos, afilhadas, pelos incentivos e pelo carinho comigo durante toda a jornada! À minha querida amiga Malu, que me ajudou desde o início do curso, à Rosa e toda sua família, pelo grande apreço por mim! Aos meus avós, Duique (*in memoriam*), Antônio (*in memoriam*), e Maria (*in memoriam*), que ao longo dessa caminhada, partiram desse plano, mas nunca da minha memória, e tenho certeza que estão felizes com minha vitória!

Agradeço ao meu Orientador, professor Daniel Brianezi, por acreditar no meu potencial quando eu mais precisei, por cada conversa, e por toda atenção que me deu ao longo desses dois anos intensos da minha vida. Aos demais professores do curso, em especial, Carrusca, Leonel, Carlos, Ricardo, Fred, André, Basílio, Matusalem, e Adriana, que contribuíram para a minha permanência no curso, tornando a trajetória mais leve e rica em conhecimento!

Aos meus lindos e adoráveis amigos que o CEFET me deu: Carol, Isa, Julinha, Japa, Gira, Laura, Tiago, Fabio, Emanu, por compartilharem as risadas e choros, pelas divertidas conversas, por toda ajuda que me forneceram, enfim, por cada “Aaaa Rafaelllll” falado! Ao Nicolas, Luisa e Karol, pelo suporte essencial que me deram no ano passado. Sentirei saudades das caminhadas matinais pelos corredores do CEFET!

E por fim, aos meus amigos, do Semente, do EJC e da vida, obrigado pela paciência, principalmente nesse último semestre, e por tornarem meus dias mais alegres!

## RESUMO

CUNHA, R. A. **Análise da variação espaço-temporal da cobertura florestal e uso do solo do município de Itabirito/MG.** 2023. 73 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Frente à concepção dos impactos sociais, econômicos, e ambientais decorrentes das ações antrópicas nos territórios, faz-se necessário o estudo da dinâmica das mudanças ocorridas na paisagem e no ordenamento dos espaços ao longo dos anos. Nesse sentido, o presente trabalho buscou analisar a variação espaço-temporal da cobertura florestal e do uso do solo de Itabirito, um importante município minerador, inserido na região de transição dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, integrante do Quadrilátero Ferrífero, em Minas Gerais. Através dos dados e imagens disponíveis na plataforma MapBiomas, Coleção 7.0, foram gerados mapas contendo as classes de cobertura e uso da terra do município, para os anos 1991, 2000, 2010 e 2020, além de gráficos e uma matriz de transição. Quanto a análise das alterações no período de 30 anos, observou-se que as classes Pastagem e Formação Campestre apresentaram as maiores reduções de área, enquanto as classes Mineração e Área Urbanizada obtiveram maiores ganhos. O avanço da mineração sobre as formações florestais provocaram a redução da cobertura vegetal do município. Verificou-se que região noroeste do território foi a área de maior expansão das atividades minerárias, que, em conjunto com o desenvolvimento de aglomerados urbanos e a instalação da fábrica de refrigerantes Coca-Cola FEMSA, aumentou a potencialidade de conflitos no local. Além desses impactos, identificou-se a progressão da mineração em direção aos perímetros legais das Unidades de Conservação presentes em Itabirito, ameaçando objetivos de conservação dessas unidades de grande importância ambiental. De maneira geral, espera-se que a governança municipal estabeleça parâmetros mais restritivos para o uso e ocupação do solo do município de Itabirito, além de estimular, através de debates, projetos e ações, a participação ativa das comunidades e empreendimentos locais, nos processos de planejamento ambiental e urbano, visando a preservação desses biomas, a restauração e proteção das vegetações nativas, e as singularidades de cada classe de cobertura da terra.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Paisagem. Impactos ambientais. Mineração.

## ABSTRACT

CUNHA, R. A. **Analysis of space-time variation in forest cover and land use in the municipality of Itabirito/MG.** 2023. 73 p. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Faced with the conception of the social, economic, and environmental impacts arising from anthropic actions in the territories, it is necessary to study the dynamics of the changes that have occurred in the landscape and in the organization of spaces over the years. In this sense, the present work sought to analyze the space-time variation of forest cover and land use in Itabirito, an important mining municipality, inserted in the transition region of the Atlantic Forest and Cerrado biomes, part of the Quadrilátero Ferrífero, in Minas Gerais. Using the data and images available on the MapBiomas, Collection 7.0 platform, maps were generated containing the municipality's land cover and land use classes, for the years 1991, 2000, 2010 and 2020, in addition to graphs and a transition matrix. As for the analysis of alterations in the 30-year period, it was observed that the Pasture and Grassland Vegetation Formation classes presented the greatest reductions in area, while the Mining and Urbanized Area classes obtained greater gains. The advance of mining on the forest formations caused the reduction of the city's vegetation cover. It was found that the northwest region of the territory was the area with the greatest expansion of mining activities, which, together with the development of urban agglomerations and the installation of the Coca-Cola FEMSA soft drink factory, increased the potential for conflicts in the area. In addition to these impacts, the progression of mining towards the legal perimeters of the Conservation Units present in Itabirito was identified, threatening the conservation objectives of these units of great environmental importance. In general, it is expected that municipal governance will establish more restrictive parameters for the use and occupation of land in the municipality of Itabirito, in addition to stimulating, through debates, projects and actions, the active participation of communities and local enterprises in the processes of environmental and urban planning, aiming at the preservation of these biomes, the restoration and protection of native vegetation, and the singularities of each land cover class.

**Keywords:** Geoprocessing. Landscape. Environmental impacts. Mining.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	14
2.2	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	14
3	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	15
3.1	<b>MATA ATLÂNTICA</b> .....	15
3.2	<b>CERRADO</b> .....	18
3.3	<b>GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO</b> .....	22
3.3.1	<i>Geotecnologias e o Uso do Solo</i> .....	22
3.3.2	<i>MapBiomas</i> .....	24
3.4	<b>MINERAÇÃO E SEUS IMPACTOS</b> .....	26
3.4.1	<i>Mineração em Minas Gerais</i> .....	26
3.4.2	<i>Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais</i> .....	27
3.5	<b>MUNICÍPIO DE ITABIRITO</b> .....	28
4	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	32
4.1	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	32
4.2	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	33
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	60
7	<b>RECOMENDAÇÕES</b> .....	61
8	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> - Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006.....	17
<b>Figura 3.2</b> - Proporção (em %) da área do Cerrado por tipo de vegetação e uso do solo entre os anos 1985 e 2020. ....	20
<b>Figura 3.3</b> - Quadro de classificação da cobertura e do uso da terra em classes e subclasses.	23
<b>Figura 3.4</b> – Metodologia geral utilizada na Coleção 7.0 do MapBiomias. ....	25
<b>Figura 3.5</b> – Macrozoneamento Municipal definido pelo Plano Diretor Municipal de Itabirito/MG (2019). ....	29
<b>Figura 3.6</b> – Mapa Hidrográfico do Município de Itabirito/MG. ....	30
<b>Figura 4.1</b> – Mapa de localização do município de Itabirito - MG. ....	33
<b>Figura 4.2</b> - Descrição das classes de cobertura e uso da terra da área de estudo – coleção 7.0 MapBiomias.....	35
<b>Figura 4.3</b> – Fluxograma das atividades de aquisição dos dados e elaboração dos mapas. ....	37
<b>Figura 4.4</b> – Acurácia Geral para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, para o bioma Mata Atlântica. ....	38
<b>Figura 4.5</b> – Acurácia Geral para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, para o bioma Cerrado. ....	38
<b>Figura 5.1</b> – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 1991. ....	39
<b>Figura 5.2</b> – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2000. ....	40
<b>Figura 5.3</b> – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2010. ....	40
<b>Figura 5.4</b> – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2020. ....	41
<b>Figura 5.5</b> – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 1991 e 2000. ....	42
<b>Figura 5.6</b> – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 2000 e 2010. ....	43



<b>Figura 5.7</b> – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 2010 e 2020. .....	44
<b>Figura 5.8</b> – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 1991 e 2020. .....	45
<b>Figura 5.9</b> – Matriz de transição da cobertura e uso da terra – Área em km <sup>2</sup> – Ano 1991 e 2020 – Itabirito/MG.....	46
<b>Figura 5.10</b> – Recorte da região noroeste do município de Itabirito/MG – Anos 1991, 2000, 2010 e 2020. ....	52
<b>Figura 5.11</b> – Recorte da região noroeste do município de Itabirito/MG, considerando o avanço da Mineração sobre as UCs Estaduais – Anos 1991, 2000, 2010 e 2020.....	57
<b>Figura 5.12</b> – Mapa de cobertura da Mineração, Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento do município de Itabirito/MG - Ano 2020. ....	58
<b>Figura 5.13</b> – Imagens de Satélite do Google Earth do município de Itabirito/MG, nas regiões das UCs MONAT da Serra da Moeda e PARNA da Serra do Gandarela – Ano 2023.....	59

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 5.1</b> – Área e Porcentagem ocupada por uso e cobertura da terra do Município de Itabirito/MG nos anos de 1991, 2000, 2010 e 2020. ....	41
--	----

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
PIB	Produto Interno Bruto
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
GEE	Gases de Efeito Estufa
APPs	Áreas de Preservação Permanente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SCUT	Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra
SEEG/OC	Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima
ONGs	Organizações não governamentais
ANM	Agência Nacional de Mineração
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
UC	Unidades de Conservação
ZA	Zonas de Amortecimento
RPPNs	Reservas Particulares do Patrimônio Natural

## 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente vem sofrendo vários impactos, em diferentes níveis, devido às formas de uso e ocupação do solo, como a poluição, impermeabilização ou erosão do solo, desmatamento, perda de biodiversidade, entre outras consequências (ASSIS et al., 2014).

Na segunda metade do século XX, frente aos danos provocados pela intervenção humana na natureza, a emergência dos problemas ambientais tornou necessário o desenvolvimento de estudos e técnicas para a compreensão da dinâmica natural e do reflexo dessas ações na natureza, visando principalmente a recuperação e mitigação dos danos causados (DEMARCHI, PIROLI e ZIMBACK, 2011).

Para o entendimento dessas questões, a obtenção de dados mais detalhados e confiáveis sobre o espaço geográfico é de grande relevância, em que o conhecimento sobre o uso e ocupação do solo torna-se subsídio para o monitoramento e preservação do meio ambiente (FACCO e BENEDETTI, 2016; FAN, WENG e WANG, 2007).

De acordo com BOHRER et al. (2009), a vegetação serve como um indicador de atributos do ambiente e de suas variações no espaço. As florestas, por exemplo, devido à capacidade de absorção de carbono através da captação do dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), têm despertado o interesse de pesquisadores para a determinação da biomassa florestal, levando em conta sua contribuição para a mitigação das alterações climáticas (NETO, 2015; SARAIVA, CAMPOS e CELES, 2011).

Segundo BRITO e PRUDENTE (2005), a concepção das mudanças ocorridas na paisagem e no ordenamento dos espaços é facilitada através do mapeamento do uso do solo e da cobertura vegetal natural de uma região. Uma ferramenta capaz de fornecer dados para o mapeamento é o sensoriamento remoto, a partir do uso de imagens de satélite.

Como apontam FACCO e BENEDETTI (2016), para a percepção das mudanças ocorridas, é recomendada a utilização de imagens de satélites provenientes de múltiplos períodos, possibilitando um diagnóstico multitemporal. Além da visualização das alterações do uso do solo, os sensores remotos aparecem como alternativas para a avaliação da cobertura florestal, já que a radiação eletromagnética refletida pelos dosséis é registrada, sendo fruto da interação da energia solar refletida, transmitida e absorvida pelos elementos da vegetação (PONZONI, 2022).

De forma a facilitar a concepção da dinâmica do uso da terra no Brasil, surge a plataforma MapBiomias, de acesso aberto e gratuito, desenvolvida por especialistas em geotecnologias e nos biomas nacionais, permitindo, a partir de seus produtos, o monitoramento das mudanças da cobertura do solo e de seus impactos, em diferentes escalas (SOUZA et al., 2020).

Conforme Marent, Lamounier e Gontijo (2011), no Brasil, a valorização da biodiversidade, na maioria das vezes, é deixada em segundo plano, devido a priorização do avanço econômico. A ausência de planejamento do uso e ocupação do solo geram problemas como a degradação ambiental. A ocupação do estado de Minas Gerais, de acordo com Drummond et al. (2005, apud MARENT, LAMOUNIER e GONTIJO, 2011), é um caso de desordem, com pouca preocupação com a preservação e a conservação ambiental, explicitado pelas consequências de suas atividades, como a agropecuária, expansão urbana e industrial, extração mineral, de matérias-primas e de insumos de origem vegetal.

O Quadrilátero Ferrífero, região mineradora mais importante do estado, inicialmente foi ocupado para a exploração do ouro, e com sua redução nos aluviões, começaram as extrações de minérios, rochas e outros minerais, provocando assim inúmeras modificações em seus meios físicos, sociais e bióticos (FARIAS, 2002; LAMOUNIER, CARVALHO e SALGADO, 2011).

Inserido nessa região, encontra-se o município de Itabirito, que faz parte do Colar Metropolitano de Belo Horizonte, com população estimada de 52.996 pessoas e área territorial de 544,027 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022b). De acordo com a Prefeitura Municipal de Itabirito (2022), o município se encontra em fase de expansão urbana, tendo a vocação econômica baseada principalmente na atividade extrativo-mineral, contando também com os setores industriais, comerciais, e de serviços, além de atividades ligadas à agropecuária e ao turismo.

Desse modo, diante das ocupações e atividades exploratórias no município observadas ao longo dos anos, é importante que seja feita uma análise das mudanças na cobertura florestal e no uso do solo em Itabirito, Minas Gerais, em um período de 30 anos, expondo a extensão das áreas de vegetação natural remanescentes e sua relação com o ambiente físico e a ação antrópica.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a variação espaço-temporal da cobertura florestal e do uso do solo do município de Itabirito, Minas Gerais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mapear o uso e ocupação do solo do município de Itabirito em um período de 30 anos;
- Contribuir com o entendimento das mudanças da paisagem na região e seus respectivos impactos ambientais;
- Analisar a influência da mineração sobre a cobertura florestal do município.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Mata Atlântica

O Brasil é composto por seis biomas continentais: Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pampas e Pantanal, sendo estes, diferenciados e caracterizados conforme semelhanças do clima, fisionomia vegetal, geologia e altitude (IBGE, c2022).

O bioma Mata Atlântica está presente em 17 estados brasileiros, abrangendo cerca de 15% do território do país, abrigando 72% da população brasileira e três dos maiores centros urbanos do continente da América do Sul, além de fornecer água para a maior parte da população do Brasil e de concentrar 80% de seu Produto Interno Bruto (PIB) (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, c2021).

Segundo Myers et al. (2000), a Mata Atlântica está entre os 25 hotspots mundiais, ou seja, concentra grande diversidade ecológica, abrigando mais de 8.500 espécies endêmicas, entre plantas e animais vertebrados, que estão em risco de extinção, devendo sua preservação ser prioridade em nível mundial.

Dada sua importância, em 1988, a Constituição Federal, em seu Capítulo VI, Artigo 225, parágrafo § 4º, reconheceu o bioma como um Patrimônio Nacional:

§ 4º A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Apesar desse reconhecimento, segundo Pinto e Hirota (2022), ainda não estavam definidas diretrizes para sua proteção, uso e ocupação, bem como não estava garantida sua segurança jurídica. Para Lima e Capobianco (1997, p. 9), o primeiro dispositivo legal a nível federal visando regulamentar o que foi anteriormente disposto na Constituição Federal, foi o Decreto nº 99.547, de 25 de setembro de 1990, que dispunha sobre a “a vedação do corte, e da respectiva exploração, da vegetação nativa da Mata Atlântica, e dá outras providências”, que, mesmo com inúmeras lacunas e respaldo dos órgãos ambientais, abriu caminho para articulações e debates, principalmente políticos, a respeito da proteção da Mata Atlântica.

A partir desse decreto, conforme Pinto e Hirota (2022), surgiram novos projetos de lei e diretrizes, dentre outros dispositivos, aperfeiçoando as formas e os instrumentos de proteção,

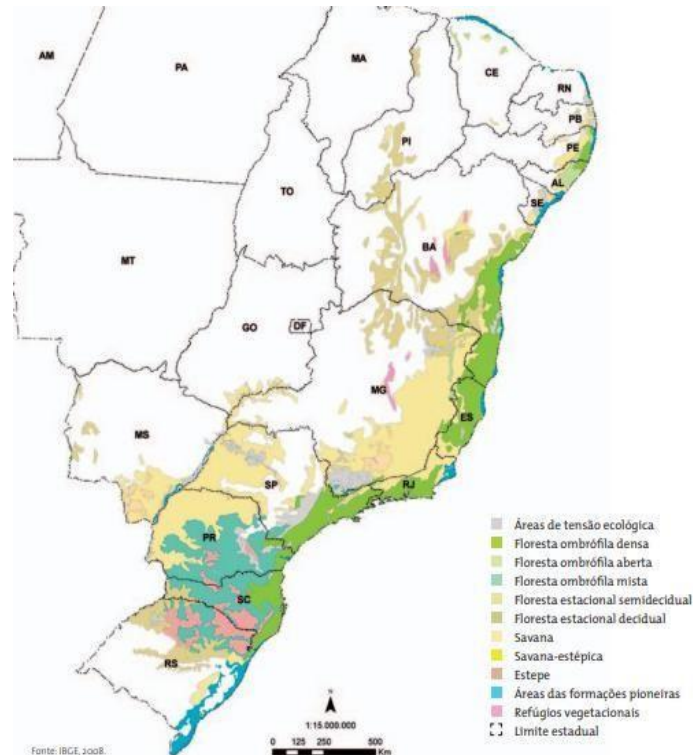
principalmente após as inovações apresentadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Anos depois, foi aprovada a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, ficando conhecida como Lei da Mata Atlântica, que “dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências” (BRASIL, 2006). Com os dispositivos regulamentados pelo Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 (BRASIL, 2008), a Lei da Mata Atlântica, de acordo com a Fundação SOS Mata Atlântica (c2021), busca a garantia dos direitos e deveres da sociedade quanto a exploração mais sustentável dos recursos do bioma, estabelecendo estímulos econômicos para sua restauração e regrido as ações humanas frente as vegetações presentes nos ecossistemas, de acordo com os diferentes estágios sucessionais.

A Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, em seu Capítulo I, Artigo 2º, define as formações vegetais e ecossistemas contemplados pela Mata Atlântica, delimitados no mapa elaborado e publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Figura 3.1):

Para os efeitos desta Lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (BRASIL, 2006).



**Figura 3.1** - Mapa da área de aplicação da Lei nº 11.428 de 2006.



Fonte: Campanili e Schäffer (2010).

Embora sejam notórios os avanços das ações visando a conservação do bioma, como a criação de Unidades de Conservação (UCs), restauração das florestas, recuperação de áreas degradadas, surgimento de políticas públicas e constantes investimentos de diversos setores, as ameaças e as pressões sobre sua biodiversidade, em conjunto com a instabilidade climática, ainda geram para a Mata Atlântica um cenário complexo e desafiador (PINTO e HIROTA, 2022).

A Mata Atlântica foi o primeiro conjunto de ecossistemas brasileiro a sofrer as consequências da colonização, desde a ocupação territorial inicial, à exploração de seus recursos naturais, que foram se intensificando com a chegada de novas práticas agrícolas. Os reflexos das atividades antrópicas na paisagem natural são evidenciados por estudos desenvolvidos a partir das imagens de satélite, que demonstram as expansões da agropecuária, manchas urbanas e obras de infraestrutura (LIMA e CAPOBIANCO, 1997, p. 7).

Conforme o monitoramento realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, atualmente o bioma possui apenas 12,4% de sua área original com vegetação nativa, sendo que, em 2020, o estado de Minas Gerais ocupava o segundo lugar do ranking dos estados líderes em desmatamento da Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, c2021).

Já no período entre 2020 e 2021, de acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica publicado pela Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2022), do total de 130.973.638 hectares referentes à área de aplicação da Lei da Mata Atlântica, foi constatado um total de desflorestamento de 21.642 hectares em área correspondente a 86,8% do total. Esse valor foi 66% acima do observado no período de 2019-2020 e “90% maior que o do período 2017-2018, quando se atingiu o menor valor de desflorestamento da série histórica (11.399 ha)”.

A Mata Atlântica também desempenha um papel relevante na mitigação das mudanças climáticas, atuando principalmente no sequestro do carbono, sendo que, segundo o estudo “Contribuição da Mata Atlântica para a NDC brasileira: análise histórica das emissões de GEE e potencial de mitigação até 2050” realizado pela Fundação SOS Mata Atlântica, Imaflores e SEEG (2021), o estoque de carbono em florestas da Mata Atlântica considerado pelo Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima (SEEG) é de aproximadamente 130 toneladas de carbono por hectare. Sendo assim, conforme a Fundação SOS Mata Atlântica e INPE (2022), estima-se que o desmatamento constatado no período de 2020-2021 resultou na emissão de 10,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente na atmosfera.

### **3.2 Cerrado**

O Cerrado é o segundo maior bioma em área da América do Sul, com mais de 200 milhões de hectares, ocupando aproximadamente 24% do território do Brasil. Dentre as características desse bioma, destacam-se as nascentes de grandes bacias hidrográficas brasileiras, como a Bacia do Tocantins-Araguaia, Bacia do Rio São Francisco e Bacia Platina, a diversidade da fauna e flora, a baixa variação da temperatura durante o ano e um regime pluvial de seis a sete meses durante o ano (GALHARTE e CRESTANA, 2010; ROCHA et. al, 2011).

