

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – IFMG CAMPUS OURO PRETO

LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

Pedro Henrique Alves de Brito Lisboa

**A ATIVIDADE MINERÁRIA: EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA  
DA TERRA NO DISTRITO DE MIGUEL BURNIER EM OURO PRETO, MG.**

Ouro Preto  
2026

PEDRO HENRIQUE ALVES DE BRITO LISBOA

**A ATIVIDADE MINERÁRIA: EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E COBERTURA  
DA TERRA NO DISTRITO DE MIGUEL BURNIER EM OURO PRETO, MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Geografia do  
Instituto Federal de Minas Gerais - Campus  
Ouro Preto para obtenção do grau de licenciado  
em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Rodrigues Silva

Ouro Preto  
2026

---

L769a Lisboa, Pedro Henrique Alves Brito.  
A atividade minerária [manuscrito]: evolução temporal do uso e  
cobertura da terra no distrito de Miguel Burnier em Ouro Preto, MG  
/ Pedro Henrique Alves Brito Lisboa. – 2026.  
46 f. : il.

Orientador: Jairo Rodrigues Silva.  
Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto  
Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2026.

1. Exploração mineral. 2. Impactos ambientais. 3. Miguel  
Burnier (Ouro Preto, MG). I. Silva, Jairo Rodrigues. II. Instituto  
Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU:

622.85

---

Catálogo: Andresa Aredes Ferreira CRB-6/MG-003262/0



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**  
**Campus Ouro Preto**  
**Diretoria de Ensino**  
**Docência de Área de Geografia**  
Rua Pandiá Calogeras, 898 - Bairro Bauxita - CEP 35400-000 - Ouro Preto - MG  
- www.ifmg.edu.br

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**PEDRO HENRIQUE ALVES DE BRITO LISBOA**

**A ATIVIDADE MINERÁRIA: EVOLUÇÃO TEMPORAL DO USO E  
COBERTURA  
DA TERRA NO DISTRITO DE MIGUEL BURNIER EM OURO PRETO,  
MG.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Geografia, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - *Campus* Ouro Preto, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Aprovado(a) em 04 de março de 2026, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jairo Rodrigues Silva - IFMG *Campus* Ouro Preto - Orientador(a)  
Prof. Dr. Pedro Luiz Teixeira de Camargo - IFMG *Campus* Ouro Preto  
Prof. Msc. Gilsomar Sebastião Batista - SEE/MG (Minas Gerais)

gov.br Documento assinado digitalmente  
GILSONAR SEBASTIAO BATISTA  
Data: 19/03/2026 13:08:48-0300  
verifique em https://validar.itl.gov.br

gov.br Documento assinado digitalmente  
PEDRO LUIZ TEIXEIRA DE CAMARGO  
Data: 19/03/2026 14:48:39-0300  
verifique em https://validar.itl.gov.br

Ouro Preto, 10 de março de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Jairo Rodrigues Silva, Professor**, em 13/03/2026, às 19:06, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **2646878** e o código CRC **E092CD44**.

23213.000600/2026-15

2646878v1

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão nos momentos de ausência ao longo desta caminhada acadêmica. Aos professores do curso de Licenciatura em Geografia, pela dedicação, pelos ensinamentos compartilhados e pela inspiração na construção de uma prática docente crítica e comprometida com a realidade social. Aos colegas de curso, pelas trocas de experiências, debates e apoio mútuo, que tornaram essa trajetória mais leve e enriquecedora.

Expresso também minha gratidão à instituição pública do IFMG e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. A conclusão desta etapa representa não apenas uma conquista pessoal, mas o fortalecimento do compromisso com a educação e com a construção de um ensino de Geografia reflexivo, ético e transformador.

## RESUMO

O presente estudo analisa as transformações espaciais associadas à atividade minerária no distrito de Miguel Burnier, no município de Ouro Preto, em um contexto marcado pela transição econômica local, retração da agropecuária tradicional e crescente centralidade da mineração na arrecadação municipal. O objetivo consistiu em compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra entre 1985 e 2023, quantificando perdas e ganhos entre classes e avaliando as implicações territoriais, ambientais e econômicas dessas mudanças. A metodologia adotou dados do Projeto MapBiomias (Coleção 8) para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023, com posterior reclassificação das classes originais em cinco classes: Formação Florestal, Formação Campestre, Agropecuária, Mineração e Água. A partir dessa padronização, elaborou-se matriz de transição para o período 1985–2023, permitindo identificar permanências, conversões e fluxos entre classes, bem como calcular variações absolutas e relativas de área. A análise integrou abordagem quantitativa da paisagem com interpretação territorial orientada pela dinâmica econômica municipal e pelo arcabouço normativo ambiental vigente. Os resultados evidenciaram a expansão significativa da classe Mineração (116,90%), consolidando-a como vetor estruturante da reorganização espacial, ao mesmo tempo em que registraram retração expressiva da Agropecuária (45,11%), com baixa permanência na matriz de transição e conversão tanto para áreas mineradas quanto para formações naturais em regeneração. Observou-se relativa estabilidade e, em determinados períodos, incremento das classes de Formação Florestal e Campestre, associado principalmente ao “abandono” de áreas produtivas e à regeneração secundária. A classe Água apresentou redução (35,83%), indicando alterações na superfície hídrica relacionadas à dinâmica minerária e à reconfiguração de estruturas associadas. O balanço geral revelou coexistência de dois processos contrastantes: regeneração passiva decorrente da perda de viabilidade econômica da agropecuária familiar e expansão extrativa com elevada irreversibilidade territorial. Observa-se que a paisagem de Miguel Burnier passou por reestruturação funcional e econômica, na qual a atividade minerária assumiu papel central, redefinindo padrões de uso do solo e intensificando a dependência fiscal do município em relação à exploração mineral. O estudo demonstra que a análise multitemporal da paisagem constitui instrumento estratégico para monitoramento de atividades minerárias de médio e grande porte, fornecendo base técnica para planejamento territorial e definição de estratégias de recuperação ambiental, ao mesmo tempo em que subsidia reflexões sobre sustentabilidade fiscal, segurança hídrica e conservação de serviços ecossistêmicos em contextos de forte pressão extrativa.

**Palavras chave:** Análise da paisagem. Mineração. Miguel Burnier. Ouro Preto. Uso e cobertura da terra.

## ABSTRACT

This study analyzes the spatial transformations associated with mining activities in the district of Miguel Burnier, in the municipality of Ouro Preto, within a context marked by local economic transition, the decline of traditional agriculture, and the growing centrality of mining in municipal revenue generation. The objective was to understand land use and land change dynamics between 1985 and 2023, quantifying losses and gains among classes and assessing the territorial, environmental, and economic implications of these changes. The methodology employed data from the MapBiomass Project (Collection 8) for the years 1985, 1995, 2005, 2015, and 2023, followed by reclassification of the original classes into five categories: Forest Formation, Grassland Formation, Agriculture and Livestock, Mining, and Water. Based on this standardization, a transition matrix was developed for the 1985–2023 period, enabling the identification of persistence, conversions, and flows among classes, as well as the calculation of absolute and relative area changes. The analysis integrated a quantitative landscape approach with territorial interpretation guided by municipal economic dynamics and the prevailing environmental regulatory framework. The results revealed a significant expansion of the Mining class (116.90%), consolidating it as a structuring driver of spatial reorganization, while also indicating a substantial decline in Agriculture and Livestock (45.11%), with low persistence in the transition matrix and conversion both to mined areas and to regenerating natural formations. Relative stability and, in certain periods, increases in Forest and Grassland Formations were observed, primarily associated with the abandonment of productive areas and secondary regeneration processes. The Water class showed a reduction (35.83%), indicating changes in surface water extent related to mining dynamics and the reconfiguration of associated structures. The overall balance revealed the coexistence of two contrasting processes: passive regeneration resulting from the loss of economic viability of family-based agriculture and extractive expansion characterized by high territorial irreversibility. The landscape of Miguel Burnier underwent functional and economic restructuring, in which mining assumed a central role, redefining land-use patterns and intensifying the municipality's fiscal dependence on mineral exploitation. The study demonstrates that multitemporal landscape analysis constitutes a strategic tool for monitoring medium- and large-scale mining activities, providing a technical basis for territorial planning and the definition of environmental restoration strategies, while also supporting reflections on fiscal sustainability, water security, and the conservation of ecosystem services in contexts of strong extractive pressure.