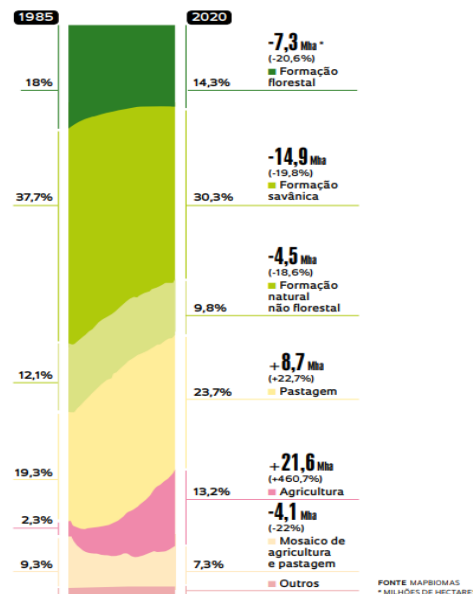
Segundo Sano et. al (2010), o bioma Cerrado ocupa 204,7 milhões de hectares na região central do Brasil, se estendendo do litoral nordeste do estado do Piauí ao norte do estado do Paraná, tendo como característica marcante a ocupação humana. Conforme Myers et al. (2000), o Cerrado também é um dos 25 *hotspots* mundiais, e quando comparado com os outros *hotspots*, apresentou a menor porcentagem de área protegida, considerando sua vegetação primária remanescente.

A vegetação do Cerrado é característica, apesar de algumas fitofisionomias compartilharem espécies com os biomas mais próximos, como os biomas Mata Atlântica, Amazônia e Caatinga.

Os principais tipos de vegetação descritos para o Cerrado se enquadram em três grandes grupos, as formações florestais, destacando a Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão, formações savânicas, destacando o Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda, e as formações campestres, destacando o Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre (RIBEIRO e WALTER, 2008). De acordo com o Zorzetto (2021), as especificidades das paisagens abertas, que ocupam quase 40% do Cerrado, formadas através das variações e agrupamentos entre os campos de vegetações abertas e as savanas, com árvores de proporções heterogêneas, em conjunto com a permeabilidade dos solos, garantem uma maior infiltração da água no solo e abastecimento dos lençóis freáticos, fornecendo um relevante serviço ecossistêmico ao meio social.

Para Sano, Bezerra e Lopes (2009), a conversão da cobertura vegetal natural em uso antrópico é acentuada, ocupando cerca de 39,5% da área total do bioma Cerrado, correspondendo a 80 milhões de hectares, sendo as pastagens e agricultura as classes de uso do solo mais representativas, respectivamente. A Figura 3.2 destaca essas alterações, sendo observado, em um comparativo entre os anos 1985 e 2020, uma considerável redução das Formações Florestais e Savânicas frente às expansões, em milhões de hectares, das áreas de uso agropecuário da terra. Conforme Klink e Moreira (2002), aspectos importantes, que incentivaram a ocupação do Cerrado, foram a expansão da indústria do café no estado de São Paulo em 1920, o fornecimento de subsídios aos pecuaristas por parte do governo do Presidente da República, de 1930 à 1945, Getúlio Vargas, a necessidade de infraestrutura para o transporte e o crescimento populacional.

**Figura 3.2** - Proporção (em %) da área do Cerrado por tipo de vegetação e uso do solo entre os anos 1985 e 2020.



Os principais impactos ambientais apontados consequentes da exploração agropecuária no bioma Cerrado são a perda da biodiversidade, compactação do solo, assoreamento dos rios, contaminação das águas superficiais, redução de abastecimento dos lençóis freáticos e o desmatamento (CUNHA et al., 2008). Essas transformações, segundo Scariot, Sousa-Silva e Felfili (2005), também trazem impactos sociais e econômicos, prejudicando a qualidade de vida das populações e a sustentabilidade das atividades econômicas.

Considerando as ameaças ao bioma, torna-se necessário, especialmente, a estruturação de políticas públicas para sua proteção. Nesse sentido, Dickie et. al (2016) sugeriram prioridades para a conservação do Cerrado, no caso, a eficaz implementação do Código Florestal, a proteção e gestão de comunidades e terras de conservação, os incentivos à conservação, uma maior sustentabilidade e produtividade da agropecuária, e a fundamentação da necessidade de conservar as paisagens e a biodiversidade, com o objetivo de apoiar o desenvolvimento equilibrado e integrado da produção agrícola, conservação e inclusão social.

Para Mascarenhas (2010), a ausência do Cerrado no rol trazido no parágrafo quarto, do Artigo 225, da Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo VI, que estabeleceu a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal e a Zona Costeira como patrimônios nacionais, realça o pouco valor dado ao bioma na época. Apesar da evolução da legislação em prol da proteção ambiental, o bioma ainda sofre pela inobservância de legislações federais

específicas, que contemplem, em especial, a sua conservação, a proteção da sua vegetação nativa, regeneração e utilização sustentável de seus recursos naturais.

Dentre os avanços legais para a preservação da vegetação nativa do bioma, e conseqüentemente, para os corpos hídricos e demais recursos naturais presentes, destaca-se o Código Florestal, instituído pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1965), revogado pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, objetivando o desenvolvimento sustentável, normatizou a delimitação de cada categoria das Áreas de Preservação Permanente – APPs, em zonas urbanas e rurais, sendo a APP definida em seu Capítulo I, Art. 3º:

II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

De forma a garantir a restauração da cobertura vegetal presente nas APPs, a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, em seu § 1º, da Seção II, do Capítulo II, regulamenta que:

Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei (BRASIL, 2012).

Outro progresso da legislação brasileira visando a proteção do meio ambiente, e influenciando de maneira direta ou indireta na preservação do Cerrado, foi a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Instituído pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, as Unidades de Conservação são divididas em dois grupos, Unidades de Proteção Integral, que englobam Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre, e Unidades de Uso Sustentável, que englobam Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (BRASIL, 2000). Conforme Art. 7º da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, § 1º “O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei” (BRASIL, 2000), e § 2º “O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (BRASIL, 2000). Mesmo com essa regulamentação, as unidades de conservação, a

nível federal, estadual e municipal, já instituídas, ocupam uma pequena porcentagem da área total do bioma Cerrado, e essas, sofrem os impactos das utilizações indevidas, em desacordo com as diretrizes para a sua proteção, regradas pela legislação acima citada (MASCARENHAS, 2010).

### **3.3 Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**

#### *3.3.1 Geotecnologias e o Uso do Solo*

A compreensão dos fenômenos ocorridos no espaço, a partir da aquisição de dados espaciais, bem como suas investigações, são desafiadoras para o esclarecimento de questões das variadas áreas de conhecimento (CÂMARA et al., 2004).

Para facilitar essas análises, as geotecnologias se apresentam como importantes ferramentas, que, de acordo com Zaidan (2017), “constituem o conjunto de tecnologias para coleta, armazenamento, edição, processamento, análise e disponibilização de dados e informações com referência espacial geográfica”.

Dentre a grande diversidade de geotecnologias existentes, o uso do geoprocessamento vem se destacando, sendo esse, um ramo de atividades, constituído por métodos teóricos, métodos computacionais e técnicas, com o objetivo de gerar novos dados, bem como informações espaciais ou georreferenciadas (ZAIDAN, 2017).

Outra geotecnologia também muito utilizada é o sensoriamento remoto, que, para Moraes (2002), é entendido como “um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos”. Os sensores remotos registram a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos objetos terrestres, permitindo, posteriormente, a detecção e extração de várias informações, constituindo instrumentos significativos para a realização do monitoramento de recursos naturais, de mapeamentos e inventários (MORAES, 2002).

O uso conjunto das técnicas avançadas de geoprocessamento e sensoriamento, a partir de imagens de satélites, bases computacionais e *softwares* permite avanços, principalmente nas pesquisas científicas acadêmicas, na gestão e planejamento das cidades (OLIVEIRA, 2013). Segundo o IBGE (2013, p. 37), essas técnicas auxiliam no levantamento da cobertura e do uso da terra, indicando as distribuições geográficas de diferentes tipologias de uso a partir de seus

padrões homogêneos, e suas análises contribuem para a orientação de tomadas de decisão, construção de indicadores ambientais e identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento.

O sistema básico de classificação da cobertura e do uso da terra - SCUT, proposto pelo IBGE (2013), apresenta uma classificação multi nível de classificação da cobertura e uso da terra, em três níveis, em que o nível I responsável pelas principais categorias da cobertura terrestre, o nível II, usos em escala regional e o nível III explicita o uso do solo em escala local, sendo os níveis I e II retratados na Figura 3.3.

**Figura 3.3** - Quadro de classificação da cobertura e do uso da terra em classes e subclasses.

Nível I Classe	Nível II Subclasse
1- Áreas Antrópicas Não Agrícolas	1.1- Áreas Urbanizadas
	1.2- Áreas de Mineração
2- Áreas Antrópicas Agrícolas	2.1- Culturas Temporárias
	2.2- Culturas Permanentes
	2.3- Pastagens
	2.4- Silvicultura
	2.5- Uso não identificado
3- Áreas de Vegetação Natural	3.1- Área Florestal
	3.2- Área Campestre
4- Água	4.1- Águas Continentais
	4.2- Águas Costeiras
5- Outras Áreas	5.1- Áreas Descobertas

Fonte: Adaptado de IBGE (2013).

O mapeamento multitemporal do uso do solo a partir de imagens de satélite possibilita assim a distinção de várias feições, como agricultura, vegetação nativa, cursos de rios, pastagens, e suas transformações ao longo dos anos, evidenciando as interações antrópicas com a natureza (SANTOS e PETRONZIO, 2011).

### 3.3.2 *MapBiomas*

O MapBiomas é um projeto de mapeamento anual do uso e cobertura da terra no Brasil, iniciado em um seminário realizado no ano de 2015, em São Paulo, que contou com a participação de especialistas em sensoriamento remoto e mapeamento da vegetação, com a demanda de produzir mapas contemplando todo o território nacional, visando a recuperação do histórico de uso e ocupação da terra das últimas décadas, de forma rápida, barata e atualizada (MAPBIOMAS, c2019c).

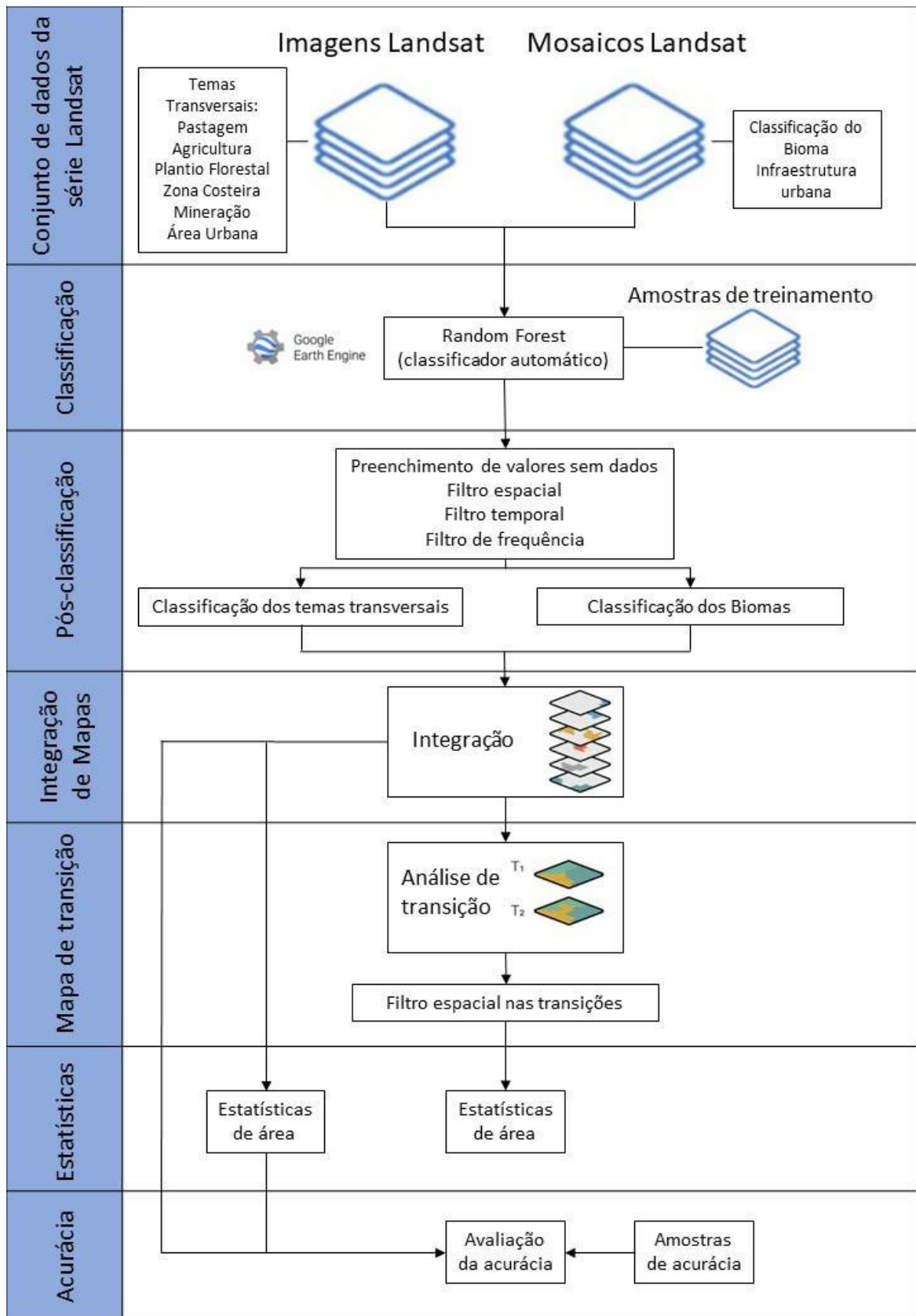
Segundo MapBiomas (c2019d), o MapBiomas trata-se de uma iniciativa do SEEG/OC, sendo uma plataforma aberta, desenvolvida por uma rede colaborativa de co-criadores formado por organizações não-governamentais (ONGs), universidades e empresas de tecnologia organizados por biomas e temas transversais, utilizando de processamento distribuído e automatizado dos dados através de parceria com Google Earth Engine.

A coleção mais recente do MapBiomas, Coleção 7, lançada em agosto de 2022, contempla dados e mapas anuais do Brasil desde o ano 1985 até o ano 2021, contendo a evolução de 27 classes de cobertura e uso do solo da terra (MAPBIOMAS, 2022).

A metodologia geral utilizada para a Coleção 7 do MapBiomas é apresentada na Figura 3.4. De acordo com MapBiomas (c2019e), os mapas anuais de cobertura e uso da terra são gerados a partir da classificação pixel a pixel (30 x 30 metros), de imagens dos satélites Landsat, com resolução de 30 metros, ocorrendo o processamento em nuvem com a aplicação de algoritmos de aprendizagem da máquina, calibrados através de amostras dos alvos a serem classificados.



**Figura 3.4** – Metodologia geral utilizada na Coleção 7.0 do MapBiomias.



Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022).

### **3.4 Mineração e seus Impactos**

#### *3.4.1 Mineração em Minas Gerais*

A mineração é uma indústria global, considerada um dos pilares da economia do Brasil, sendo a extração e aproveitamento dos recursos minerais de influência expressiva no fornecimento de insumos, ocupação territorial e no desenvolvimento da sociedade do país (FARIAS, 2002; NEVES, 2019). A Agência Nacional de Mineração (ANM) [2022?], define a mineração como “uma atividade econômica e industrial que consiste na pesquisa, exploração, lavra (extração) e beneficiamento de minérios presentes no subsolo”.

De acordo com Lana (2015), o início da atividade mineradora no Brasil está ligada ao período colonial, a partir da busca pelo ouro, sendo os estados de Goiás, Mato Grosso e Minas Gerais as principais regiões de extração do metal. Segundo Castro, Júnior e Lima (2011, p. 35), a primeira corrida minerária ocorreu no final do século XVII, com as descobertas de jazidas de ouro de aluvião nos córregos e ribeirões nas cidades de Ouro Preto, Mariana, Sabará e Caeté, em Minas Gerais, sendo que, ao final do século XVIII, o estado era considerado o maior núcleo populacional do país, conquistando também a autossuficiência na produção alimentícia.

Já no século XX, o minério de ferro que ganhou destaque no cenário da mineração, em especial, após a divulgação do trabalho “Balanço das riquezas em Minério de Ferro” pelo Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro, em 1910, no XI Congresso Geológico Internacional, ocorrido em Estocolmo, na Suécia, atraindo a atenção de produtores de aço e empresas inglesas, que começaram a adquirir terras na região do Quadrilátero Ferrífero, local com grande potencial mineral, em especial, jazidas de ferro (CASTRO, JÚNIOR E LIMA, 2011, p. 15-40).

O estado de Minas Gerais continua se destacando no setor de mineração, despertando interesse de mineradoras nacionais e internacionais em seus solos ricos em minerais, como o minério de ferro, bauxita, manganês, ouro, pedra sabão, entre outros, possuindo, sendo alvo, em geral, da exportação (LANA, 2015). Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM (2015), as atividades mineradoras se fazem presentes em mais de 400 municípios mineiros, sendo que das 100 maiores minas do Brasil, 40 estão localizados no estado de Minas Gerais, além de ser o estado responsável por 53% da produção brasileira de minerais metálicos e 29% dos minérios em geral.

### 3.4.2 *Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais*

As atividades econômicas promovem diferentes efeitos, diretos e indiretos, tanto na própria economia, quanto na sociedade e no meio ambiente. Dentre os impactos causados pela mineração, de acordo com Lana (2015), existem os positivos, como a geração de emprego e renda, e os negativos, como a redução na biodiversidade da fauna e flora, além de contaminação da água, solo e ar.

Segundo o IBRAM (2020), a produção mineral do Brasil, em 2019, representou aproximadamente 16,8% do seu PIB industrial, com o valor de produção mineral de US \$38 bilhões, além da contribuição com mais de US\$32 bilhões em exportações, aquecendo o Comércio Exterior. A mineração, de maneira direta ou indireta, emprega cerca de 2,2 milhões de trabalhadores, sendo estimado que, o estado de Minas Gerais contenha 31,6% dos trabalhadores formais empregados no setor de mineração.

Conforme dados da ANM (c2020a), no ano de 2021, o estado de Minas Gerais foi o segundo estado brasileiro que mais arrecadou dinheiro com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), recolhendo um total de R\$ 4.602.778.098,51, ficando apenas atrás do Pará. De acordo com Rodrigues, Moreira e Colares (2016), no contexto vivenciado pelo estado, “os royalties da mineração constituem uma receita estratégica que pode ser empregada para viabilizar a implementação de políticas públicas direcionadas aos serviços sociais prestados à população”.

Já os efeitos sociais e ambientais negativos da mineração se relacionam às diversas fases de exploração dos bens minerais, como na lavra, no transporte, no beneficiamento do minério, e até mesmo após o encerramento das atividades mineradoras, provocando alterações na paisagem e afetando também a saúde e qualidade de vida das populações que se localizam na vizinhança da área minerada (ARAÚJO, OLIVIERI e FERNANDES, 2014).

Os principais danos ambientais consequentes dessas atividades afetam tanto o solo, quanto o ar, a água, o meio físico e biótico, como a poluição química, mortalidade da ictiofauna, fuga de animais silvestres, desmatamentos, queimadas, mudança na qualidade e no regime hidrológico dos corpos hídricos, desencadeamento de processos erosivos (IPT, 1992, apud CARVALHO et al., 2009).

Em Minas Gerais, mais especificamente no Quadrilátero Ferrífero, nota-se consequências significativas aos meios hídricos e físicos provocadas pelas atividades mineradoras, sendo verificado o intenso carreamento de sólidos para as calhas dos rios e córregos, bem como a degradação da paisagem regional (PRADO FILHO e SOUZA, 2004).

Segundo Diniz et al. (2014), tendo em vista a intensificação dos danos causados pela exploração mineral no Quadrilátero Ferrífero, é necessário o desenvolvimento de ações, estudos e programas que minimizem os impactos ambientais e socioeconômicos, além de quantificarem e monitorarem as áreas degradadas por essas atividades. Conforme Rezende (2016), esses instrumentos de controle devem condizer com o desenvolvimento sustentável, beneficiando o progresso regional e toda a comunidade envolvida.

### **3.5 Município de Itabirito**

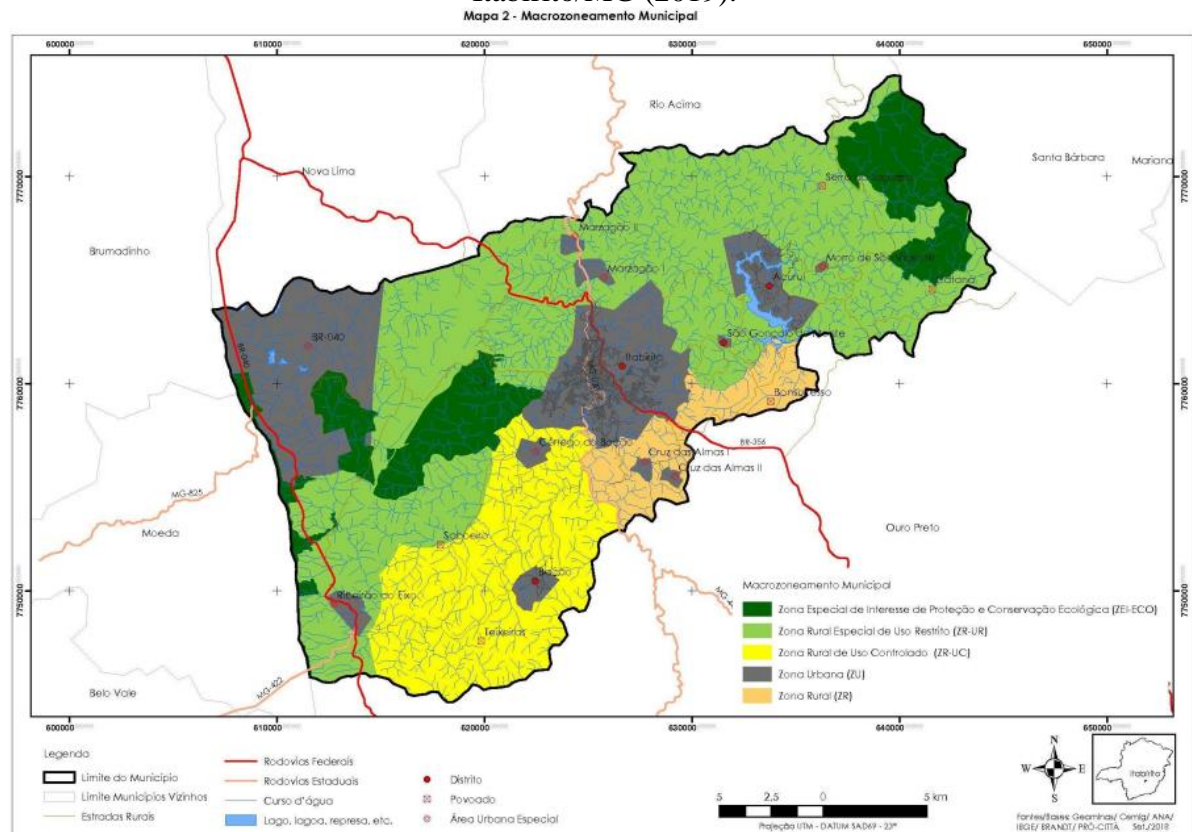
O município de Itabirito pertence a microrregião de Ouro Preto, na região do Quadrilátero Ferrífero, nas coordenadas de latitude 20° 15' 12" Sul e longitude 43° 48' 05" Oeste. A grande diversidade de recursos minerais atraiu a atenção de extrativistas desde o período colonial, marcando a história do município, sendo que a exploração mineral, contribuiu e contribui para a geração de capital, o desenvolvimento dos setores industriais e de serviços e o processo de urbanização (ITABIRITO, 2013).

Segundo ITABIRITO (2013), a ocupação de Itabirito, assim como de outros municípios de Minas Gerais, está ligada ao ciclo do ouro, que provocou um fluxo de pessoas para a região central do estado, principalmente colonos e migrantes recebendo, dando início aos arraiais, freguesias e vilas do local. Em 1752, recebeu o nome de Itabira do Campo, na condição de Distrito Colonial de Vila Rica, que o identificou até 7 de setembro de 1923, quando se emancipou politicamente, com o nome de Itabirito, originário do tupi, que significa “pedra que risca vermelho”.

Dentre os instrumentos de planejamento do território aplicados ao município, tem-se o Plano Diretor, que, conforme a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, Art. 40º, “é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana” (BRASIL, 2001), sendo uma ferramenta importante para a política urbana, assegurando a função social das cidades. Para o município de Itabirito (MG), o Plano Diretor foi instituído pela Lei nº 2466, de 14 de dezembro de 2005, com anexos atualizados pela Lei nº 2667, de 28 de abril de 2008, e passando por revisão em

2017, que foi sancionada através da Lei nº 3323, de 08 de julho de 2019. O Macrozoneamento Municipal definido pela Lei nº 3323, de 08 de julho de 2019, é apresentado na Figura 3.5, sendo considerado a inserção do município no Colar Metropolitano da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), as Unidades de Conservação presentes no território, hierarquizando e priorizando as áreas de interesse ambiental, geológico e cultural, dividindo o território em Zona Urbana, abrangendo os perímetros urbanos, e Zona Rural, correspondente as demais áreas do território, sendo subdivididas em Zona Especial de Interesse de Proteção e Conservação Ecológica, Zona Rural Especial de Uso Restrito e Zonas Rurais de Uso Controlado (ITABIRITO, 2019).

**Figura 3.5 – Macrozoneamento Municipal definido pelo Plano Diretor Municipal de Itabirito/MG (2019).**



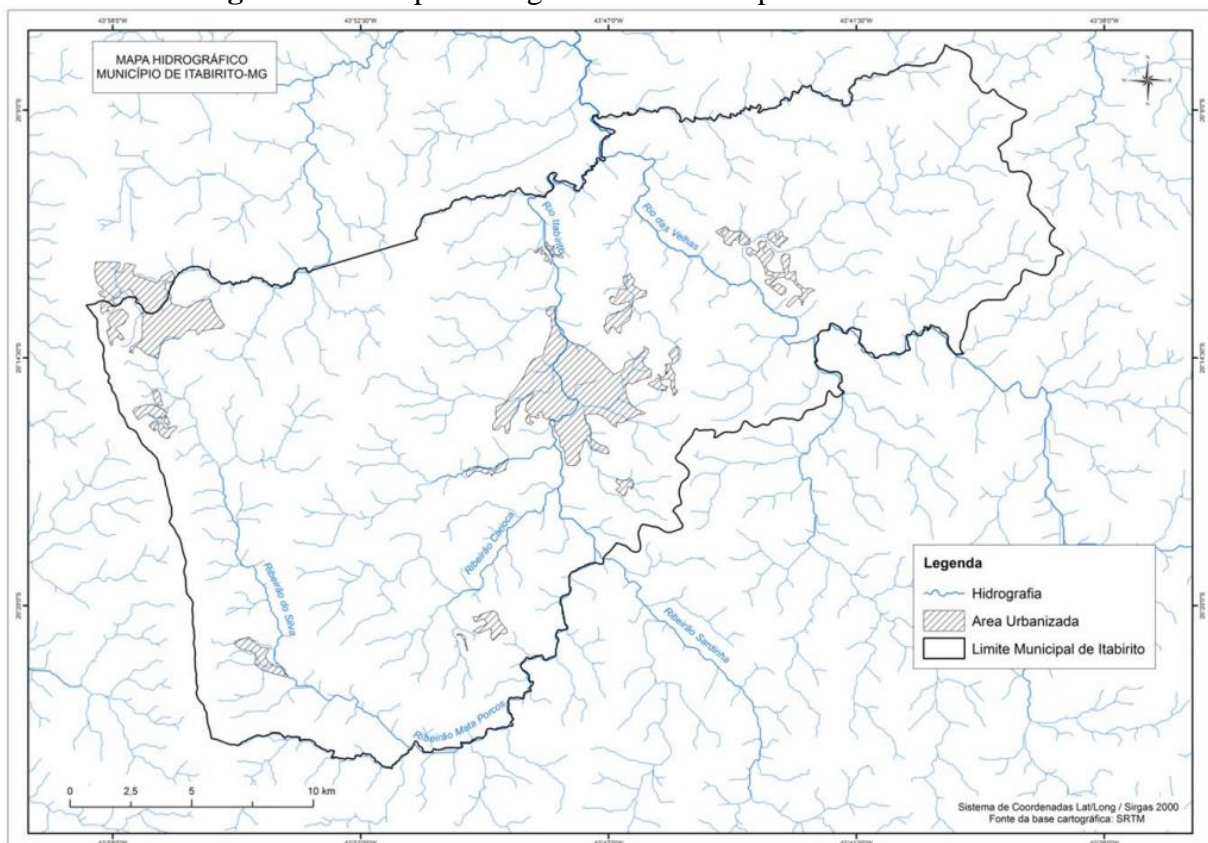
Fonte: ITABIRITO (2019).

Atualmente, o município de Itabirito possui como acessos mais relevantes a Rodovia BR-040 (sentido Norte-Sul), que liga Belo Horizonte ao Rio de Janeiro, a Rodovia BR-356 (sentido Noroeste-Sudeste), que liga Belo Horizonte a Ouro Preto e a Rodovia MG-030, ligando Itabirito a Rio Acima, ao Norte, e a Ouro Preto, Ouro Branco e Conselheiro Lafaiete, ao Sul (CBH VELHAS, 2016).

O território de Itabirito está localizado em área de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Cerrado e possui como estrutura geológica, rochas como o “quartzito ferruginoso, quartzito cinza claro, friável, quartzito moscovita, mármore, filitodolomítico e argiloso, filito cor de alumínio, filito multicolorido e filito grafitico, itabirito dolomítico, itabirito, gnaiss e granito” (ITABIRITO, 2013).

Itabirito está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, na região do Alto Rio das Velhas, e sua hidrografia é composta pelo Rio das Velhas, Ribeirão do Mango, Ribeirão do Silva, Sardinha, Carioca, Arêdes e Criminoso, Ribeirão Saboeiro e o Rio Itabirito, dentre outros cursos d’água (ITABIRITO, 2013). O mapa hidrográfico do município, contendo os principais corpos hídricos, é evidenciado na Figura 3.6.

**Figura 3.6 – Mapa Hidrográfico do Município de Itabirito/MG.**



Fonte: Garcia (2019).

Conforme o IBGE (c2017), o PIB per capita de Itabirito em 2019 foi de R\$ 54.869,57, possibilitando o município ocupar a 27ª posição quando comparado ao PIB per capita dos demais municípios de Minas Gerais. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que mede o bem-estar da população em uma escala de 0 a 1, sendo 1 a melhor avaliação, do município de Itabirito, mostrou avanços em todos os componentes do índice geral, no caso, renda,

longevidade e educação, aumentando 16,1%, passando de 0,629 em 2000 para 0,730 em 2010 (SISTEMA FECOMÉRCIO MINAS, 2017).

De acordo com ITABIRITO (2013), a economia do município está amplamente voltada para o setor de mineração, visto que os outros setores de destaque, como a siderurgia e o comércio, dependem fortemente das atividades mineradoras desenvolvidas. Dentre as mineradoras que atuam no local, ressaltam-se a Vale S.A. e a Gerdau Açominas S.A., e dentre as indústrias, VDL Siderurgia, Delphi Automotive Systems do Brasil e Coca-Cola Femsa, importantes na geração de empregos e renda para a região.

Em 2021, conforme a ANM (c2020b), o município arrecadou R\$ 313.964.577,52 com a CFEM, ocupando a terceira posição dos municípios que mais arrecadaram com essa compensação em Minas Gerais no ano, ficando atrás apenas de Conceição do Mato Dentro e Congonhas, respectivamente.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 Área de Estudo**

A área de estudo é o município de Itabirito (Figura 4.1), localizado na região central de Minas Gerais, a 55 quilômetros da capital do estado, Belo Horizonte, com área de 544,027 km<sup>2</sup>, fundado em 1752 e emancipado em 1923. Segundo o último censo, possuía uma população de 45.449 pessoas, com densidade demográfica de 83,76 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010, apud IBGE, c2017).

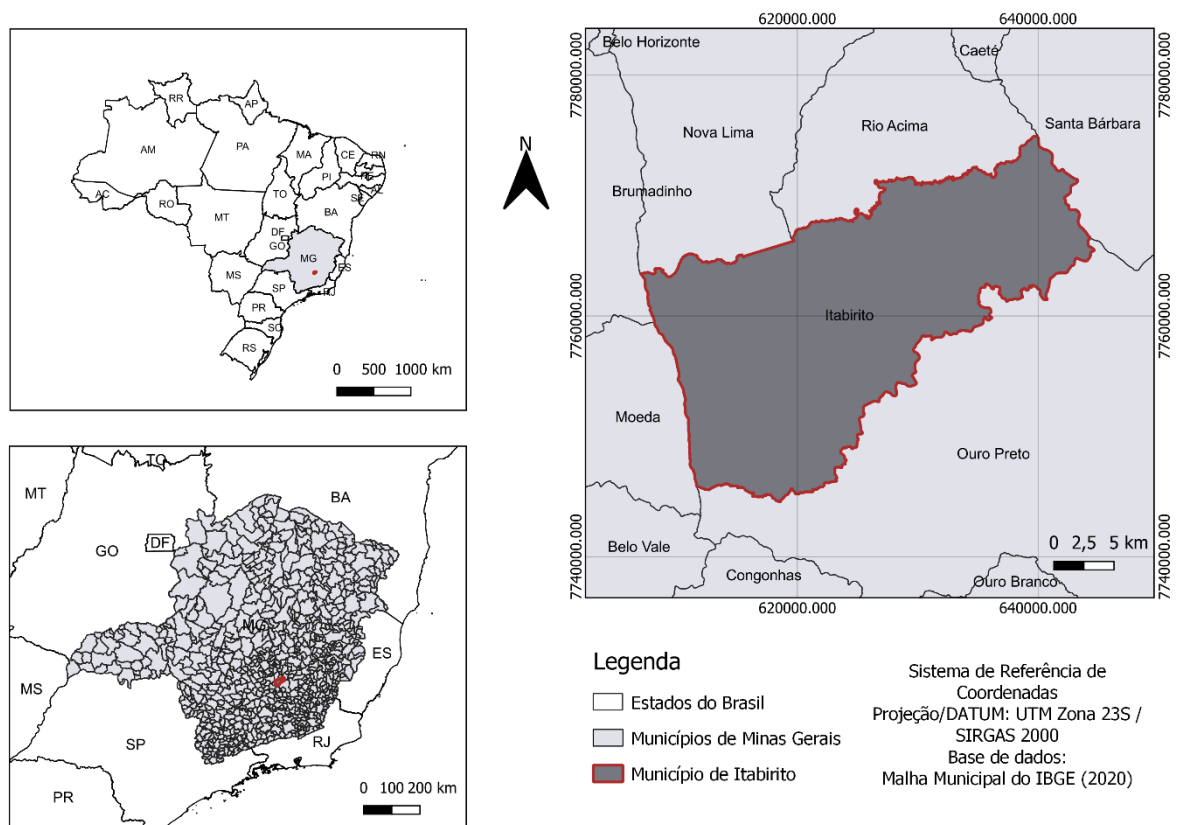
De acordo com a Prefeitura Municipal de Itabirito (2022), a cidade possui a temperatura média anual de 18,5°C, altitude média de 848 metros, com predomínio do clima Tropical de Altitude, com seus períodos seco e chuvoso divididos de junho a agosto e novembro a março, respectivamente. O município faz parte do Colar Metropolitano de Belo Horizonte, pertencendo a Bacia do Rio das Velhas, sendo composto pelos distritos de São Gonçalo do Bação, São Gonçalo do Monte e Acuruí e comunidades: Barrinha, Bonsucesso, Bota Cabral, Cachoeirinha, Calado, Capanema, Córrego do Bação, Grotta da Mina, Jaguará, Macedo, Mata, Medeiros, Palmital, Perobas, Pico, Ribeirão do Eixo, Saboeiro e Teixeiras.

Segundo Andrade e Silva (2020), o município pertence à área de expansão urbana do eixo sul metropolitano, se destacando a ampliação das áreas minerárias, distritos industriais e condomínios fechados, além de fazer parte de uma importante área ambiental, geológica e geográfica, muitas vezes valorizada apenas pela sua dimensão econômica, o Quadrilátero Ferrífero.

O Quadrilátero Ferrífero se encontra na região ecótona entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica (VELOSO, RANGEL FILHO e LIMA, 1991). Essa zona de transição concede a diversidade da vegetação ao município de Itabirito, sendo composta, conforme Myr Projetos Sustentáveis (2013), predominantemente, por florestas estacionais semidecíduas, florestas ripárias, diferentes fitofisionomias do cerrado, como campo cerrado, campo sujo e campo limpo, e os campos rupestres.



**Figura 4.1 – Mapa de localização do município de Itabirito - MG.**



Fonte: O autor (2023).

## 4.2 Procedimentos Metodológicos

A primeira etapa consistiu em uma pesquisa bibliográfica, tendo como base consultas em artigos científicos, livros, revistas e teses relacionados às temáticas de uso do solo, mineração, perda de cobertura vegetal, alterações na paisagem, impactos ambientais, entre outros. Da mesma forma, foi necessário buscar por manuais e demais materiais contendo técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, de modo a auxiliar as fases posteriores do presente trabalho. Também para aprofundar a pesquisa descritiva, foram estudados documentos e publicações a respeito do município de Itabirito, bem como da região que ele está inserido, no caso, o Quadrilátero Ferrífero, cuja finalidade foi embasar a discussão acerca dos resultados obtidos.

Os dados utilizados para processamento foram adquiridos por meio da plataforma MapBiomas e do *Google Earth Engine*, os quais foram manipulados pelo software de Sistema de Informações Geográficas, QGIS, versão 3.22.14, e posteriormente tabulados em planilhas do Excel®. Para obter as imagens de satélite de cobertura e uso da terra do município de Itabirito, foi executado o script do *Google Earth Engine* dentro da plataforma MapBiomas. Após

efetuado o login com uma conta do Google, foram selecionados a área do município e os dados de uso do solo para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020 para download por meio dos *Toolkits*, e em seguida, tratamento das imagens. Esse processamento consistiu em criar um projeto no QGIS para cada ano desejado, adicionar a camada em formato *TIFF*, converter o raster em vetor (poligonizar), para melhor tratamento dos dados, e exportar a camada em formato *shapefile*, alterando o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) da camada vetorial para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 e projeção UTM na Zona 23S.

Após a vetorização, houve a necessidade de classificação de sua simbologia. Então utilizou-se o código de legenda para os valores de pixel na Coleção 7.0 do MapBiomias, considerando os biomas Mata Atlântica e Cerrado, onde foi preenchido os códigos e sua respectiva classificação, detalhada na Figura 4.2. Em seguida, foi inserido o arquivo em formato *shapefile* contendo os municípios do estado de Minas Gerais, adquiridos da base de dados da Malha Municipal de Minas Gerais do IBGE (2020), já reprojetado para o SRC SIRGAS 2000/UTM Zona 23S. Após este tratamento, um Layout padrão foi elaborado, com escala do mapa 1:220.000 e coordenadas em UTM, e a seguir foram exportados os mapas.

Depois, foi realizado o download da série histórica do ano de 1985 ao ano de 2021, no quadro de estatísticas de cobertura do território de Itabirito (MG) na plataforma MapBiomias, contendo a quantidade em hectares por classe de uso e cobertura da terra, a cada ano. A análise dos dados, de maneira quali-quantitativa e exploratória, ocorreu a partir da conversão dos dados em hectares para quilômetros quadrados, em uma planilha do Excel®, selecionando os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020. Em seguida, foi criado um quadro contendo as diferenças numérica e percentuais de área por classe a cada 10 anos, e a diferença acumulada dos 30 anos observados (Figura 4.2). A partir desses valores, foram criados gráficos e constatados os aumentos ou reduções de área para cada classe de uso e cobertura da terra. Foi elaborada também uma matriz de transição entre os anos de 1991 e 2020, gerada através da aplicação das imagens *rasters* dos anos 1991 e 2020, na ferramenta *Land cover change*, do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* do QGIS, e exportada para uma planilha do Excel®. Para essa matriz, foram desconsiderados os valores da classe Não Observado. Em conjunto com os mapas elaborados, com o auxílio da plataforma IDE-Sisema e de imagens de satélite geradas a partir do Google Earth Pro, foi possível observar e destacar as áreas do território de Itabirito (MG) que mais sofreram impactos da ação antrópica, e que, conseqüentemente, precisam de maior atenção. A Figura 4.3 apresenta o fluxograma das atividades.

**Figura 4.2** - Descrição das classes de cobertura e uso da terra da área de estudo – coleção 7.0 MapBiomias.

(continua)

Classes de cobertura e uso da terra	Descrição
Formação Florestal*	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea. <sup>1</sup> Tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão). <sup>2</sup>
Formação Savânica*	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas. <sup>1</sup> Formações savânicas com estratos arbóreo e arbustivo-herbáceos definidos (Cerrado Sentido Restrito: Cerrado denso, Cerrado típico, Cerrado ralo e Cerrado rupestre). <sup>2</sup>
Silvicultura	Espécies arbóreas plantadas para fins comerciais (ex. pinus, eucalipto, araucária).
Campo Alagado e Área Pantanosa*	Vegetação com influência fluvial e/ou lacustre. <sup>1</sup> Vegetação com predomínio de estrato herbáceo sujeita ao alagamento sazonal (ex. Campo Úmido) ou sobre influência fluvial/lacustre (ex. Brejo). Em algumas regiões a matriz herbácea ocorre associada às espécies arbóreas de formação savânica (ex. Parque de Cerrado) ou de palmeiras (Vereda, Palmeiral). <sup>2</sup>
Formação Campestre*	Savanas e Savanas-Estépicas Parque e Gramíneo-Lenhosa, Estepe e Pioneiras Arbustivas e Herbáceas. <sup>1</sup> Formações campestres com predominância de estrato herbáceo (campo sujo, campo limpo e campo rupestre) e algumas áreas de formações savânicas como o Cerrado rupestre. <sup>2</sup>

\*Para as classes que envolvem Floresta ou Formação Natural não Florestal, como o MapBiomias separa as tipologias vegetais por bioma, foram apresentadas nas descrições todas tipologias vegetais mapeadas para os biomas Mata Atlântica e Cerrado, uma vez que o município apresenta vegetações características dos dois biomas. O MapBiomias realizou o mapeamento considerando os limites do bioma, logo, não é possível identificar e separar quais as tipologias vegetais destes biomas não foram consideradas para o município de estudo.

<sup>1</sup> Tipologias vegetais características do bioma Mata Atlântica.

<sup>2</sup> Tipologias vegetais características do bioma Cerrado.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (c2019b).