**Keywords:** Landscape analysis. Mining. Miguel Burnier. Ouro Preto. Land use and land change.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Biomas no estado de Minas Gerais e a dinâmica de ocupação histórica.....	17
Figura 2 - Domínio da Mata Atlântica em Minas Gerais.....	18
Figura 3 - Fitofisionomias do Cerrado.....	19
Figura 4 - a) Mapa geológico simplificado do QF e áreas adjacentes no extremo sul do Cráton do São Francisco. b) Modelo digital de terreno que enfatiza o pronunciado relevo do QF.....	23
Figura 5 - Mapa de localização do distrito de Miguel Burnier no município de Ouro Preto...	26
Figura 6 – Gráfico da variação temporal do uso e cobertura da terra.....	30
Figura 7 - Mudança do uso e cobertura da terra no distrito de Miguel Burnier.....	31
Figure 8 - a/b) Distribuição das classes do uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2023 que foram acometidas por transição; c) Tipo de transição entre classes. Transição de classes (1985-2023) no distrito de Miguel Burnier.....	35

## LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Características dos biomas brasileiros.....	16
Quadro 2 - Reclassificação das classes de uso e cobertura da terra.....	27
Tabela 1 - Variação da alteração do uso e cobertura da terra.....	29
Tabela 2 - Matriz de transição entre as classes.....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
	2.1 Os biomas brasileiros.....	15
	2.1.1 A Mata Atlântica e o Cerrado: interfaces em Minas Gerais.....	17
	2.1.2 Os Campos Rupestres: caracterização e importância ecológica.....	20
	2.2 Caracterização Geográfica e Geológica do Quadrilátero Ferrífero.....	22
<b>3</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>25</b>
	3.1 Geral.....	25
	3.2 Específicos.....	25
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
	4.1 Área de estudo.....	26
	4.2 Metodologia.....	27
<b>5</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
	5.1 Mudança do uso e cobertura da terra.....	29
	5.2 Transição do uso e cobertura da terra.....	32
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
	6.1 Mudança do uso e cobertura da terra.....	36
	6.2 Transição do uso e cobertura da terra.....	37
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na escala global, a intensificação da demanda por commodities minerais, impulsionada pela industrialização, pela urbanização e, mais recentemente, pela transição energética, tem ampliado a centralidade estratégica da atividade extrativa na economia mundial.

A expansão de tecnologias associadas à descarbonização, como energias renováveis, mobilidade elétrica e sistemas de armazenamento energético, vem aumentando significativamente a demanda por minerais metálicos e terras raras, ampliando a pressão sobre territórios ricos em recursos minerais e evidenciando novos desafios socioambientais relacionados à exploração desses recursos (ALI et al., 2017).

A atividade minerária atua como vetor estruturante de transformações territoriais, reconfigurando usos da terra, redefinindo relações produtivas e tensionando a sustentabilidade de sistemas socioecológicos, especialmente em regiões ricas em recursos naturais (FERRARI et al., 2020; MME, 2010; SANTOS, 2025).

No Brasil, esse processo assume contornos particulares em regiões historicamente marcadas pela atividade mineradora, como o Quadrilátero Ferrífero (QF), em Minas Gerais. Essa região constitui uma das mais importantes províncias minerais do mundo, destacando-se pela expressiva concentração de jazidas de minério de ferro, além de ouro, manganês e outros recursos minerais. Ao longo de sua história, a mineração consolidou-se como eixo estruturante da economia regional, influenciando profundamente a organização espacial, a dinâmica urbana e as transformações no uso e cobertura da terra (FERNANDES, 2016; MATTHIAS et al., 2010; RUCHKYS; MACHADO, 2013).

Análises mais recentes acerca da especialização produtiva e da dependência mineral em Minas Gerais (De Souza Diniz et al., 2014; Rezende, 2016), indicam que a centralidade da mineração redefiniu a organização espacial e intensificou processos de conversão territorial, especialmente com a expansão das minas a céu aberto e de suas estruturas associadas, impactando diretamente a dinâmica de uso e cobertura da terra.

É nesse contexto que se insere o distrito de Miguel Burnier, localizado no município de Ouro Preto em Minas Gerais, território que reúne atributos geológicos, ambientais e hídricos de elevada relevância. Inserida no contexto geológico do QF e situada

em área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, a região apresenta significativa diversidade ecológica e elevada importância para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais.

Além disso, o território encontra-se predominantemente inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, um dos principais sistemas hidrográficos do país, responsável pelo abastecimento hídrico, pela manutenção de atividades econômicas e pela sustentação de diversos ecossistemas ao longo de sua extensão (NASCIMENTO; CASTRO, 2019).

Nas últimas décadas, a intensificação da atividade minerária no QF tem promovido alterações significativas na configuração espacial regional, caracterizadas pela expansão de áreas destinadas à mineração, pela retração de atividades agropecuárias tradicionais e por transformações nas formações vegetais naturais.

Essas mudanças refletem a crescente pressão exercida pela exploração mineral sobre os territórios e suscitam questionamentos relevantes acerca dos efeitos cumulativos dessas transformações sobre a segurança hídrica, a resiliência ecológica e a sustentabilidade territorial em médio e longo prazo. Nesse contexto, compreender as dinâmicas de uso e ocupação da terra associadas à mineração torna-se fundamental para subsidiar estratégias de planejamento territorial e gestão ambiental capazes de conciliar desenvolvimento econômico e conservação dos recursos naturais (ENRÍQUEZ, 2007; FERNANDES, 2016; SONTER et al., 2017).

Diante desse cenário, coloca-se como problema de pesquisa compreender de que maneira a expansão da atividade minerária, no período de 1985 a 2023, promoveu processos de conversão e substituição entre classes de uso e cobertura da terra em Miguel Burnier, redefinindo a matriz territorial e seus equilíbrios socioambientais. A questão central reside em identificar se a consolidação da mineração como vetor hegemônico de uso da terra implicou perda estrutural de atividades agropastoris, pressão sobre formações naturais e redução de superfícies hídricas, configurando uma transição econômica e espacial marcada por crescente especialização extrativa.

O objetivo deste trabalho busca analisar a evolução temporal do uso e cobertura da terra no distrito de Miguel Burnier, avaliando a expansão da mineração e sua relação com as mudanças territoriais ocorridas ao longo de 38 anos. Especificamente, busca-se quantificar as

variações absolutas e relativas das principais classes de uso, examinar os fluxos de transição entre 1985 e 2023, identificar padrões de permanência e conversão e discutir os impactos e riscos territoriais associados a essa reestruturação espacial.

Ao evidenciar as tendências de expansão minerária, a retração da agropecuária e a relativa estabilidade — ainda que tensionada — das formações naturais, o estudo pretende contribuir para a compreensão dos vetores estruturais que orientam a transformação do território em contextos de forte dependência mineral. Além disso, busca-se oferecer subsídios para o debate sobre planejamento territorial, segurança hídrica e sustentabilidade fiscal e ambiental em municípios cuja base econômica está fortemente vinculada à exploração de recursos não renováveis. Dessa forma, a análise desenvolvida não se limita à descrição quantitativa das mudanças no uso da terra, mas propõe uma reflexão crítica sobre os desafios de conciliar desenvolvimento econômico, conservação ambiental e resiliência socioecológica em territórios mineradores.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Os biomas brasileiros

Com uma extensão territorial de 8.515.767,049 km<sup>2</sup> (IBGE, 2025) o Brasil abriga uma das maiores biodiversidades do planeta, distribuída em seis biomas: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal. Segundo Walter (1985), o bioma pode ser considerado como uma área do espaço geográfico, com dimensões até superiores a um milhão de quilômetros quadrados, representada por um tipo uniforme de ambiente, identificado e classificado de acordo com o macroclima, a fitofisionomia (formação), o solo e a altitude, os principais elementos que caracterizam os diversos ambientes continentais.