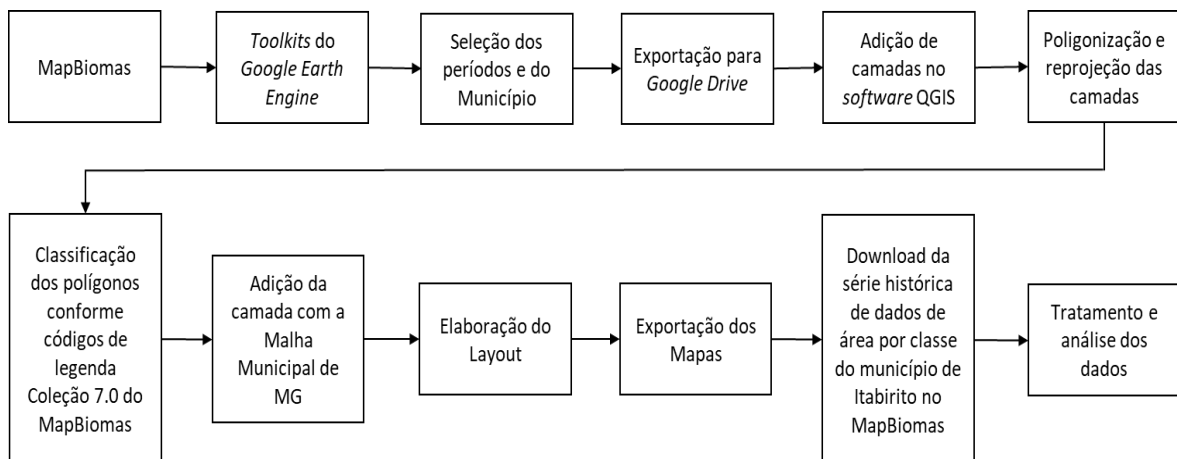
(conclusão)

Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária. As áreas de pastagem natural são predominantemente classificadas como formação campestre que podem ou não ser pastejadas.
Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
Outras Áreas não Vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infraestrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
Afloramento Rochoso	Rochas naturalmente expostas na superfície terrestre sem cobertura de solo, muitas vezes com presença parcial de vegetação rupícola e alta declividade.
Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação antrópica.
Rio, Lago e Oceano <sup>3</sup>	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
Soja	Áreas cultivadas com a cultura da soja
Outras Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir.
Café	Áreas cultivadas com a cultura do café.
Não Observado	Áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação.

<sup>3</sup> O corpo hídrico “Oceano” foi utilizado apenas a título de legenda, conforme o mapeamento da Coleção 7.0 do MapBiomias, não sendo abordado no texto, uma vez que o estado de Minas Gerais, onde está localizado o município de Itabirito, não é banhado pelo oceano.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (c2019b).

**Figura 4.3** – Fluxograma das atividades de aquisição dos dados e elaboração dos mapas.

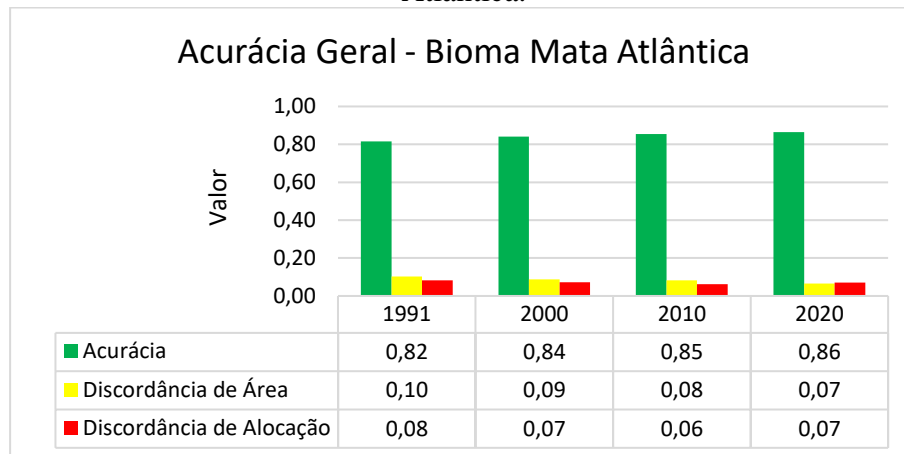


Fonte: O autor (2023).

A acurácia geral do mapeamento da cobertura e uso da terra do projeto MapBiomias, Coleção 7.0, foi obtida no *site* do MapBiomias. A acurácia informa qual a taxa de acerto geral, e sua análise também revela estimativas das taxa de acerto e de erro para cada classe mapeada. Segundo MapBiomias (c2019a), as estimativas da acurácia do projeto foram baseadas na avaliação de aproximadamente 75.000 amostras de pixels, e para a avaliação, foram utilizadas métricas que comparam a classe mapeada com a classe avaliada pelos técnicos na base de dados de referência.

Conforme MapBiomias (c2019a), para a Mata Atlântica, bioma onde está inserido o território de Itabirito (MG), os resultados estatísticos da Coleção 7.0, considerado o nível mais detalhado de legenda (nível 3), o mesmo usado para a elaboração dos mapas, apontaram uma acurácia geral de 84,2%, uma discordância de alocação de 7,4% e uma discordância de área de 8,4%, entre o período de 1985 a 2021. Na Figura 4.4 são apresentados os valores da acurácia e do erro total, decomposto em discordância de área e de alocação do mapeamento do bioma Mata Atlântica, para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020.

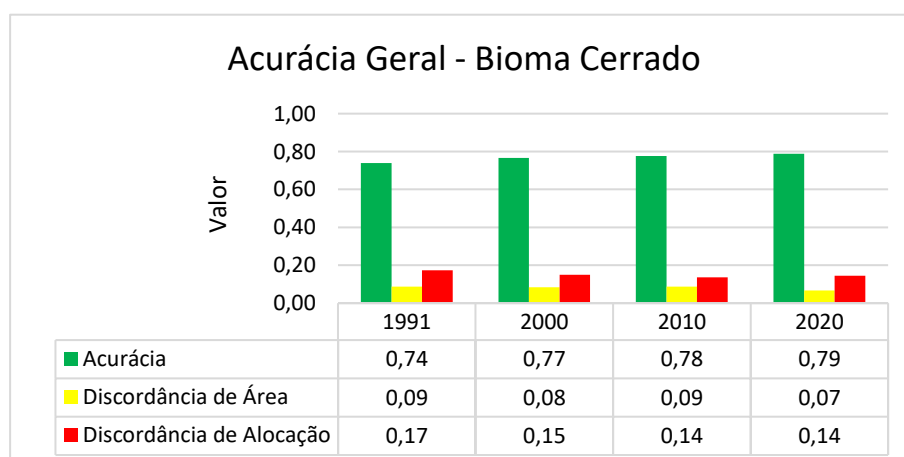
**Figura 4.4** – Acurácia Geral para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, para o bioma Mata Atlântica.



Fonte: Adaptado de MapBiomias (c2019a).

Como o município de Itabirito (MG) está localizado em uma região de transição entre dois biomas limítrofes, contendo formações vegetais características do bioma Cerrado, torna-se fundamental a apresentação da acurácia geral do mapeamento do mesmo. Considerando os resultados estatísticos da Coleção 7.0, conforme o MapBiomias (c2019a), atentando para o nível mais detalhado de legenda (nível 3), resultaram em uma acurácia geral de 76,3%, uma discordância de alocação de 15,6% e uma discordância de área de 8,1%, entre o período de 1985 a 2021. Na Figura 4.5 são apresentados os valores da acurácia e do erro total, decomposto em discordância de área e de alocação do mapeamento do bioma Cerrado, para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020.

**Figura 4.5** – Acurácia Geral para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, para o bioma Cerrado.

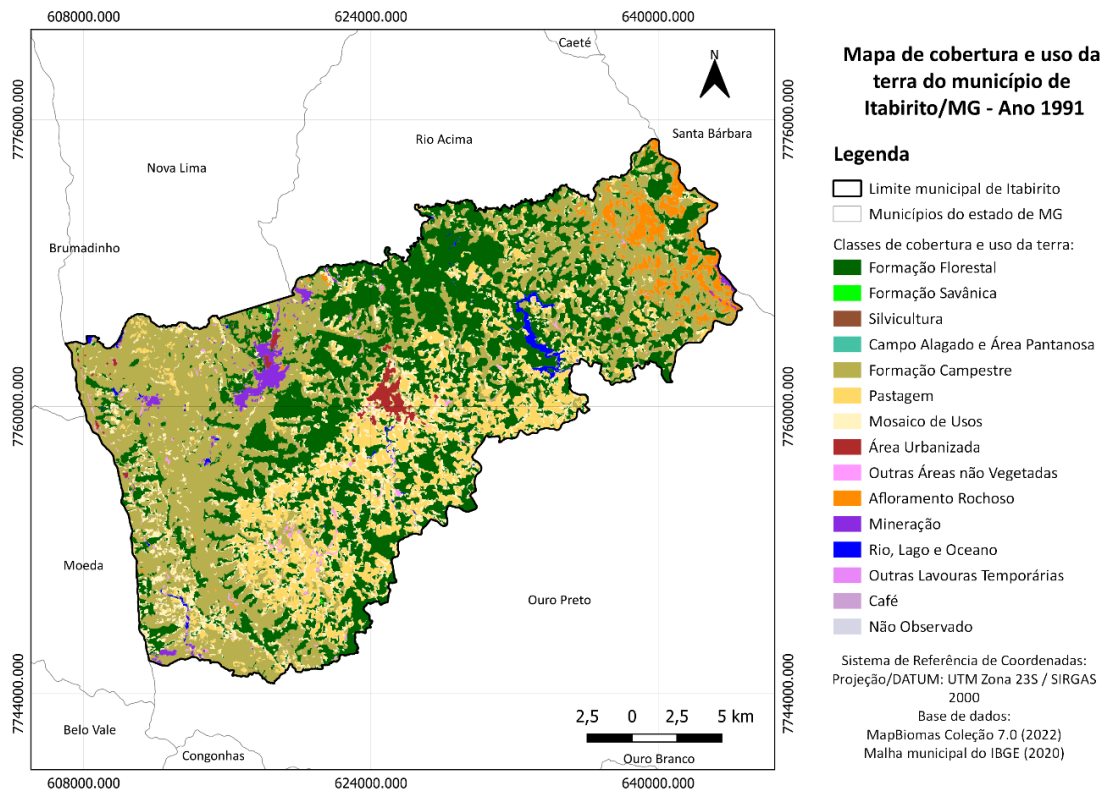


Fonte: Adaptado de MapBiomias (c2019a).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento do uso e ocupação da terra do município de Itabirito para os anos 1991, 2000, 2010 e 2020 é apresentado nas Figuras 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4. A quantificação em quilômetros quadrados e os percentuais em relação à área de estudo são apresentados na Tabela 5.1.

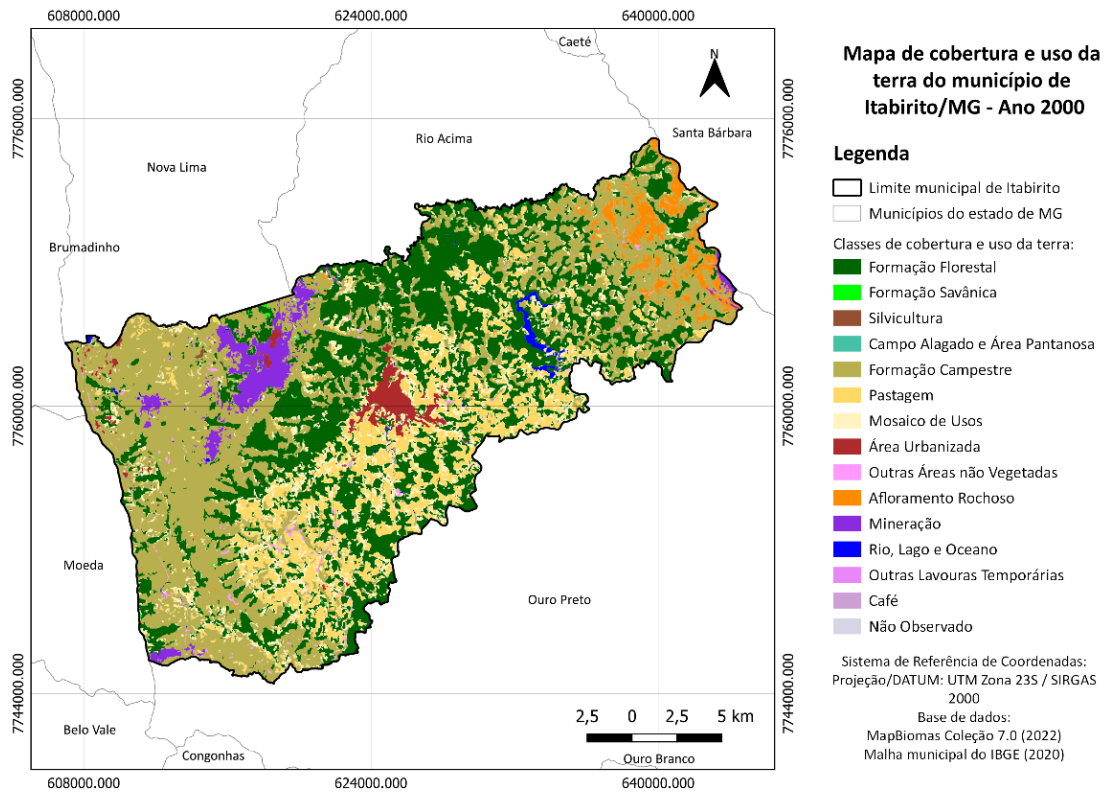
**Figura 5.1** – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 1991.



Fonte: O autor (2023).

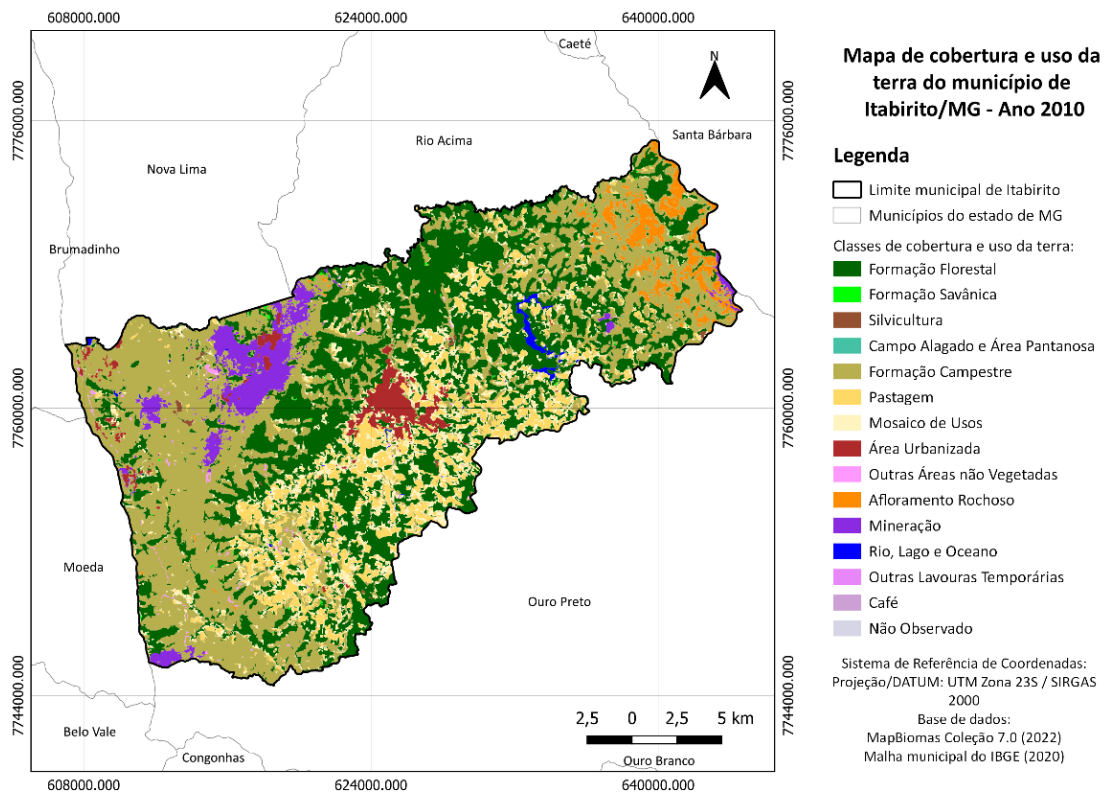
Na Figura 5.1, observa-se o predomínio de Formação Campestre, Formação Florestal, Pastagem e Mosaico de usos, destacando a área de Afloramento Rochoso a nordeste do território, área urbana na região central, ocupando pequenas áreas também à noroeste. A Mineração é evidenciada também à noroeste, com pequenas áreas à sudoeste e nordeste. Os corpos hídricos mais aparentes no mapa são o Rio das Velhas, de maior realce, localizado na região nordeste e o Rio Itabirito, ao centro, com curso dentro da área urbana. Nota-se poucas áreas de Formação Savânica, Silvicultura e Outras Áreas não Vegetadas. As demais classes de uso e cobertura da terra estão mais dispersas pelo mapa, e ocupam uma menor área.

**Figura 5.2** – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2000.



Fonte: O autor (2023).

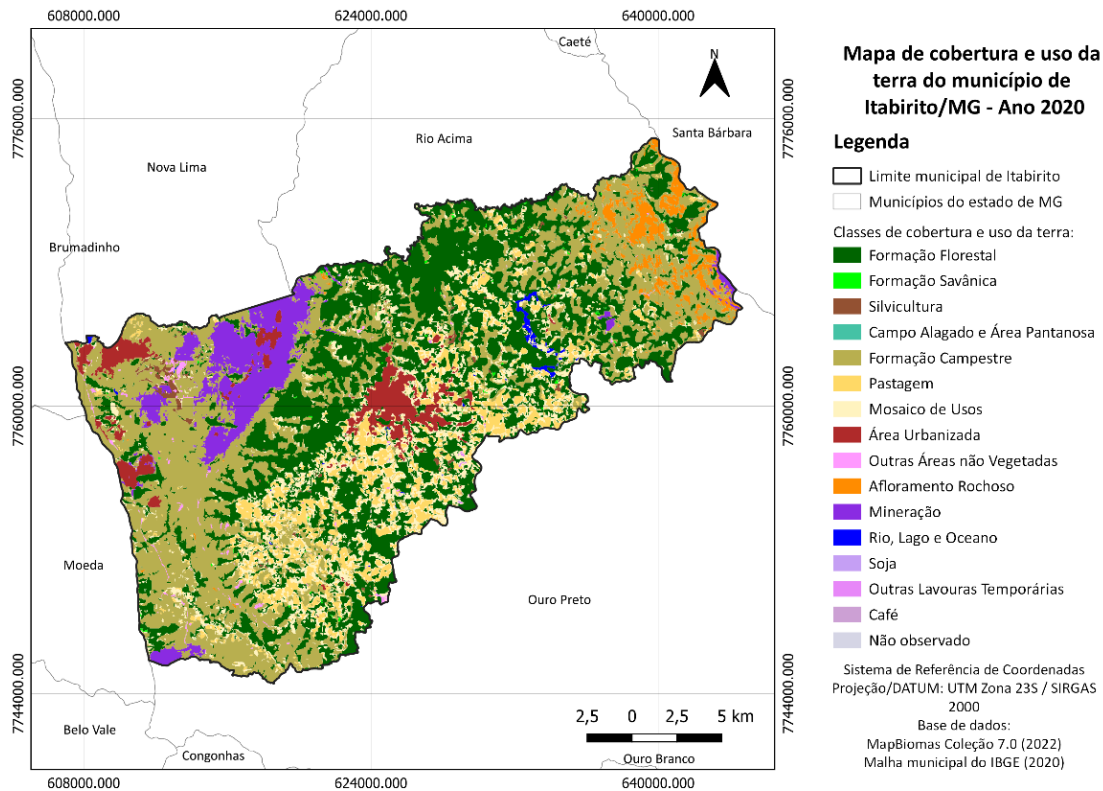
**Figura 5.3** – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2010.



Fonte: O autor (2023).



**Figura 5.4** – Mapa de uso e cobertura da terra do município de Itabirito/MG no ano de 2020.



Fonte: O autor (2023).

**Tabela 5.1** – Área e Porcentagem ocupada por uso e cobertura da terra do Município de Itabirito/MG nos anos de 1991, 2000, 2010 e 2020.

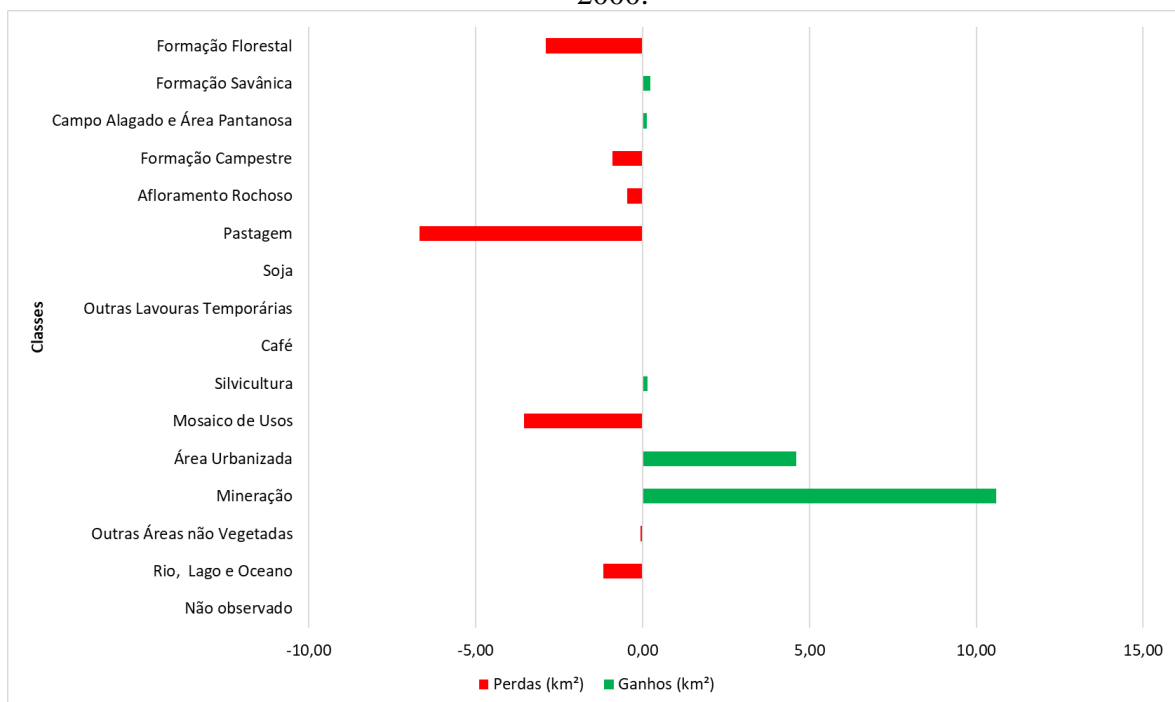
Classe	Ano 1991		Ano 2000		Ano 2010		Ano 2020	
	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Formação Florestal	185,40	34,08	182,50	33,55	182,71	33,58	185,31	34,06
Formação Savânica	0,36	0,07	0,60	0,11	1,00	0,18	1,15	0,21
Campo Alagado e Área Pantanosa	0,02	0,00	0,14	0,03	0,03	0,00	0,02	0,00
Formação Campestre	194,56	35,76	193,66	35,60	201,54	37,05	178,11	32,74
Afloramento Rochoso	14,71	2,70	14,25	2,62	13,96	2,57	13,66	2,51
Pastagem	74,77	13,74	68,09	12,52	54,82	10,08	44,91	8,25
Soja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01
Outras Lavouras Temporárias	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,16	0,03
Café	0,12	0,02	0,11	0,02	0,04	0,01	0,04	0,01
Silvicultura	0,08	0,02	0,22	0,04	1,11	0,20	3,29	0,60
Mosaico de Usos	56,74	10,43	53,19	9,78	50,51	9,28	59,53	10,94
Área Urbanizada	4,34	0,80	8,95	1,64	12,18	2,24	20,93	3,85
Mineração	6,26	1,15	16,86	3,10	21,96	4,04	32,41	5,96
Outras Áreas não Vegetadas	2,81	0,52	2,75	0,51	1,91	0,35	2,58	0,47
Rio, Lago e Oceano	3,84	0,71	2,67	0,49	2,24	0,41	1,84	0,34
Não observado	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00
<b>Total</b>	<b>544,03</b>	<b>100,00</b>	<b>544,03</b>	<b>100,00</b>	<b>544,03</b>	<b>100,00</b>	<b>544,03</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor (2023).

Para os anos 2000, 2010 e 2020, mantém-se o predomínio em área de Formação Campestre, Formação Florestal, Pastagem e Mosaico de usos, respectivamente. Destaca-se a ampliação da mancha urbana na região central, entre os anos de 1991 até 2020, sendo observado também um crescimento de áreas urbanizadas na região noroeste e oeste entre os anos de 2010 e 2020, próximo à Serra da Moeda. Nota-se a grande expansão da área minerada a noroeste, oeste e sudoeste, sobre as áreas de Formação Campestre e Formação Florestal. Identifica-se também a redução de área do Rio das Velhas, ao longo dos 30 anos e o aparecimento da cultura de Soja após o ano de 2010.

Nas Figura 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8, é possível observar os ganhos e perdas de área por classe de cobertura e uso da terra.

**Figura 5.5** – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 1991 e 2000.

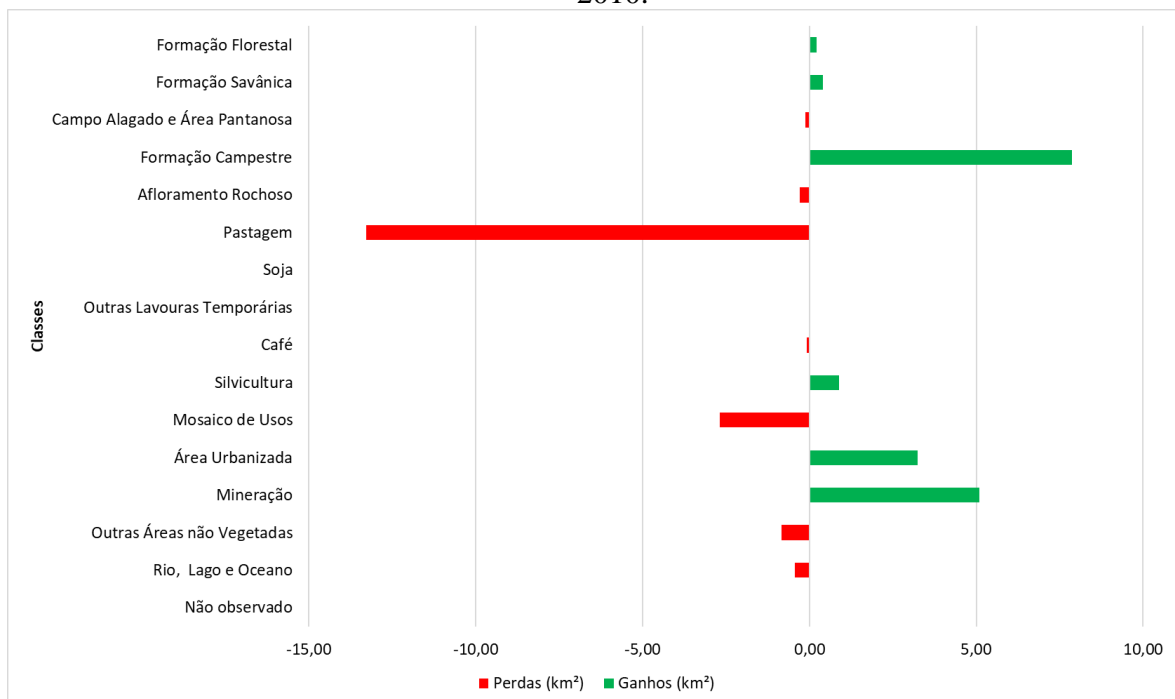


Fonte: O autor (2023).

Entre os anos 1991 e 2000, observa-se as perdas, em área, das classes Formação Florestal, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, Pastagem, Mosaico de Usos, Outras áreas não Vegetadas, Rio e Lago, e ganhos, em área, das classes Formação Savânica, Campo Alagado e Área Pantanosa, Silvicultura, Área Urbanizada e Mineração. As demais classes apresentaram ganhos ou perdas menores que 0,01 km<sup>2</sup>. Considerando, para o município de Itabirito (MG), as Florestas Estacionais Semideciduais como o principal componente da classe Formação

Florestal, se tratando de um tipo vegetacional característico do bioma Mata Atlântica, presente também no bioma Cerrado, e a importância dessas florestas, a perda de aproximadamente 290 hectares da vegetação, seja ela primária, ou secundária, se apresenta como uma ameaça para a preservação desses biomas, resultando na diminuição dos habitats naturais e de alimentos para diversos animais, sendo muitos deles ameaçados de extinção, e contribuindo também, para a acentuação das mudanças climáticas, devido à liberação de carbono, decorrente do desmatamento, para a atmosfera. A redução das Matas ripárias, que abrangem as matas de galeria e as matas ciliares, e fazem parte da Formação Florestal de Itabirito, prejudica a preservação do solo próximos aos corpos d'água, diminuindo a estabilização das margens e da filtragem de sedimentos, aumentando a possibilidade de erosões, dificultando a manutenção da qualidade dos corpos hídricos, podendo interferir, adiante, na vazão dos mesmos. A redução das áreas de Pastagem, de Mosaico de Usos, da Formação Campestre, do Afloramento Rochoso e de Rios e Lagos, em conjunto com o aumento das áreas de Mineração, Áreas Urbanizadas e de Silvicultura, demonstram uma interação, direta ou indireta, entre essas classes.

**Figura 5.6** – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 2000 e 2010.



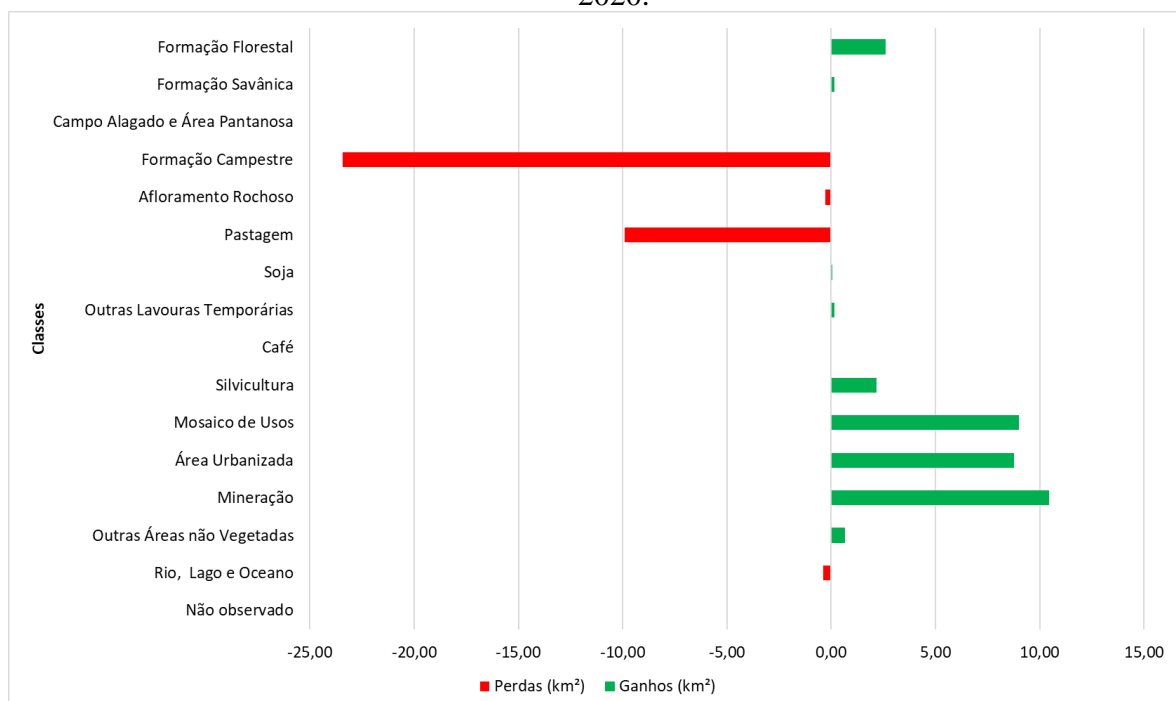
Fonte: O autor (2023).

Entre os anos 2000 e 2010, observa-se o ganho de área em duas classes que ocorreram perdas no intervalo de anos anteriores (de 1991 a 2000), Formação Florestal e Formação Campestre,

possivelmente através da regeneração de sua vegetação. Nota-se que as áreas de Pastagens continuaram a reduzir, bem como Mosaico de Usos, Outras Áreas não Vegetadas, Rios e Lagos.

O ganho de área das classes Formação Campestre, Formação Savânica e Formação Florestal indica o crescimento de áreas de vegetação nativa, bem como da vegetação secundária, que se instala em locais que passaram por processos antrópicos, como o corte raso da vegetação nativa, ou por outros processos, como queimadas e uso do solo para agricultura e pecuária. Ambos os ganhos demonstram a capacidade de regeneração e resiliência da vegetação no local, mesmo com o aumento das atividades extrativistas e expansão urbana, trazendo benefícios, de maneira gradual, na recuperação da biodiversidade, manutenção do ciclo hidrológico, na adaptação das mudanças climáticas e como decorrência, no bem-estar da população.

**Figura 5.7** – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 2010 e 2020.

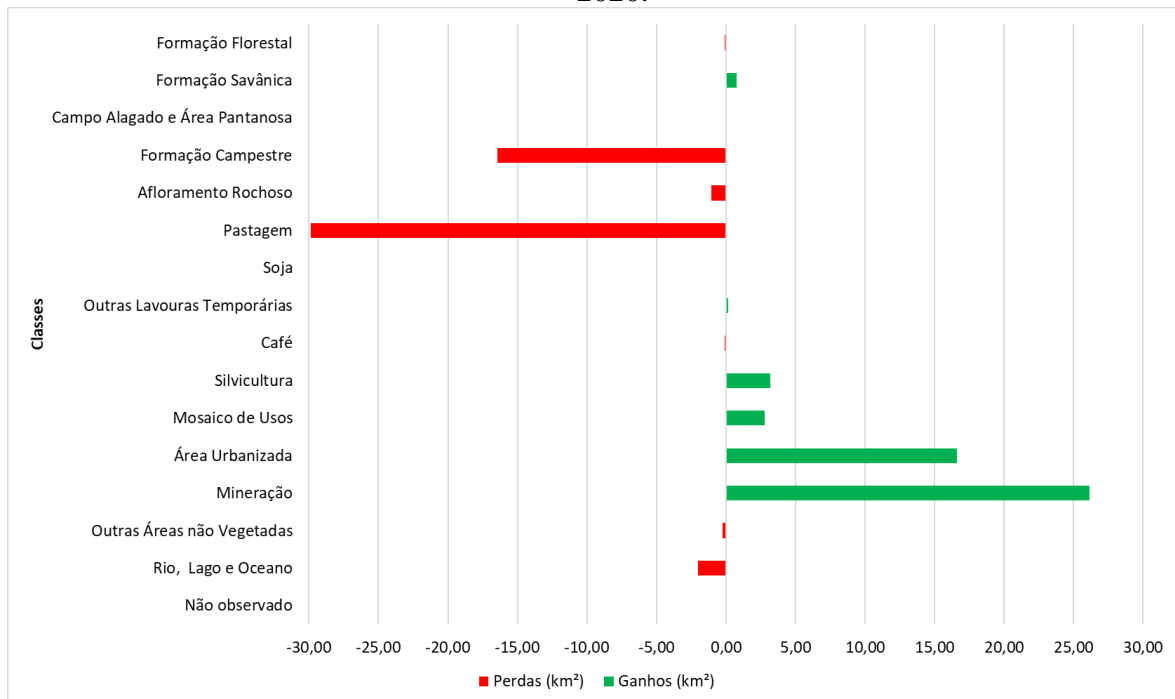


Fonte: O autor (2023).

Entre os anos 2010 e 2020, verifica-se uma perda de aproximadamente 23 quilômetros quadrados da área de Formação Campestre, evidenciando a expansão urbana, minerária e agropecuária sobre esta classe de uso da terra, tendo em vista o crescimento de área das classes de Área Urbanizada, Mineração e Mosaico de Usos, com base nas estatísticas e nos mapas. Constata-se a introdução da cultura de soja no município, o aumento de área de Outras Lavouras Temporárias, que anteriormente não se demonstrava uma classe expressiva e o ganho de área de Mosaico de Usos, que nos intervalos de 1991 a 2000, e de 2000 a 2010, passou por perdas.

O aumento dessas classes ocorre frente aos cenários de substituição da formação campestre, decorrente do desmatamento, e da ampliação da agricultura sobre as áreas de pastagem. Nota-se também os ganhos de área da Formação Florestal e Formação Savânica, cujos benefícios já foram apontados anteriormente.

**Figura 5.8** – Ganhos e Perdas em área por classe de cobertura e uso da terra – Ano 1991 e 2020.



Fonte: O autor (2023).

Ao analisar o acumulado de perdas e ganhos, em quilômetros quadrados, dos anos de 1991 a 2020, para o município de Itabirito (MG), as classes que tiveram mudanças mais expressivas foram Pastagem e Mineração. Porém, tendo em vista a relevância dos potenciais benefícios e impactos negativos envolvidos com essas alterações de uso e cobertura da terra, cada classe foi examinada separadamente. Para auxiliar na identificação dos processos antrópicos e no entendimento das interações entre as classes, foi utilizada a Matriz de transição para os anos 1991 e 2020, apresentada na Tabela 5.2. Os cruzamentos entre as mesmas classes na matriz, com valores destacados em negrito, representam as áreas onde não ocorreram alterações do tipo de cobertura e uso da terra, ao longo dos 30 anos analisados. Salienta-se que no ano de 1991, não havia a presença da classe Soja, no município de Itabirito, segundo o mapeamento da Coleção 7.0 do MapBiomias.

**Figura 5.9** – Matriz de transição da cobertura e uso da terra – Área em km<sup>2</sup> – Ano 1991 e 2020 – Itabirito/MG.

Ano	Classes	2020														Total 1991	
		3	4	9	11	12	15	21	24	25	29	30	33	39	41		46
1991	3	<b>164,56</b>	0,08	0,28	0,00	3,16	3,15	9,18	1,54	0,17	0,00	3,38	0,04	0,00	0,01	0,00	185,56
	4	0,02	<b>0,23</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38
	9	0,04	0,00	<b>0,01</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
	11	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
	12	2,10	0,13	1,70	0,01	<b>153,06</b>	3,21	4,84	6,94	1,73	0,11	20,52	0,05	0,00	0,00	0,00	194,41
	15	4,80	0,15	1,03	0,00	6,81	<b>33,66</b>	23,30	4,23	0,09	0,00	0,29	0,01	0,06	0,15	0,02	74,61
	21	13,35	0,59	0,27	0,00	12,56	4,45	<b>21,14</b>	3,09	0,06	0,01	1,09	0,05	0,00	0,00	0,01	56,66
	24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>4,40</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,40
	25	0,03	0,00	0,00	0,00	1,30	0,34	0,22	0,22	<b>0,43</b>	0,03	0,19	0,01	0,00	0,00	0,00	2,77
	29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,02	0,01	0,03	<b>13,67</b>	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	14,86
	30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	<b>5,98</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	6,32
	33	0,51	0,00	0,00	0,00	0,61	0,04	0,62	0,16	0,08	0,00	0,20	<b>1,64</b>	0,00	0,00	0,00	3,85
	41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00
	46	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,01</b>	0,13
	Total 2020	185,42	1,18	3,29	0,02	177,99	44,91	59,39	20,93	2,58	13,83	32,43	1,80	0,06	0,15	0,04	544,03

Legenda: 3- Formação Florestal; 4- Formação Savânica; 9- Silvicultura; 11- Campo Alagado e Área Pantanosa; 12- Formação Campestre; 15- Pastagem; 21- Mosaico de Usos; 24- Área Urbanizada; 25- Outras Áreas não Vegetadas; 29- Afloramento Rochoso; 30- Mineração; 33- Rio, Lago e Oceano; 39- Soja; 41- Outras Lavouras Temporárias; 46- Café.

Fonte: O autor (2023).

A matriz de transição apresentada na Figura 5.9, examinada na horizontal, indica o total ocupado por cada classe em 1991, e os valores ao longo da linha, representam a área por qual classe de uso da terra foi substituída no ano de 2020, enquanto que, examinada na vertical, indica o total ocupado por classe em 2020, e os valores ao longo da coluna, representam as áreas, por classe, que foram sobrepostas pela respectiva classe analisada.

A redução de área da Formação Florestal está relacionada, profundamente, com a expansão das áreas de mineração, uma vez que os minerais mais explorados se encontram no solo e no subsolo, ocorrendo a retirada da cobertura vegetal para alcançá-los. A abertura de estradas para transporte de pessoas e do minério, através de rodovias e ferrovias, o desenvolvimento de obras de infraestrutura para a implantação e amplificação de empreendimentos da mineração, e os barramentos também atingem a vegetação. O desenvolvimento urbano também contribuiu para a redução dessa classe, a partir da construção de edificações, expansão de estradas, comércios, indústrias e demais infraestruturas urbanas. Apesar da grande influência do Mosaico de Usos sobre essa classe, nota-se que o ganho de área de Formação Florestal sobre a classe Mosaico de Usos foi maior. Em adição, em algumas áreas dos mapas, observa-se o avanço da agricultura, da silvicultura, e da área urbana sobre essas formações.

Deve-se ressaltar que a dinâmica da cobertura florestal nativa, tendo em vista o pertencimento do município de Itabirito ao bioma Mata Atlântica, e a presença de fitofisionomias vegetais características também do Cerrado, com ganhos de área observados nos intervalos de anos de 2000 a 2010, e de 2010 a 2020, e perdas de área do ano de 1991 a 2000, demonstram uma

redução das florestas mais antigas e o aumento da cobertura florestal nativa mais jovem, diminuindo assim a idade média dessas florestas, e representando uma ameaça para conservação da biodiversidade e manutenção dos serviços ecossistêmicos para esses biomas. Essa redução, conforme Rosa et al. (2021), pode promover o isolamento e destruição de habitats, extinção de espécies endêmicas, e até afetar os rendimentos agrícolas. Os ganhos de área observados devem-se, substancialmente, as compensações ambientais desenvolvidas pelos empreendimentos minerários para a obtenção das licenças ambientais ou como condicionantes das mesmas, além dos incentivos financeiros, fiscais e melhorias de propriedade promovidos através de políticas e programas municipais, que visam estimular os proprietários rurais a adotar ações de recuperação e conservação das florestas.

O aumento de área da classe Formação Savânica, nos intervalos de anos analisados, confere um ganho ao Município de Itabirito (MG), favorecendo a manutenção da diversidade biológica, manutenção do ciclo hidrológico, maior teor de umidade do solo, sequestro de carbono, e das funções ecológicas desempenhadas por essa formação, fortalecendo principalmente, a conservação do bioma Cerrado. Constata-se que as classes mais sobrepostas pela Formação Savânica foram o Mosaico de Usos e a Pastagem, indicando a resistência dessa formação sobre solos possivelmente degradados, além de processos de compensação e estímulos similares aos que ocorreram para o ganho de área da Formação Florestal. Ressalta-se que o reflorestamento a partir do plantio de mudas de árvores nativas contribuem para a infiltração da água no solo e preservação das nascentes.

O ganho de áreas de Silvicultura representa uma alternativa econômica para os agricultores e pecuaristas, quando a classe substitui as áreas de Pastagem, principalmente para os que possuem terrenos com solos muito degradados e com baixas produtividades. O evolução e disseminação de técnicas agroecológicas, como o desenvolvimento de sistemas agrossilvipastoris, onde ocorrem a associação de árvores, cultivos agrícolas e atividades pecuárias, permitem o ganho de produtividade em conjunto com uma maior ciclagem de nutrientes e recuperação da fertilidade do solo, fortalecendo a relação entre as comunidades rurais, devido às possibilidades de consórcios. As áreas de Silvicultura próximas aos limites dos empreendimentos minerários, ao noroeste do mapa, podem cumprir os objetivos de cortina arbórea para mitigação da poluição sonora, atmosférica, e do impacto visual, redução da intensidade da erosão do solo ou aproveitamento da sua biomassa.