No Brasil, cada bioma apresenta uma grande unidade fisionômica, caracterizada por condições climáticas, geomorfológicas e florísticas próprias, que determinam a organização dos ecossistemas e das comunidades biológicas (AB'SÁBER, 2003; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2025). A estrutura e o funcionamento desses biomas são resultados de processos históricos e ambientais complexos, que incluem variações climáticas, dinâmica dos solos, regimes hidrológicos e interações ecológicas que moldaram a diversidade atual da flora e da fauna brasileiras.

A Amazônia, por exemplo, representa a maior floresta tropical contínua do mundo; o Cerrado constitui a mais extensa savana sul-americana; a Mata Atlântica destaca-se como um dos principais *hotspots*<sup>1</sup> globais de biodiversidade; a Caatinga é o único bioma exclusivamente brasileiro, marcado por vegetação xerófita adaptada à aridez; o Pampa reúne formações campestres típicas do sul do país; e o Pantanal configura a maior planície inundável do planeta (IBGE, 2012). Essa diversidade revela a complexidade ecológica do Brasil e reforça a importância de estratégias diferenciadas de conservação para cada bioma.

Entender e compreender as características e a distribuição desses biomas é fundamental para análises ambientais, pesquisas em biodiversidade e ações de conservação e planejamento territorial (Quadro 1).

#### Quadro 1 - Características dos biomas brasileiros.

---

<sup>1</sup> Segundo Myers et al. (2000), refere-se a regiões que apresentam elevada concentração de espécies endêmicas e alto grau de ameaça decorrente da perda de habitats naturais, sendo consideradas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade.