A notável perda de área da Formação Campestre decorreu essencialmente devido a Mineração e a expansão urbana, diminuindo a flora campestre, causando, de imediato, a redução da taxa de permeabilidade do solo, e conseqüente, aumento do escoamento superficial. Com exemplares do Cerrado, dentre eles, o grupo de campos rupestres, também associado à essa classe, se tratando de uma fitofisionomia peculiar, que ocorre, no geral, em altitudes acima de 900 metros, de considerável endemismo e com espécies raras, o desenvolvimento de atividades minerárias frente à esses ecossistemas se apresenta como uma grande ameaça para esse bioma e para a biodiversidade local.

A expansão dos centros urbanos ocorreu de maior forma na região central do município, ao longo do Rio Itabirito, das rodovias MG-030 e Rodovia dos Inconfidentes, onde estão estabelecidas empresas de siderurgia, de combustível, de logística, de alimentos, têxteis, curtume, entre outras indústrias e comércios, com avanço concretizado da zona urbana em direção à divisa com o município de Ouro Preto, sendo contemplados também aglomerados urbanos com pouco ordenamento próximos ao Rio das Velhas, e na região noroeste do município, onde destaca-se a inauguração da Fábrica da Coca-Cola FEMSA no local, em 2015 e a proximidade com as empresas Mineradoras, além da presença de condomínios margeando a rodovia BR-040, próximos à Serra da Moeda.

Embora o avanço da Mineração permita a arrecadação de impostos para o município, geração de emprego e renda, desenvolvimento social e tecnológico, e a expansão da Área Urbanizada, além dos benefícios apontados para a Mineração, possibilite, a difusão e acesso à melhores condições de saúde, educação e saneamento básico, os impactos à população e ao meio ambiente são eminentes. Uma urbanização não planejada, como ocorreu na região noroeste de Itabirito, no Bairro Balneário Água Limpa, pertencente também ao município de Nova Lima, e ganhou atenção especial na versão do Plano Diretor Municipal do ano 2019, gera desemprego, poluição e consumo excessivo dos recursos naturais, aumento da criminalidade, dificuldade de acesso igualitário aos recursos básicos para a sobrevivência urbana, entre outras conseqüências, enquanto a falta de controle ambiental das mineradoras promovem o aumento da probabilidade de desmatamento, ameaças à flora e a fauna local, aos recursos hídricos, ao solo e ao ar.

Considerando ainda os impactos sociais e econômicos, diretos e indiretos, da mineração sobre o município de Itabirito (MG), os recursos provenientes da arrecadação do município através da CFEM, de acordo com a ANM (2022) devem ser aplicados em “projetos, que direta ou



indiretamente revertam em prol da comunidade local, na forma de melhoria da infraestrutura, da qualidade ambiental, da saúde e educação”. Nesse sentido, considerando o expressivo valor distribuído para o município de Itabirito, de acordo com a ANM (2023), de R\$ 19.507.724, 81 no ano de 2010, R\$ 33.856.941,83 no ano de 2015, e R\$ 133.940.625,96 no ano de 2020, da CFEM, como Município Produtor, espera-se que essa renda seja investida no desenvolvimento da cidade como um todo, na conservação do meio ambiente e na qualidade de vida da população.

Conforme o Instituto Água e Saneamento (c2020), o município possui Política Municipal, Plano Municipal e Conselho Municipal de Saneamento, o que contribui para as elevadas porcentagens de atendimento à população, quanto ao abastecimento de água, de 97,99%, quanto ao esgotamento sanitário, de 85,41%, e quanto a coleta de resíduos domiciliares, de 98,13%, quando comparadas com as médias do estado e do país, trazendo assim, reflexos positivos para a saúde da população. No entanto, segundo o Infosanbas (2023), em 2020, após a realização de 393 análises de agrotóxicos na água potável distribuída pela prestadora de serviço, foram detectados 27 ingredientes ativos de agrotóxicos, evidenciando a contaminação dos corpos hídricos utilizados para o abastecimento de água da população. Além disso, a segunda forma predominante de esgotamento no município em 2010 era Rios ou Lagos, aumentando ainda mais essa contaminação. Mesmo com o desenvolvimento de Políticas Públicas de Saneamento, do ano de 1996 ao ano 2020, foram registradas 40 mortes por Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado (INFOSANBAS, 2023).

Para Mota e Magalhães (2023), considerando o município de Itabirito de matriz econômica totalmente direcionada para a atividade principal, Mineração, ocorre uma forte dependência da exportação dos insumos, não trazendo bons resultados dessa produção em termos de valor agregado, impactando assim, a população. Com relação à educação, apesar de possuir cinco instituições de ensino superior, e três instituições de ensino técnico, o município apresenta um grande desafio quanto a elevada porcentagem da população que não concluiu o ensino médio e com o problema da evasão escolar, atingindo principalmente os estudantes de escolas públicas, gerando, desse modo, dificuldade para as empresas contratarem mão de obra local para cargos que exigem maior qualificação profissional (MOTA e MAGALHÃES, 2023).

A redução de área de Rios e Lagos, e demais afluentes, devido à ação antrópica geram uma ameaça não só para o município de Itabirito, como também para as cidades vizinhas que

dependem desses corpos hídricos, aumentando os conflitos pelo uso da água. A redução pode estar relacionada ao aumento do consumo pelas atividades domésticas, industriais, extrativas, agropecuárias, pelo crescimento demográfico, mudanças climáticas, pelo assoreamento dos corpos hídricos e redução de nascentes, entre outros agentes. Como foi observado a sobreposição das áreas de Rios e Lagos principalmente pelos Mosaicos de Usos, as atividades desenvolvidas nessa classe trazem riscos, como a redução da disponibilidade hídrica devido a irrigação e dessedentação animal, e contaminação das águas por agrotóxicos. De acordo com os mapas gerados, dentre os corpos hídricos mais atingidos, destacam-se o Rio das Velhas e o Rio Itabirito, que, conforme Myr Projetos (2013), sofre pressões das atividades de mineração, urbanização, consumo industrial e posterior lançamento de efluentes, consumo nas atividades agrossilvopastoris, redução da vazão das nascentes, retirada das matas ciliares, extração de areia, lançamento de esgotos domésticos, ocasionando principalmente o assoreamento e o aumento de focos de erosão, alterando características físicas, químicas e biológicas desses corpos hídricos, resultando em modificações na qualidade, e a redução na quantidade. Esses processos, além de afetarem todo o ecossistema aquático e a fauna terrestre local, prejudicam a população, que depende direta ou indiretamente desses rios e seus afluentes, incluindo a população da RMBH, sendo o Rio das Velhas fundamental no abastecimento da região.

A sobreposição da Formação Campestre demonstram os avanços da vegetação sobre as margens desmatadas dos corpos hídricos, margens estas, entornos de nascentes e cursos d'água, consideradas Áreas de Preservação Permanente, que atraíram maior preocupação da Prefeitura Municipal, especialmente após diagnóstico feito para a elaboração da versão do Plano Diretor Municipal do ano 2019, idealizando, a partir deste, programas de recuperação e proteção das nascentes e recomposição das matas ciliares, como o programa de Pagamento por Serviços Ambientais. Ressalta-se que a redução de área de Rios e Lagos, não necessariamente se trata da perda de corpos hídricos naturais, uma vez que o mapeamento realizado pelo MapBiomias considera barramentos, lagoas temporárias e reservatórios, utilizados principalmente por empresas mineradoras.

As perdas de Afloramentos Rochosos se relacionam com as atividades extrativistas, localizadas essencialmente na região limítrofe entre o município de Itabirito e o município de Santa Bárbara, e na região noroeste do município de Itabirito, considerando que os minerais extraídos são encontrados em rochas. Como comumente ocorre a presença de vegetação característica nesses ecossistemas, essas perdas também afetam a biodiversidade e o patrimônio natural do

município. O avanço da mineração de Capanema, pertencente ao município de Santa Bárbara, ultrapassando o limite territorial e alcançando o município de Itabirito, concede uma poluição visual para os turistas e moradores locais que realizam a trilha com destino ao Pico do Monge.

A redução das lavouras de café, frente ao aumento de Outras Lavouras Temporárias e a introdução da cultura de Soja deve-se a uma prática comum entre os agricultores, levando em consideração a demanda pelo produto, o preço, os custos, a ciclagem de nutrientes do solo, entre outros fatores, incluindo a possibilidade de degradação deste solo, que pode afetar também a produtividade das lavouras. Como essas atividades são responsáveis pela geração de emprego e renda, principalmente para lavouras de plantio e colheita manual, o balanço positivo entre esses tipos de cultura ainda garante o serviço social e econômico local.

O mesmo ocorre com as Pastagens, sabendo-se que a classe está amplamente associada à classe de Mosaico de Usos, devido ao desenvolvimento das atividades agrícolas e pecuárias, a perda de áreas de Pastagens e o ganho de área do Mosaico de Usos possuem uma interação direta. Além dessa interação, nota-se perdas de área de Pastagem relacionadas a diversos fatores, dentre eles: êxodo rural, industrialização, mudanças climáticas, técnicas de pecuária intensiva, expansão imobiliária, avanço das formações campestres e silvicultura. Sabe-se que do histórico de degradação das áreas de Pastagens, logo, a rotatividade e os plantios no local podem aumentar a fertilidade e auxiliar na recuperação dessas áreas. A redução das áreas de pastagem trazem impactos, sobretudo, para os criadores de gado de corte e de leite para subsistência, promovendo o desemprego, menor produção de produtos artesanais e *in natura*, enfraquecendo a economia rural e gerando uma maior dependência externa desses produtos.

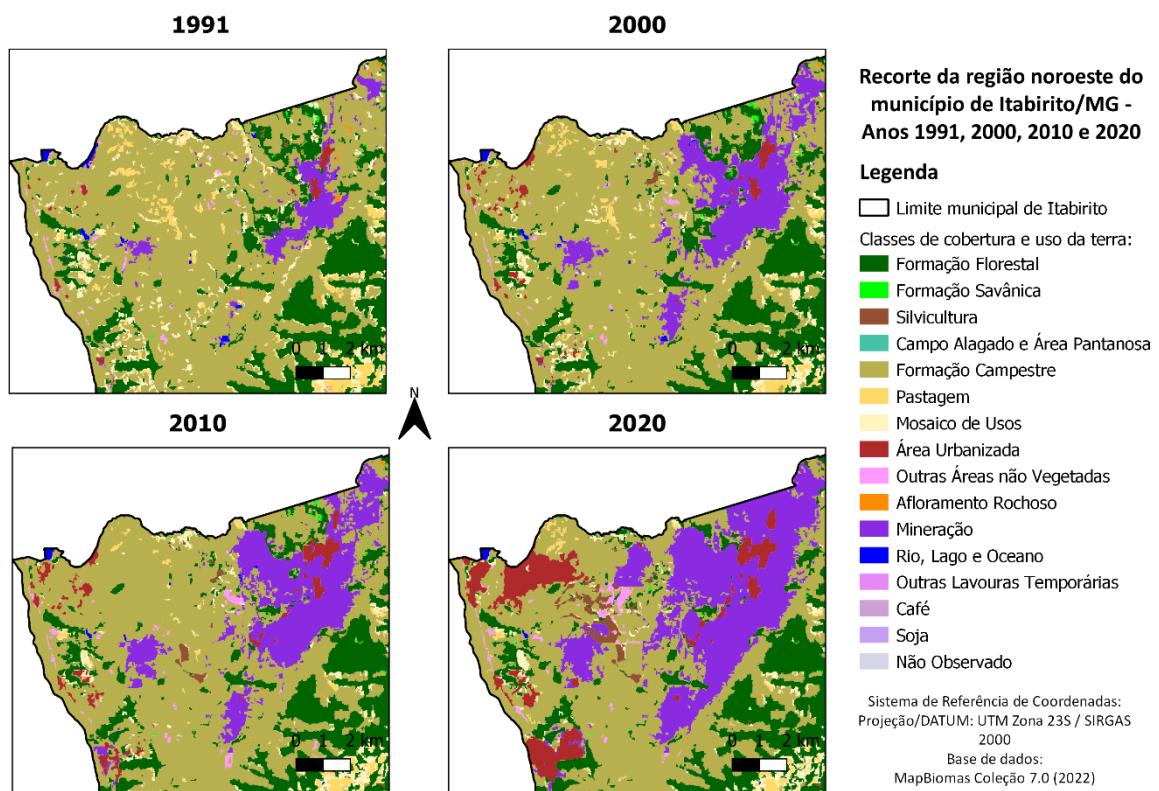
Houve pouca alteração da cobertura da classe Campo Alagado e Área Pantanosa, devendo-se a sua perda de área ao avanço da Formação Campestre, igualmente como ocorreu para a classe Outras Áreas não Vegetadas. Sabendo-se que essa última classe está associada a áreas de superfícies não permeáveis que não foram mapeadas em suas classes, constata-se a recuperação de espaço dessas formações, devido ao seu rápido crescimento, facilidade de reprodução e resiliência.

Embora ocorreu um pequeno ganho da classe Não Observado, as baixas porcentagens de áreas bloqueadas por nuvens ou ruído atmosférico, ou com ausência de observação, decorrem da melhoria contínua das tecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento, das resoluções das imagens de satélites, da especialização de profissionais, principalmente na área

de informações geográficas, concedendo assim, amostragens mais confiáveis, seguidas de interpretações e classificações das imagens de satélite mais precisas, com menores porcentagens de erros.

Tendo em vista um melhor detalhamento da zona de maior área da classe Mineração, a região noroeste de Itabirito, foi gerado um mapa com o recorte dessa região, para os anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, apresentado na Figura 5.10.

**Figura 5.10** – Recorte da região noroeste do município de Itabirito/MG – Anos 1991, 2000, 2010 e 2020.



Fonte: O autor (2023).

As atividades de mineração, embora possua variações conforme o tipo de minério, no geral, compreendem as etapas de pesquisa, exploração, extração e beneficiamento, sendo que no estado de Minas Gerais, os métodos de exploração mais aplicados são a lavra a céu aberto e a lavra subterrânea, para jazidas mais próximas à superfície, e depósitos mais profundos, respectivamente. O município de Itabirito, assim como os demais municípios pertencentes a região do Quadrilátero Ferrífero, se destaca na extração do minério de ferro. Outras substâncias também exploradas no município são o filito, a argila, a areia, a bauxita, o minério de manganês, ouro, mármore e caulim.

A partir da análise do recorte da região noroeste do município de Itabirito, dos anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, constata-se a alteração do uso do solo com o avanço da mineração sobre a Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Afloramento Rochoso, Mosaico de usos e Rio e Lago, proporcionando, nesse período, a redução da cobertura vegetal, e, conseqüentemente, a mudança dos estágios sucessionais da vegetação do bioma Mata Atlântica e do Cerrado, tornando as vegetações primárias, ainda sem a ação antrópica, vegetações secundárias, em regeneração, além da redução e descaracterização de habitats silvestres, afugentamento e estresse da fauna, poluição hídrica, impacto visual, redução da disponibilidade de minerais, dentre outros impactos.

Com a ampliação das áreas de mineração, torna-se necessária a abertura da rede viária para o tráfego de cargas e pessoas. As estradas internas de acesso as minas, em grande maioria dos empreendimentos, não são pavimentadas, sofrendo os impactos do deslocamento de maquinários pesados utilizados pelas empresas mineradoras, como tratores, retroescavadeiras, perfuratrizes, caminhões fora-de-estrada e pás-carregadeiras. Semelhante, as estradas vicinais, externas às empresas, possuem baixo desenvolvimento da infraestrutura, e um intenso trânsito de caminhões, carregados ou não, de minério, provocando, para ambos os tipos de estrada, sobretudo, a compactação do solo. As atividades dos equipamentos promovem a poluição do ar, a partir de emissões de gases provenientes da combustão do óleo diesel, principal combustível utilizado, pela poeira gerada durante os processos de lavra, transporte e beneficiamento, poluição sonora, provocados pela emissão de ruídos das máquinas, contaminação do solo, a partir de vazamentos de combustíveis e produtos químicos utilizados, e pela geração de resíduos sólidos.

Considerando as medidas de mitigação e prevenção para esses impactos, o plantio de árvores com o objetivo de formar uma cortina arbórea no entorno das áreas mineradas atrai o interesse das empresas mineradoras, uma vez que a cobertura vegetal, conforme a espécie escolhida, a área ocupada e a altura efetiva dos exemplares, pode atenuar o ruído ambiental, a dispersão das partículas de poeira e o impacto visual. O aumento da área de Silvicultura na região, ao longo dos 30 anos, principalmente das monoculturas de eucalipto e pinus, reflete diferentes cenários. Quando inseridos na área de mineração, fortifica o desenvolvimento de medidas de controle para os problemas apontados, e a possibilidade de aproveitamento energético de sua biomassa, a partir da lenha, carvão vegetal e cascas, em conjunto com a utilização própria da madeira, com as finalidades de produção de estacas, dormentes, dentre outros artefatos. Quando inseridos

em uma área que já foi dominada por pastagem ou em mosaico de usos, sabendo do histórico de degradação dessas classes, trata-se de plantios para comércio, ou iniciativas para buscar a restauração florestal e recuperação dos solos.

Sabe-se que as monoculturas de eucalipto e pínus são capazes de sequestrar o CO<sub>2</sub>, em um rápido ciclo produtivo, trazendo um impacto benéfico para o meio ambiente, em curto e médio prazo, e que para o plantio das mudas, corte e manutenção das árvores, gera-se, mesmo que de maneira efêmera, emprego e renda, trazendo ganhos para o meio econômico e social. Porém, no meio científico e acadêmico, existem inúmeras discussões sobre os malefícios relacionados a esses gêneros de plantas. Com relação a interação do eucalipto com os recursos hídricos, quando plantado em regiões com baixos índices pluviométricos, pode acarretar no ressecamento do solo ou comprometer o fluxo hidrológico, caso as raízes alcancem os lençóis freáticos. No que se refere à interação com os solos, como o índice de área foliar do eucalipto, por exemplo, é menor do que de uma árvore nativa da Mata Atlântica, a interceptação da chuva é inferior, promovendo um maior escoamento superficial, e conseqüentemente, deixando o solo mais exposto a processos erosivos. As plantações de eucalipto também contribuem para a ciclagem de nutrientes, a partir da queda de folhas, galhos finos e casca, que formam a serapilheira, estabelecendo a liberação e absorção de nutrientes devido a decomposição do material orgânico. Quanto à interação com a biodiversidade, quando comparadas as monoculturas do pínus e eucalipto com as florestas nativas, observa-se uma menor variedade de espécies de fauna e flora.

Conforme Vital (2007), a interação da monocultura do eucalipto com o meio ambiente pode trazer efeitos benéficos ou deletérios, variando conforme a região implantada, o bioma de inserção, as condições prévias ao plantio e as técnicas de manejo adotadas. Para o município de Itabirito, nos locais onde a monocultura de eucalipto e do pinus foi inserida sobre áreas de pastagem e mosaicos de uso, tem-se um incremento de biomassa florestal. Como o regime pluviométrico do município não é baixo, o risco de ressecamento do solo é menor, entretanto, a possibilidade das raízes do eucalipto atingirem o lençol freático constituem uma ameaça aos corpos hídricos, tendo em vista o grande volume de água utilizado durante o seu crescimento. Com relação ao ar, caso o eucalipto e o pinus seja utilizado como uma árvore para corte, foco frequente do sistema de plantio que tem-se o manejo florestal, acarretará em emissões biogênicas de CO<sub>2</sub>, contribuindo para a intensificação do efeito estufa. Apesar dos benefícios apontados, deve-se frisar que, em virtude da tamanha riqueza e biodiversidade do bioma Mata

Atlântica, e a extrema importância de sua conservação, para o desenvolvimento do município, não pode ser considerada como uma opção a substituição da floresta nativa pela floresta plantada.

A instalação e início de operação da fábrica da empresa Air Liquide, produtora de dióxido de carbono, energia elétrica a partir da queima de gás natural, água gelada, vapor de água e nitrogênio, no segundo semestre de 2013, responsável por fornecer recursos, posteriormente e principalmente, para a fábrica da empresa Coca-Cola FEMSA, produtora de refrigerante, inaugurada em 2015, próximas a divisa do município de Itabirito com Brumadinho, Nova Lima e Moeda, contribuíram para a geração de empregos, diretos e indiretos na região, arrecadação de impostos para o município, auxiliando também na expansão urbana da microrregião. Apesar dos impactos sociais e econômicos positivos, o empreendimento da Coca-Cola FEMSA recebe críticas relacionadas ao uso exacerbado dos recursos hídricos. Se tratando de uma matéria-prima essencial para a fabricação de refrigerantes, a água, utilizada pela empresa em várias etapas do processo produtivo, dentre elas, no processo industrial, incorporação ao produto, lavagem de pisos/equipamentos e consumo humano, é proveniente de um poço tubular profundo de fornecimento do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Itabirito – SAAE, e da coleta de água de chuvas em um tanque submerso, sendo o consumo máximo atingido pelo empreendimento de 98.815,62 m<sup>3</sup>/mês, conforme o Parecer nº 218/SEMAD/SUPRAM CENTRAL-DRRA/2021, da SUPRAM CM (2021).

A intensa retirada de água subterrânea, relacionada também com as atividades desenvolvidas pelas empresas mineradoras próximas ao local, gera um conflito pelo uso da mesma, sendo apontada a redução do volume de água das nascentes, cachoeiras e córregos nos distritos limítrofes, conforme relatos de moradores de Suzana, Campinho, Gorduras, Carneiros e Chácara, situadas na face oeste da Serra da Moeda, no município de Brumadinho, trazendo um risco futuro de escassez hídrica que vai além dos limites do município de Itabirito (PALHA, 2021).