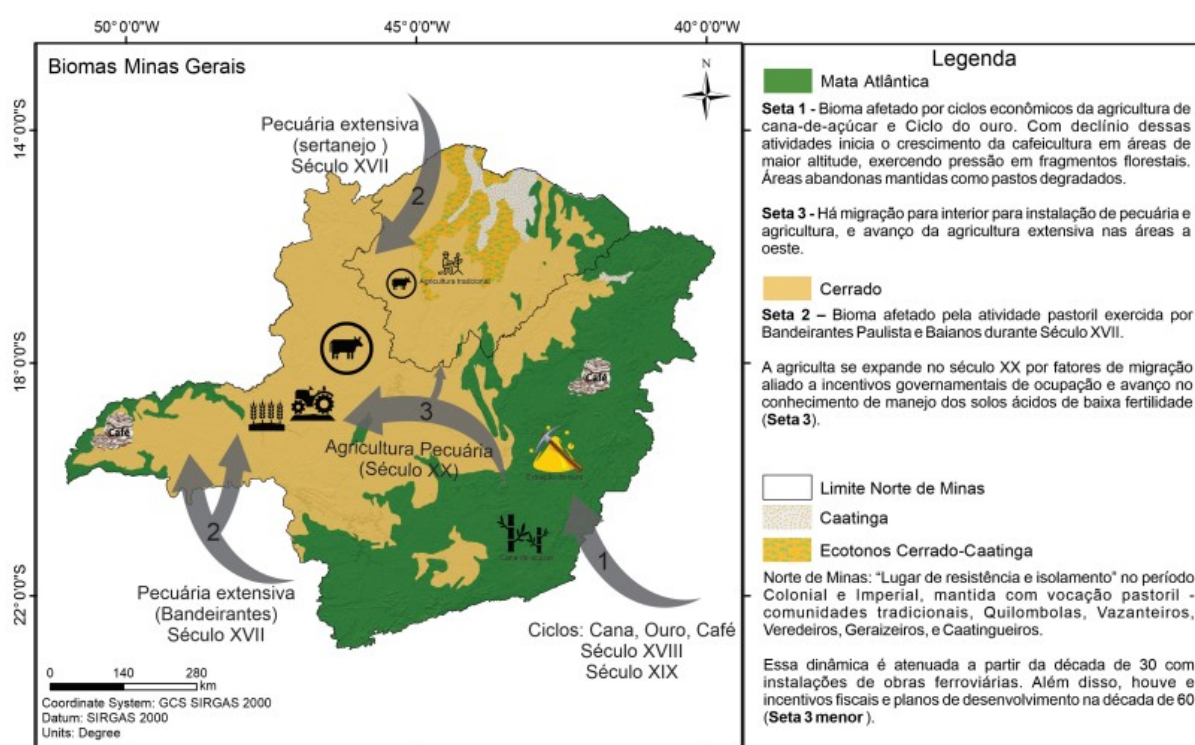
<b>Bioma</b>	<b>Conceito / Tipo de Vegetação</b>	<b>Características Ecológicas</b>	<b>Distribuição Geográfica</b>
Amazônia	Floresta tropical úmida densa, com árvores altas e estratificadas	Maior floresta tropical do mundo; alta biodiversidade; auto-sustentável com ciclo de nutrientes; alto equilíbrio ecológico; abriga muitas espécies de plantas e animais.	Aproximadamente 49% do território brasileiro — estados do Norte e partes de MA, TO e MT.
Caatinga	Vegetação xerófila adaptada ao clima semi-árido, com variedades arbustivas e cactáceas	Regime de secas periódicas; rios intermitentes; adaptada à escassez de água; grande diversidade de paisagens e espécies endêmicas.	Cerca de 10% do território; Nordeste e parte de MG.
Cerrado	Savana com gramíneas, arbustos e árvores espaçadas; várias formações vegetais	Uma das savanas mais biodiversas do mundo; grande diversidade de espécies vegetais e animais; adaptações ao fogo e solos ácidos.	Aproximadamente 24% do território; principalmente Planalto Central e partes de várias UF.
Mata Atlântica	Florestas litorâneas e serranas com estratos arbóreos variados	Rica em espécies endêmicas; muito ameaçada; fragmentada; menos de 30% da cobertura original.	Ao longo da costa atlântica do país.
Pampa	Campos temperados com gramíneas e arbustos (vegetação campestre)	Clima úmido sem estação seca marcada; temperaturas que podem ser negativas no inverno; vegetação aberta dominada por gramíneas.	Aproximadamente 2% do território; sul do RS.
Pantanal	Planície alagável com tipologias de savanas, campos inundáveis e áreas de transição	Maior planície de inundação contínua do mundo; sazonalidade de cheias e vazantes; grande diversidade de fauna associada às áreas úmidas.	Cerca de 2% do território; partes de MT e MS.

Fonte: Adaptado de IBGE (2025).

### 2.1.1 A Mata Atlântica e o Cerrado: interfaces em Minas Gerais

No contexto de Minas Gerais, a posição geográfica do estado, situado na interface entre Cerrado, Mata Atlântica e Caatinga, Figura 1, resulta em elevada diversidade biológica e ampla variedade de fitofisionomia. Regiões montanhosas como a Serra do Espinhaço configuram-se como centros de endemismo e abrigo de ecossistemas singulares, como os campos rupestres, cuja flora altamente especializada tem sido destacada por (JACOBI; DO CARMO; VINCENT, 2008).

Figura 1 – Biomas no estado de Minas Gerais e a dinâmica de ocupação histórica.

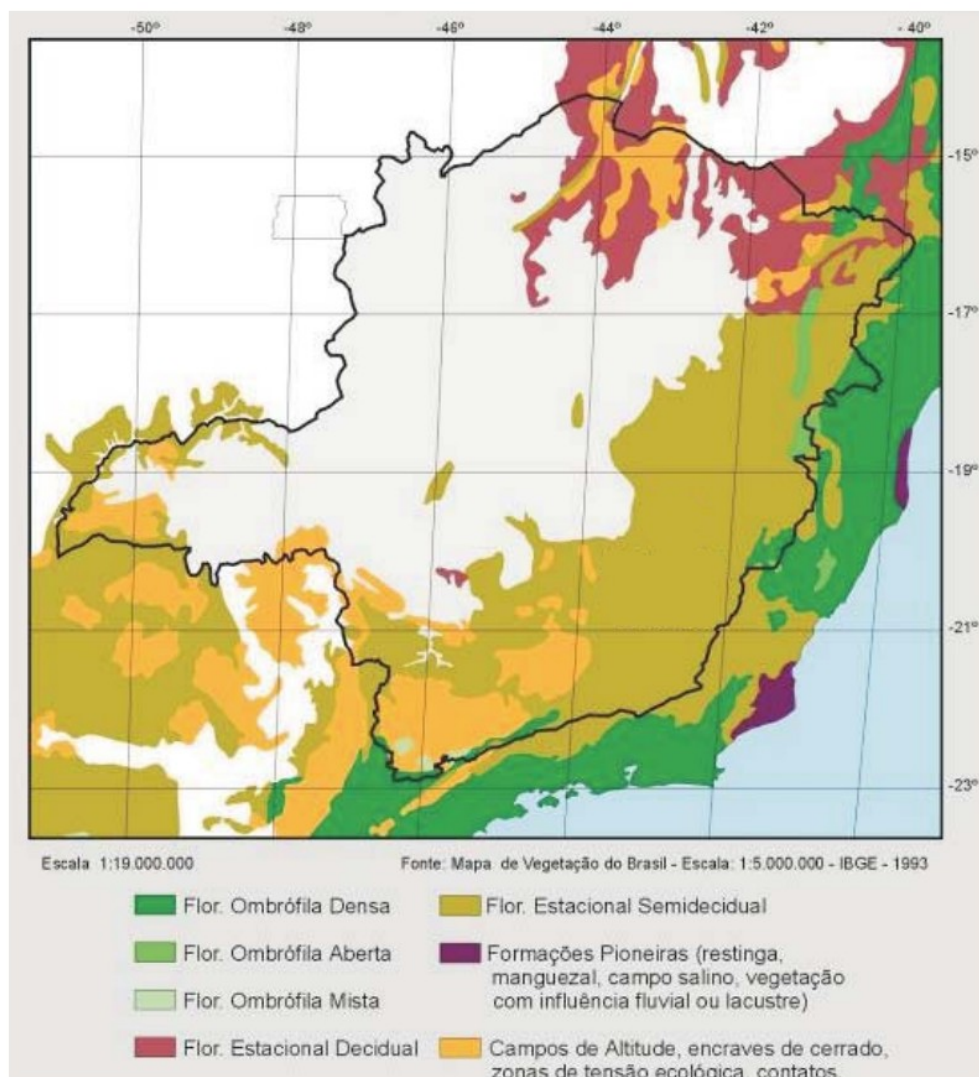


Fonte: Ferreira; Costa (2022)

A fitofisionomia refere-se ao conjunto de características estruturais externas da vegetação, considerando aspectos como porte, densidade, forma de vida dominante, cobertura do dossel e composição fisionômica geral. Trata-se de uma categoria descritiva que permite distinguir diferentes formações vegetais independentemente de sua composição florística específica (RIZZINI, 1997). Assim, fitofisionomias como florestas, savanas, campos e formações rupestres são reconhecidas pela aparência e organização funcional da vegetação no espaço.

Por integrar amplas porções dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, Minas Gerais acaba apresentando uma elevada heterogeneidade ambiental e grande diversidade de ecossistemas. A Mata Atlântica em Minas Gerais (Figura 2) caracteriza-se por florestas ombrófilas e estacionais semidecíduais, distribuídas especialmente nas regiões Leste e Sul mineiro, acompanhando gradientes altitudinais e regimes mais úmidos.

Figura 2 - Domínio da Mata Atlântica em Minas Gerais.