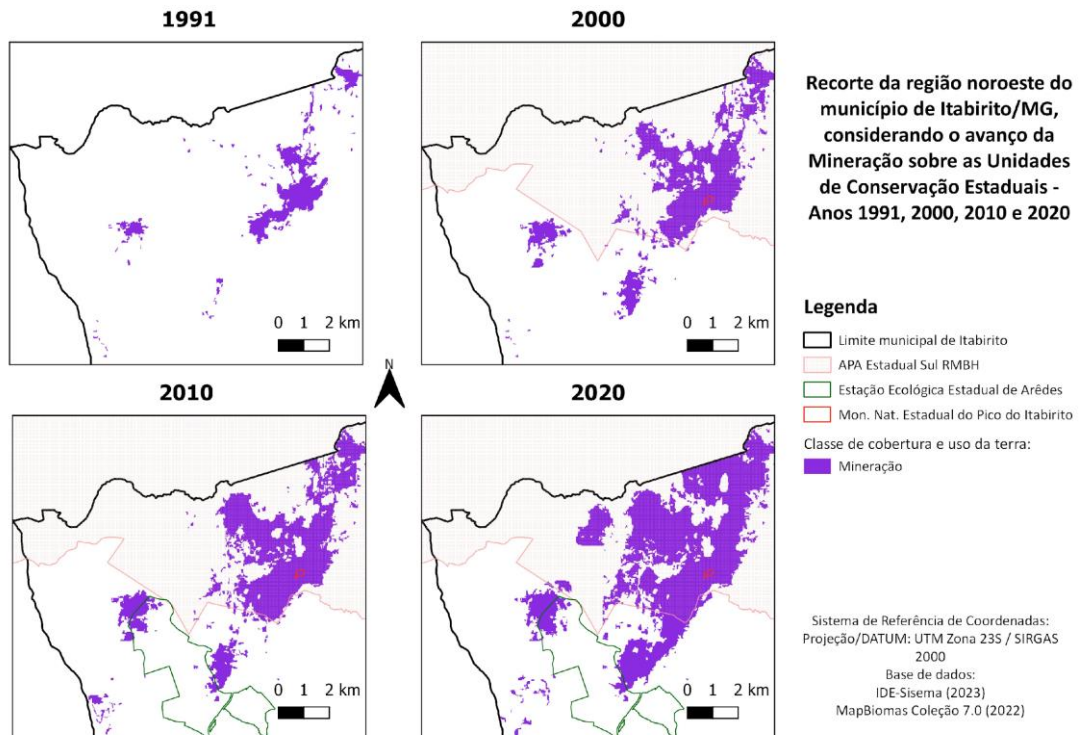
Com base no desenvolvimento da região noroeste do município de Itabirito, entre 1991 e 2020, verifica-se a expansão urbana convergindo para as áreas de mineração. Esse avanço e potencial encontro das duas classes de uso do solo, nos próximos anos, pode trazer implicações como um maior conflito pelo uso da água e do solo, exposição das comunidades às emissões atmosféricas, como gases, poeira e fumaça, a ruídos e vibrações, devido ao uso de explosivos, maquinários

pesados, caminhões, e outros equipamentos ruidosos, que, conseqüentemente, afeta a saúde e o bem-estar da população, além de depreciar os imóveis circunvizinhos, pelo incomodo e pelas rachaduras nas paredes das construções. Ambas as classes provocam o impedimento da regeneração natural da vegetação, que, em conjunto com a redução da cobertura florestal, alteração da topografia local e com a impermeabilização do solo, seja através da pavimentação, ou a partir da compactação, resultando no aumento do escoamento superficial, e em seqüência, redução do abastecimento dos lençóis freáticos e a aceleração os processos erosivos. O risco de ocorrer a poluição das águas e dos solos se eleva, por meio de despejos de esgotos irregulares e descartes de resíduos sólidos de maneira incorreta, pelo tratamento e beneficiamento do minério, por vazamento de óleos e pela presença de barragens de contenção contendo rejeitos contaminados, gerando a necessidade de ações e uma maior atenção dos órgãos governamentais para o local. Os barramentos também carregam consigo o risco de rompimento, que já afetaram o estado de Minas Gerais, e, conforme as tragédias nas cidades de Mariana, em 05 de Novembro de 2015, e de Brumadinho, em 25 de janeiro de 2019, trazem perdas irreversíveis para a população e para o meio ambiente.

Salienta-se o avanço da mineração sobre os limites territoriais estabelecidos para diferentes UCs presentes no município de Itabirito (MG). A Área de Proteção Ambiental Sul Região Metropolitana de Belo Horizonte (APA SUL RMBH), instituída pelo Decreto Estadual nº 35.624, de 08 de junho de 1994, Unidade de Uso Sustentável com grande valor em termos de biodiversidade, potencial hídrico, aspectos econômicos, sociais e culturais, a Estação Ecológica Estadual de Arêdes, criada pelo Decreto Estadual nº 45.397, de 14 de junho de 2010, Unidade de Proteção Integral, sítio arqueológico de relevância histórica, local de recarga hídrica, remanescentes florestais e fauna típica, e o Monumento Natural do Pico do Itabirito, tombado conforme Art. 84, do capítulo Atos das Disposições Constitucionais Transitórias, da Constituição Estadual de Minas Gerais, de 1989, com limites estabelecidos pela Lei Estadual nº 10.726, de 12 de maio de 1992, Unidade de Proteção Integral, de simbolismo paisagístico, marco geográfico, riqueza mineral, flora endêmica, sobretudo espécies rupestres, vem sendo ameaçados pelas atividades extrativistas na região, consoante a progressão demonstrada na Figura 5.11, trazendo diversos impactos e riscos ambientais já apontados anteriormente, principalmente para as Unidades de Proteção Integral, frente às restrições de manejo determinadas para esse grupo de Unidade de Conservação.



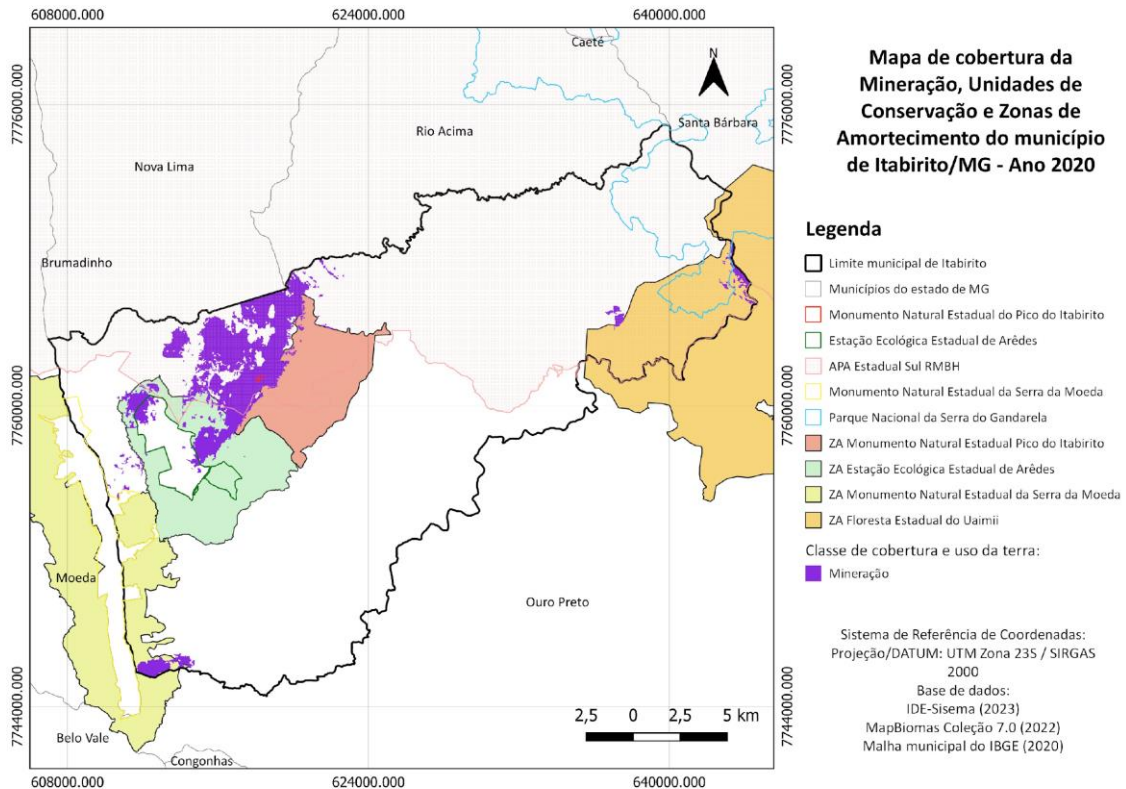
**Figura 5.11** – Recorte da região noroeste do município de Itabirito/MG, considerando o avanço da Mineração sobre as UCs Estaduais – Anos 1991, 2000, 2010 e 2020.



Fonte: O autor (2023).

Sabe-se que, na Estação Ecológica, somente são permitidas alterações dos ecossistemas que visem sua restauração, preservação e pesquisas científicas (BRASIL, 2000). Em conjunto, a Estação Ecológica de Arêdes, desde a sua criação, é alvo de tentativas de diminuição de sua área pela Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Conforme a Figura 5.12, observa-se também a pressão do mercado da mineração frente à outras Unidades de Conservação, no caso, o Parque Nacional da Serra do Gandarela, Unidade Federal de Proteção Integral, o Monumento Natural da Serra da Moeda, Unidade Estadual de Proteção Integral, que também passou pela tentativa de alteração de seus limites, através do Projeto de Lei 1.822/2020, propondo excluir de seu perímetro áreas de interesse, e incluir outras áreas, porém, foi retirado de tramitação (MINAS GERAIS, 2020).

**Figura 5.12 – Mapa de cobertura da Mineração, Unidades de Conservação e Zonas de Amortecimento do município de Itabirito/MG - Ano 2020.**

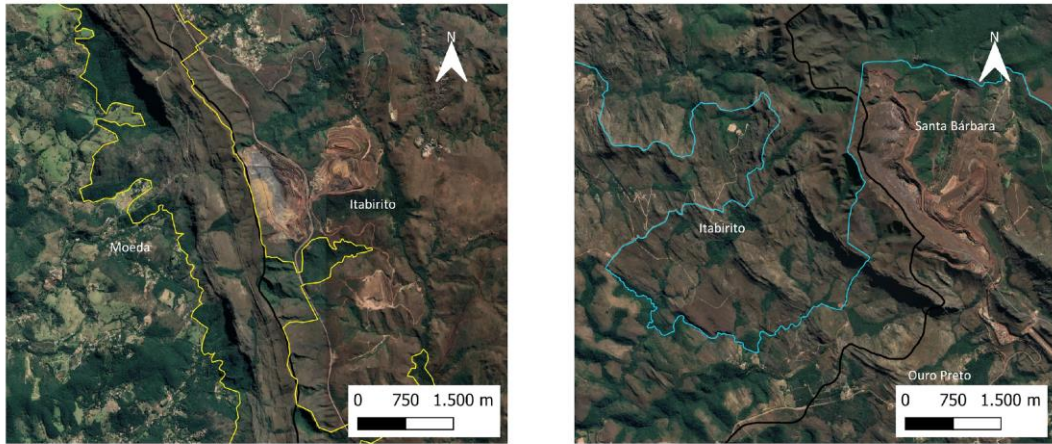


Fonte: O autor (2023).

Nota-se a presença da mineração em todas as Zonas de Amortecimento (ZAs) existentes no município, definidas em Plano de Manejo com a função de proteção dos limites das UCs, incluindo a ZA da Floresta Estadual do Uaimii, Unidade de Uso Sustentável, que faz parte do território municipal de Ouro Preto, mas sua ZA adentra sobre os limites de Itabirito. Apesar do mapeamento da Coleção 7.0 do MapBiomas apontar a presença de áreas de mineração dentro dos limites dessas Unidades, no município de Itabirito, trata-se de um erro de classificação, como observado nas Figura 5.13. Ressalta-se que não foi avaliado o avanço da mineração sobre as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) presentes no município, como a RPPN Córrego Seco.

**Figura 5.13** – Imagens de Satélite do Google Earth do município de Itabirito/MG, nas regiões das UCs MONAT da Serra da Moeda e PARNA da Serra do Gandarela – Ano 2023.

**Imagens de Satélite do Google Earth da região do município de Itabirito/MG - Ano 2023**



**Legenda**

Limite municipal de Itabirito
  Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda
  Parque Nacional da Serra do Gandarela

Sistema de Referência de Coordenadas:  
 Projeção/DATUM: UTM Zona 23S / SIRGAS 2000  
 Base de dados:  
 Google Earth (2023)  
 IDE-Sisema (2023)  
 Malha municipal do IBGE (2020)

Fonte: O autor (2023).

## 6 CONCLUSÕES

A realização do presente trabalho teve como objetivo principal analisar as mudanças, ao longo dos anos, na cobertura florestal e no uso do solo de Itabirito, importante município minerador de Minas Gerais. Através do mapeamento das classes de cobertura e uso da terra presentes em Itabirito, nos anos de 1991, 2000, 2010 e 2020, tendo como base a Coleção 7.0 do projeto MapBiomas, em conjunto com os dados de área ocupada por classe para cada ano, e da criação de uma matriz de transição do uso do solo para esse intervalo de 30 anos, foram expostos os ganhos e as perdas de áreas para cada classe, sendo possível estabelecer relações entre as próprias classes, as alterações da paisagem e seus respectivos impactos.

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que, para o período analisado, as classes Pastagem e Formação Campestre obtiveram a maior perda, em área, enquanto as classes Mineração e Área Urbanizada apresentaram maiores ganhos, evidenciando assim, a expansão urbana e o aumento das atividades de extrativismo mineral no município. Constatou-se o avanço da mineração sobre as áreas de formações florestais, savânicas e campestres, ocasionando a redução da cobertura vegetal local. Na região noroeste do município, principal foco das empresas de mineração, verificou-se o desenvolvimento de aglomerados urbanos, próximos às áreas minerárias, na divisa com os municípios Brumadinho, Nova Lima e Moeda, no entorno da rodovia BR-040 e da fábrica de refrigerantes Coca-Cola FEMSA, aumentando assim a potencialidade de conflitos entre os empreendimentos e as comunidades locais.

Por fim, explorou-se a expansão das áreas de mineração com relação aos limites territoriais das Unidades de Conservação instituídas no município, exceto as Reservas Particulares do Patrimônio Natural, sendo observado, conforme os dados extraídos do projeto MapBiomas e da plataforma IDE-Sisema, a progressão da mineração em direção aos perímetros legais dessas Unidades, comprometendo e ameaçando seus objetivos de conservação.

Dessa forma, imposta a necessidade de preservação dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, a essencialidade de restauração e proteção das vegetações nativas, e a impotência de cada classe de cobertura da terra, espera-se medidas mais restritivas por parte da governança municipal quanto aos parâmetros de uso e ocupação do solo no território de Itabirito, juntamente com a conscientização e engajamento da população e das empresas, a partir de debates, projetos e ações, que visem o beneficiamento dos meios sociais, econômicos, e sobretudo, ambientais.

## 7 RECOMENDAÇÕES

Diante dos processos de alteração do uso e ocupação do solo no município de Itabirito, e da valorosa contribuição do projeto MapBiomias no entendimento dos mesmos, recomenda-se que estudos futuros abordem as demais categorias em desenvolvimento da plataforma, sendo elas: Análises Temporais – Número de Classes, Desmatamento, Vegetação Secundária, Irrigação, Infraestrutura, Qualidade de Pastagem, Cicatrizes do Fogo, Mineração, Água, e Qualidade, de forma a estabelecer interações mais detalhadas entre esses temas.

Os dados da Coleção 7.0 do MapBiomias apresentam imperfeições, destacando-se as inconsistências espaciais nas classificações, principalmente para classes com semelhanças visuais, como por exemplo, pastagens e agricultura, mineração e solos expostos, havendo assim a possibilidade de superdimensionamento. Buscando a melhoria da acurácia e redução dos erros, sugere-se a comparação dos mapas de cobertura da terra da plataforma MapBiomias com imagens de satélite geradas por outras plataformas e bases de dados.

Além disso, observa-se, na Figura 5.4, do ano de 2020, uma ocupação urbana com potencial de expansão, no entorno do Rio das Velhas, corpo hídrico de maior destaque do mapa, em conjunto com várias áreas de mosaico de usos, formações campestres e florestais. Sendo assim, futuros trabalhos podem explorar os possíveis impactos e interações entre essas classes de uso e cobertura da terra nessa região do município.

## 8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. N. O.; OLIVEIRA, L. M. M.; CANDEIAS, A. L. B.; BEZERRA, U. A.; LEITE, A. C. S. Uso e cobertura do solo utilizando geoprocessamento em municípios do Agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2018.

Disponível em:

<https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/95>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ANDRADE, V. L.; SILVA, L. M. R. A educação voltada à realidade cultural camponesa: Estudantes rurais e construção da sustentabilidade agrícola em Ribeirão do Eixo, município de Itabirito – MG. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 483-512, Florianópolis - SC. 2020. Disponível em:

[https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/4717/4949](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/4717/4949). Acesso em: 16 mai. 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Distribuição CFEM ano 2021**.

Relatórios. Extra. Sistema arrecadação. BRASIL. c2020a. Disponível em:

[https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao\\_cfem\\_ano.aspx?ano=2021](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_ano.aspx?ano=2021). Acesso em: 26 jun. 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Distribuição CFEM do estado MG e ano 2021**. Relatórios. Extra. Sistema arrecadação. BRASIL. c2020b. Disponível em:

[https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao\\_cfem\\_muni.aspx?ano=2021&uf=MG](https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/distribuicao_cfem_muni.aspx?ano=2021&uf=MG). Acesso em: 26 jun. 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Exploração mineral**. Assuntos.

2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anm/pt-br/assuntos/exploracao-mineral>. Acesso em: 11 jun. 2022.

ANM - AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. **Observatório da CFEM**.

Power BI. Versão Beta (1.1). BRASIL. 2023. Disponível em:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDA5NGMyYmYtOWQyMi00NzA1LWVhOTQtNmU5NjEyMTI3ZDMxIiwidCI6ImEzMDgzZTIxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzM Tg4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection7a43f884dc43352e5953>. Acesso em: 12 jun. 2023.

ARAUJO, E. R.; OLIVIERI, R. D.; FERNANDES, F. R. C. Atividade mineradora gera riqueza e impactos negativos nas comunidades e no meio ambiente. **Recursos**

**Minerais e Sociedade: impactos humanos – socioambientais – econômicos**. CETEM

- Centro de Tecnologia Mineral. Rio de Janeiro, RJ. 2014. Disponível em:

<http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1845/1/CCL0010-00-14%20Araujo%20et%20al%20%282014%29.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2022.

ASSIS, J. M. O.; CALADO, L. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010.

**Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 949-959. 2014. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233397/27130>. Acesso em: 15 mai. 2022.

BARBOSA, C. C. F.; NOVO, E. L. M. L.; MARTINS, V. S. **Introdução ao sensoriamento remoto de sistemas aquáticos: princípios e aplicações**. 1ª ed. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. 166 p. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/labisa/livro/res/conteudo.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

BOHRER, C. B. A.; DANTAS, H. G. R.; CRONEMBERGER, F. M.; VICENS, R. S.; ANDRADE, S. F. Mapeamento da vegetação e do uso do solo no Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 1, pag. 1-23. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/HZyRTDwvyXtp54BttTfGNHs/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 13 mai. 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Brasília, DF: Presidência da República, [2008]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.660%2C%20DE%2021,nativa%20do%20Bioma%20Mata%20Atl%C3%A2ntica](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6660.htm#:~:text=DECRETO%20N%C2%BA%206.660%2C%20DE%2021,nativa%20do%20Bioma%20Mata%20Atl%C3%A2ntica). Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 99.547, de 25 de setembro de 1990**. Dispõe sobre a vedação do corte, e da respectiva exploração, da vegetação nativa da Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Vice-Presidência da República, [1990]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D99547.htm#:~:text=DECRETO%20No%2099.547%2C%20DE%2025%20DE%20SETEMBRO%20DE%201990.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20veda%C3%A7%C3%A3o%20do,que%20lhe%20confere%20o%20art](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99547.htm#:~:text=DECRETO%20No%2099.547%2C%20DE%2025%20DE%20SETEMBRO%20DE%201990.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20veda%C3%A7%C3%A3o%20do,que%20lhe%20confere%20o%20art). Acesso em: 23 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Brasília, DF: Presidência da República, [1965]. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/1965/lei\\_4771\\_1965\\_rvgd\\_antigocodigoflorestal\\_rvgd\\_lei\\_12.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/1965/lei_4771_1965_rvgd_antigocodigoflorestal_rvgd_lei_12.pdf). Acesso em: 10 jun. 2023.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2001]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110257.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm). Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006**. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2006]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm). Acesso em: 24 jun. 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm). Acesso em: 09 jun. 2023.

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. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 32, p. 37-46. Universidade Federal de Uberlândia. 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321327186004.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2022.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D., CARVALHO, M. S. **Análise espacial e geoprocessamento.** Análise espacial de dados geográficos. Brasília: EMBRAPA, p. 1-54, 2004. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/bsico-em--anlise-espacial-de-dados-geograficos-apostila02.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2022.

CAMPANILI, M.; SCHÄFFER, W. B. **Mata Atlântica: manual de adequação ambiental.** Biodiversidade 35, MMA/SBF, Brasília, DF. 2010. 96 p. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/handle/1/745>. Acesso em: 09 jun. 2022.

CARVALHO, F. F.; CARVALHO, P. O.; JÚNIOR, A. A. C.; ABRAHIM, G. S. **Mineração sustentável: os desafios de conciliar a exploração de recursos não-renováveis a uma prática sustentável geradora de desenvolvimento econômico.** In: XXIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção - A Engenharia De Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador, BA. 2009. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_tn\\_sto\\_101\\_676\\_13116.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_101_676_13116.pdf). Acesso em: 12 jun. 2022.

CASTRO, P. T. A.; JÚNIOR, H. A. N.; LIMA, H. M. **Entendendo a mineração no Quadrilátero Ferrífero.** 1ª Edição. Belo Horizonte, MG. 2011. 99 p. Disponível em: [https://qfe2050.ufop.br/sites/default/files/qfe2050/files/quadrilatero\\_ferrifero.pdf?m=1525724467](https://qfe2050.ufop.br/sites/default/files/qfe2050/files/quadrilatero_ferrifero.pdf?m=1525724467). Acesso em: 13 jun. 2022.

CBH VELHAS - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Projetos de saneamento básico: Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Produto 2: diagnóstico. **UTES Rio Itabirito e nascentes, município de Itabirito**, v.5. 2016. 268 p. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/images/projetosaneamento/DHF-P2-AGB-02.05TU-REV01%20-%20UTE%20ITAB%20e%20NASC%20-%20Itabirito.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.



CUNHA, N. R. DA S.; LIMA, J. E.; GOMES, M. F. M.; BRAGA, M. J. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos Cerrados, Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 2, p. 291–323, abr. 2008.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/resr/a/Prdytp4hgPnJpmX3SVycJFG/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 25 mai. 2023.

DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo – SP usando imagens Landsat-5. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 21, 12 abr. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/17416>. Acesso em: 14 mai. 2022.

DINIZ, J. M. F. S.; REIS, A. A.; ACERBI JUNIOR, F. W.; GOMIDE, L. R. Detecção da expansão da área minerada no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, no período de 1985 a 2011 através de técnicas de sensoriamento remoto. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 20, n.

3. 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bcg/a/yM4fxTkvsyvXkzCwLB8y7LM/?lang=pt>. Acesso em: 15 mai. 2022.

DICKIE, A.; MAGNO, I.; GIAMPIETRO, J.; DOLGINOW, A. *Challenges and Opportunities for Conservation, Agricultural Production, and Social Inclusion in the Cerrado Biome*. **CEA Consulting**. 2016. 52 p. Disponível em:

<https://www.climateandlandusealliance.org/reports/cerrado/>. Acesso em: 28 mai. 2023.

DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: Um Atlas para sua Conservação**. 2ª ed. Fundação Biodiversitas: Belo Horizonte. 2005. 208p.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C.. A evolução temporal do uso e ocupação da terra em municípios da Quarta Colônia de Imigração Italiana – RS. **Revista Ciência e Natura**, vol. 38, núm. 3, pp. 1254-1264 - Universidade Federal de Santa Maria. 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4675/467547716012.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

FAN, F.; WENG, Q.; WANG, Y. *Land use and land cover change in Guangzhou, China, from 1998 to 2003, based on Landsat TM/ETM+ imagery*. **Sensors**. 2007, 7, 1323-1342.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/7/7/1323>. Acesso em: 16 mai. 2022.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e meio ambiente no Brasil**. Relatório CGEE. 42 p., 2002.

Disponível em:

[https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao\\_e\\_meio\\_ambiente\\_no\\_brasil\\_1\\_022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0](https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/mineracao_e_meio_ambiente_no_brasil_1_022.pdf/e86e431e-1a03-48d0-9a6e-98655ea257b6?version=1.0). Acesso em: 16 jun. 2022.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA e INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**.

Período 2020-2021. Relatório técnico. São Paulo. 2022. 72 p. Disponível em:

<https://cms.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>. Acesso em: 01 mai. 2022.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, IMAFLORA E SEEG. **Contribuição da Mata Atlântica para a NDC brasileira: análise histórica das emissões de GEE e potencial de mitigação até 2050**. 2021. 49 p. Disponível em: <https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/emissoes-mata-atlantica-seeg2021-v2.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2022.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Lei da Mata Atlântica**. Política. 2021a. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/politicas/lei-da-mata-atlantica/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Relatório anual 2020**. 2021b. 42 p. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>. Acesso em: 04 mai. 2022.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.11, p.1202–1209, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/8wNMBJpwtJWPGfwyCB7RNJx/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 01 jun. 2023.

GARCIA, P. M. B. **Geomorfologia como base de análise ambiental integrada para o planejamento municipal: estudo de caso de Itabirito-MG**. Tese (doutorado), Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte, 2019. 144 p. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/44619/4/PAULABRASIL\\_com%20ficha%20catalografica.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/44619/4/PAULABRASIL_com%20ficha%20catalografica.pdf). Acesso em: 11 jun. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Brasil em Síntese**. Território. c2022. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 17 jun. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades - Itabirito - MG**. c2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/itabirito/panorama>. Acesso em: 16 mai. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de uso da terra. **Manuais Técnicos em Geociências**, nº 7, 3ª ed. 2013. 171 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malha Municipal de Minas Gerais. **Estrutura Territorial**. 2020. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15774-malhas.html>. Acesso em: 09 abr. 2023.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações sobre a Economia Mineral do Estado de Minas Gerais**. 2015. 15 p. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/?txtSearch=minas#publication>. Acesso em: 20 abr. 2022.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2020**. Ano base 2019. Brasília, DF. 2020. Disponível em: <https://portaldaminerao.com.br/wp-content/uploads/2021/03/Economia-Mineral-Brasileira-IBRAM-2020.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Unidades de Conservação Estaduais**. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 30 mai. 2023.

IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Unidades de Conservação Federais**. Belo Horizonte: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 30 mai. 2023.

IDE-SISEMA - INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Zonas de amortecimento de UCs definidas em plano de manejo**. Belo Horizonte: Instituto Estadual de Florestas, 2023. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso em: 30 mai. 2023.

INFOSANBAS. **Itabirito-MG**. Município. Informações contextualizadas sobre saneamento no Brasil. 2023. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/itabirito-mg/>. Acesso em: 03 jun. 2023.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Itabirito (MG)**. Municípios e Saneamento Beta. c2020. Disponível em: <https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mg/itabirito>. Acesso em: 03 jun. 2023.

ITABIRITO. **Produto 2: diagnóstico da situação do saneamento básico**. Plano municipal de saneamento básico de Itabirito. Prefeitura do município de Itabirito. Itabirito, MG. 2013. 399 p. Disponível em: [https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/images/subcomites/planosmunicipais/PMSB/Itabirito/2\\_DIAGNOSTICO\\_ITABIRITO.pdf](https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/images/subcomites/planosmunicipais/PMSB/Itabirito/2_DIAGNOSTICO_ITABIRITO.pdf). Acesso em: 27 jun. 2022.

ITABIRITO. **Lei nº 2466, de 14 de dezembro de 2005**. Institui o Plano Diretor de Itabirito, em conformidade com o Estatuto da Cidade. Itabirito, MG: Prefeitura Municipal, [2005]. Disponível em: <https://www.itabirito.mg.leg.br/legislacao/plano-diretor/revisao-2019>. Acesso em: 11 mai. 2023.

ITABIRITO. **Lei nº 2667, de 28 de abril de 2008**. Altera as Leis nº 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466 de 14 de dezembro de 2005, que tratam sobre Plano Diretor de Desenvolvimento de Itabirito e da Legislação Urbanística Básica Municipal. Itabirito, MG: Prefeitura Municipal, [2008]. Disponível em: [https://sapl.itabirito.mg.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2008/1428/1428\\_texto\\_integral.pdf](https://sapl.itabirito.mg.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2008/1428/1428_texto_integral.pdf). Acesso em: 13 mai. 2023.

ITABIRITO. **Lei nº 3323, de 08 de julho de 2019.** Institui o Plano Diretor do Município de Itabirito/MG e dá outras providências. Itabirito, MG: Prefeitura Municipal, [2019]. Disponível em: <https://www.itabirito.mg.leg.br/legislacao/plano-diretor/revisao-2019>. Acesso em: 23 mai. 2023.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G. Past and current human occupation, and land use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrados of Brazil**. Nova Iorque: Columbia University Press, p. 69-88, 2002. Disponível em: [http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2002\\_12%20The%20Cerrados%20of%20Brazil.pdf](http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2002_12%20The%20Cerrados%20of%20Brazil.pdf). Acesso em: 25 abr. 2022.

LAMOUNIER, W. L.; CARVALHO, V. L. M.; SALGADO, A. A. R. Serra do Gandarela: Possibilidade de ampliação das Unidades de Conservação no Quadrilátero Ferrífero-MG. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, v. 22, p. 171-192, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47225/50961>. Acesso em: 16 jun. 2022.

LANA, Z. M. de O. A atividade mineradora em Minas Gerais e em Ouro Preto: impactos socioambientais e intervenções para a sustentabilidade. **Sociedade e Território**, v. 27, n. 3, p. 45–59, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/7334>. Acesso em: 17 jun. 2022.

LIMA, A; CAPOBIANCO, J. P. R. **Mata Atlântica: avanços legais e institucionais para sua conservação.** Documentos do Instituto Socioambiental, nº 004. 1997. 111 p. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/publications/13D00076.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MAPBIOMAS. *Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). MapBiomass General "Handbook". Collection 7. Version 1.0. 2022.* Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD\\_Collection\\_7\\_v2.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/ATBD_Collection_7_v2.pdf). Acesso em: 02 jan. 2023.

MAPBIOMAS. **Análise de Acurácia.** c2019a. Disponível em: <https://mapbiomas.org/analise-de-acuracia>. Acesso em: 20 abr. 2023.

MAPBIOMAS. **Códigos de Legenda.** c2019b. Disponível em: <https://mapbiomas.org/codigos-de-legenda>. Acesso em: 21 abr. 2023.

MAPBIOMAS. **O Projeto.** c2019c. Disponível em: <https://mapbiomas.org/o-projeto>. Acesso em: 12 abr. 2023.

MAPBIOMAS. **Quem somos.** c2019d. Disponível em: <https://mapbiomas.org/quem-somos>. Acesso em: 11 abr. 2023.

MAPBIOMAS. **Visão Geral da Metodologia.** c2019e. Disponível em: <https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>. Acesso em: 11 abr. 2023.

MARENT, B. R.; LAMOUNIER, W. L.; GONTIJO, B. M. Conflitos ambientais na Serra do Gandarela, Quadrilátero Ferrífero - MG: mineração x preservação. **Revista Geografias**, 07(1) 99-113. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13311/10543>. Acesso em: 16 mai. 2022.

MASCARENHAS, L. M. A. A Tutela Legal do Bioma Cerrado. Dossiê Cerrado. **Revista UFG**. Ano XII. n° 9. p. 19-25. 2010. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/694/o/09\\_Atuteladobiomacerrado.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/694/o/09_Atuteladobiomacerrado.pdf). Acesso em: 15 mai. 2023.

MINAS GERAIS. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado de Minas Gerais**. 28. ed. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2021. 479 p. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/export/sites/default/consulte/legislacao/Downloads/pdfs/ConstituicaoEstadual.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2023.

MINAS GERAIS. **Lei nº 10.726, de 12 de maio de 1992**. Estabelece os limites da área de conservação do Pico do Itabirito e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Governador do Estado. [1992]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-10726-1992-minas-gerais-estabelece-os-limites-da-area-de-conservacao-do-pico-do-itabirito-e-das-outras-providencias>. Acesso em: 04 jun. 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 35.624, de 08 de junho de 1994**. Declara como Área De Proteção Ambiental a região situada nos Municípios de Belo Horizonte, Brumadinho, Caeté, Ibirité, Itabirito, Nova Lima, Raposos, Rio Acima e Santa Bárbara, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Governador do Estado. [1994]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=1383>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 45.397, de 14 de junho de 2010**. Cria a Estação Ecológica Estadual de Arêdes, no Município de Itabirito, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Governador do Estado. [2010]. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=13630>. Acesso em: 05 jun. 2023.

MINAS GERAIS. **Projeto de Lei 1.822/2020**. Altera os limites originais do Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda - MONAT, exclui de seu perímetro as áreas que especifica e inclui novas áreas, e dá outras providências. Belo Horizonte, MG: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. [2020]. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/atividade-parlamentar/projetos-de-lei/texto/?tipo=PL&num=1822&ano=2020>. Acesso em: 11 jun. 2023.

MORAES, E. C. Fundamentos de sensoriamento remoto. **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente, cap. 1**. INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São José dos Campos, SP. 2002. Disponível em: [http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1\\_ECMoraes.pdf](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.12.18/doc/CAP1_ECMoraes.pdf). Acesso em: 14 jun. 2022.

MOTA, D. J. D.; MAGALHÃES, C. M. Diálogos sobre o ensino médio: gestão social, desenvolvimento local e a sociedade civil em Itabirito/MG. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.9, n.1, p.5380-5402, 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56794/41657>. Acesso em: 08 jun. 2023.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT J. 2000. *Biodiversity hotspots for conservation priorities*. **Nature**, vol. 403, p. 853-845. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/35002501>. Acesso em: 24 jun. 2022.

MYR PROJETOS SUSTENTÁVEIS. Produto 2: Estudo de caracterização geral da Bacia do Rio Itabirito. Ato Convocatório nº 018/2012. Contrato de Prestação de Serviços nº 023/2012. Contrato de gestão IGAM nº 003/2009. **CBH VELHAS/AGB Peixe Vivo**. p. 296. Belo Horizonte, MG. 2013. Disponível em: [https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/images/subcomites/Itabirito/093\\_REL\\_PROD\\_2\\_R06\\_REV1\\_140315.pdf](https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/images/subcomites/Itabirito/093_REL_PROD_2_R06_REV1_140315.pdf). Acesso em: 13 abr. 2023.

NETO, I. O. **Implicações da alteração do uso e ocupação do solo no distrito de Leiria no sequestro/emissão de CO<sub>2</sub> - caso das Florestas**. Tese - Mestrado em Engenharia da Energia e do Ambiente. Leiria, 2015. Disponível em: [https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/1527/1/Ivone%20Neto\\_Projeto%20MEENA-ESTG.pdf](https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/1527/1/Ivone%20Neto_Projeto%20MEENA-ESTG.pdf). Acesso em: 11 mai. 2022.

NEVES, M. D. A. **Desafios das empresas de mineração de ferro, do Quadrilátero Ferrífero, para se adequarem à Agenda 2030 da ONU**. 69 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/2488>. Acesso em: 25 jun. 2002.

OLIVEIRA, E. S. Estudo preliminar sobre a evolução do uso e ocupação do solo no município de Planaltina de Goiás. **Revista Geotemas**, v. 3, n. 1, p. 111–123, 2013. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/446>. Acesso em: 16 jun. 2022.

PALHA, F. P. Injustiça ambiental-hídrica em Brumadinho, Minas Gerais: Conflito ambiental em torno das operações industriais da Coca-Cola FEMSA. **AMBIENTES**. v. 3, n. 1, p. 224-253. 2021

PACHECO, D. G. Análise das mudanças do uso e ocupação do solo no município de Araçuaí, Minas Gerais por meio de técnicas de sensoriamento remoto nos anos de 2000 e 2019. **Cerrados**, v. 19, n. 2, p. 303–322. Montes Claros - MG. 2021. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8240165>. Acesso em: 12 mai. 2022.

PINTO, L. P.; HIROTA, M. **30 anos de conservação do hotspot de biodiversidade da Mata Atlântica: desafios, avanços e um olhar para o futuro**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2022. 416 p. Disponível em: <https://cms.sosma.org.br/sobre/relatorios-e-balancos/>. Acesso em: 03 abr. 2022.

PONZONI, F. J. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação: Diagnosticando a Mata Atlântica. **Curso de uso de sensoriamento remoto no estudo do meio ambiente, cap. 8.** INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. São José dos Campos, SP.

2002. Disponível em: [http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.11/doc/CAP8\\_FJPonzi.pdf?linktype=relative](http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2005/06.14.13.11/doc/CAP8_FJPonzi.pdf?linktype=relative). Acesso em: 9 mai. 2022.

PRADO FILHO, J. F.; SOUZA, M. P. O licenciamento ambiental da mineração no Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais: uma análise da implementação de medidas de controle ambiental formuladas em EIAs/RIMAs. **Engenharia Sanitaria e Ambiental.**

2004, v. 9, n. 4, pp. 343-349. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/MsTBZXWhnNcRYdfMLpzwx7K/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 18 jun. 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITABIRITO. **Dados Geográficos.** 2022. Disponível em:

<https://itabirito.mg.gov.br/descubra-itabirito/dados-geograficos#:~:text=A%20sede%20do%20Munic%C3%ADpio%20est%C3%A1,47%201%20E2%80%9D%20Longitude%20Oeste>. Acesso em: 20 mai. 2022.

REZENDE, V. L. A mineração em Minas Gerais: uma análise de sua expansão e os impactos ambientais e sociais causados por décadas de exploração. **Sociedade & Natureza.** 2016, v. 28, n. 3, p. 375-384. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/t88hDp8F66Rpt5FjQBDQFdn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2022.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora** v. 2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008. 876 p. Disponível em:

<https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/lib/exe/fetch.php?media=webambiente:ribeirowalter2008.fitofisionomias.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2023.

ROCHA, G. F.; FERREIRA, L. G.; FERREIRA, N. C.; FERREIRA, M. E. Detecção de desmatamentos no bioma cerrado entre 2002 e 2009: Padrões, Tendências e Impactos.

**Revista Brasileira de Cartografia** N°63/03, p. 342-349. 2011. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/17174>. Acesso em: 10 abr. 2023.

RODRIGUES, A. C.; MOREIRA, M. A.; COLARES, A. C. V. Avaliação da eficiência da aplicação dos *royalties* da mineração no desenvolvimento social dos municípios mineiros.

**Revista Ambiente Contábil** - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, v. 8, n° 2. 2016. Disponível em: <http://www.atena.org.br/revista/ojs-2.2.3-08/index.php/Ambiente/article/viewArticle/2719>. Acesso em: 14 jun. 2022.

ROSA, M. R.; BRANCALION, P. H. S.; CROUZEILLES, R.; TAMBOSI, L. R.; PIFFER, P. R.; LENTI, F. E. B.; HIROTA, M.; SANTIAMI, E.; METZGER, J. P. *Hidden destruction of older forests threatens Brazil's Atlantic Forest and challenges restoration programs.* **Science Advances.** 7. Ecology. c2021. Disponível em: [https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2021/01/Science-Advances\\_IIS\\_Crouzeilles.pdf](https://www.iis-rio.org/wp-content/uploads/2021/01/Science-Advances_IIS_Crouzeilles.pdf). Acesso em: 01 jun. 2023.

SANO, E. E.; BEZERRA, H. da S.; LOPES, T. S. de S. II Mostra de Resultados de pesquisa dos projetos finalizados em 2006 e 2007, 2. 2009, Planaltina, DF. [Anais]. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2009. p. 95-99. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/696900>. Acesso em: 02 fev. 2023.

SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Mapeamento do Uso do Solo e Cobertura Vegetal Bioma Cerrado Ano – Base 2002. Série Biodiversidade 36. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, Distrito Federal. 2010. 96p. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/mapeamento-do-uso-do-solo-e-cobertura-vegetal-bioma-cerrado-miolo-final\\_comcapa-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/mapeamento-do-uso-do-solo-e-cobertura-vegetal-bioma-cerrado-miolo-final_comcapa-1.pdf). Acesso em: 25 fev. 2023.

SANTOS, A. B.; PETRONZIO, J. A. C. Mapeamento de uso e ocupação do solo do município de Uberlândia-MG utilizando técnicas de Geoprocessamento. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, v. 30, p. 6185, 2011.

Disponível em:

<http://mar.tecnico.unicamp.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.28.18.42/doc/p0210.pdf>. Acesso em 20 jun. 2022.

SARAIVA, S. C.; CAMPOS, M. A. A.; CELES, C. H. **Mapeamento semiautomático das formações florestais para estimativa de biomassa por sensoriamento remoto na Amazônia**. XX Jornada de Iniciação Científica PIBIC INPA - CNPq/FAPEAM. Manaus - AM. 2011. Disponível em: [https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/2773/1/pibic\\_inpa.pdf](https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/2773/1/pibic_inpa.pdf). Acesso em: 16 mai. 2022.

SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. CERRADO: Ecologia, Biodiversidade e Conservação. Brasília, Distrito Federal. **Ministério do Meio Ambiente**. 2005. 118 p. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/284/o/Cerrado\\_Parte1.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/284/o/Cerrado_Parte1.pdf). Acesso em: 27 abr. 2022.

SISTEMA FECOMÉRCIO MINAS. **Perfil Socioeconômico 2017**. Itabirito. Estudos Econômicos. 15 p. 2017. Disponível em: <http://www.fecomerciomg.org.br/wp-content/uploads/2017/05/Itabirito.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2023.

SOUZA JUNIOR, C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W. de; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VELEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J.; LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F. G. C.; SIQUEIRA, J. V.; VIERA, J. L.; FERREIRA NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. 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. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>. Acesso em: 15 abr. 2023.



SUPRAM CM - SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE MEIO AMBIENTE CENTRAL METROPOLITANA. Parecer nº 218/SEMAD/SUPRAM CENTRAL-DRRA/2021.

Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Governo do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG. 2021. Disponível em:

<http://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/zjHbaHBhNx73lTe1ylr6vmgFjPKAT8ns.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2023.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. e LIMA, J. C. A. Classificação da Vegetação Brasileira Adaptada a um Sistema Universal. **IBGE**. Rio de Janeiro. 1991. 124 p. Disponível em: <https://jbb.ibict.br/handle/1/397/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Flor Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276. 2007. Disponível em:

<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/4172?show=full>. Acesso em: 28 mai. 2023.

ZAIDAN, Ricardo Tavares. Geoprocessamento conceitos de definições. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 7, n. 2, 2017. Disponível em:

<https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18073>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ZORZETTO, R. Cerrado Ameaçado. Clima. **Revista Pesquisa FAPESP**. Ed. 309. p. 53-57. 2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/cerrado-ameacado/>. Acesso em: 26 mai. 2023.