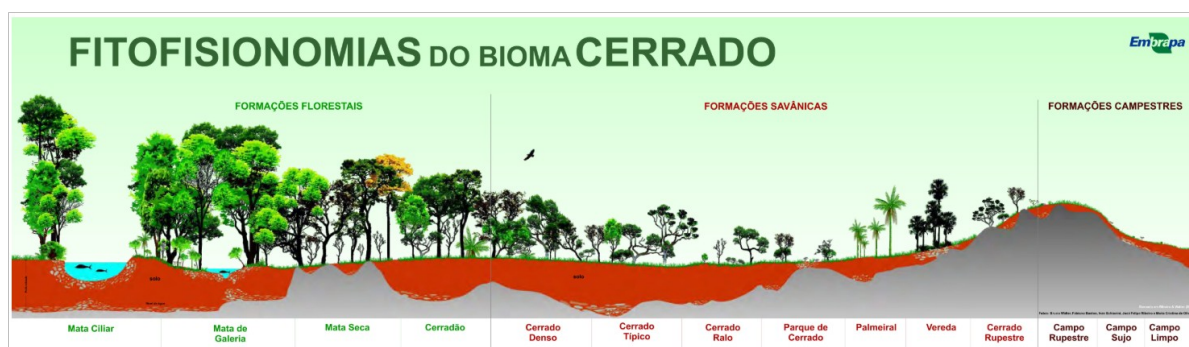


Fonte: Lana et al. (2010).

Predominante nas regiões Centro-Oeste e Norte do estado de Minas Gerais o Cerrado é fortemente influenciado pela sazonalidade climática, pelos solos distróficos e pelos regimes de queima naturais e antrópicos.

Como características apresenta elevada heterogeneidade estrutural e florística, expressa em um amplo mosaico de formações vegetais distribuídas ao longo de gradientes edáficos, topográficos e hidrológicos, sob forte influência da sazonalidade climática e do regime natural de fogo. Essa complexidade ecológica resulta em diferentes arranjos fisionômicos da vegetação (Figura 3), que variam desde formações florestais densas até ambientes campestres dominados por gramíneas e herbáceas (RIBEIRO; WALTER, 1998; STRASSBURG et al., 2017).

Figura 3 - Fitofisionomias do Cerrado.



Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2008).

A sistematização mais amplamente utilizada para a classificação das fitofisionomias do Cerrado foi proposta por Ribeiro e Walter (1998), que organizaram a vegetação do bioma em três grandes grupos estruturais: formações florestais, savânicas e campestres, definidos principalmente pela densidade, porte e cobertura do componente lenhoso, bem como pela composição e dominância do estrato herbáceo-subarbustivo.

Nesse sistema são reconhecidos 11 tipos principais de fitofisionomias, incluindo quatro formações florestais (mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão), quatro savânicas (cerrado sensu stricto, parque de cerrado, palmeiral e vereda) e três campestres (campo limpo, campo sujo e campo rupestre).

Nos últimos anos, diferentes estudos têm buscado revisar e aperfeiçoar a classificação das fitofisionomias do Cerrado, seja a partir de abordagens florísticas, estruturais ou baseadas em técnicas de sensoriamento remoto. Trabalhos recentes têm demonstrado que a diversidade estrutural das fitofisionomias pode ser analisada por meio de métricas de altura e complexidade vertical da vegetação, permitindo distinguir diferentes formações savânicas e campestres com maior precisão (MOREIRA et al., 2025).

Outros autores como De Camargo et al. (2020) propuseram uma revisão da classificação tradicional, sugerindo a simplificação de algumas categorias fitofisionômicas com base na similaridade florística observada entre determinadas formações. Os autores argumentam que algumas fitofisionomias tradicionalmente diferenciadas, como mata ciliar e mata de galeria ou parque de cerrado e cerrado sensu stricto, apresentam elevada sobreposição florística em determinadas regiões, o que poderia justificar sua agregação em menos subformas. Essa proposta busca reduzir a complexidade do sistema classificatório, embora os próprios autores reconheçam que novas investigações em diferentes regiões do bioma são necessárias para avaliar a aplicabilidade dessa simplificação em escala regional.

Apesar dessas iniciativas de revisão, a classificação proposta por Ribeiro e Walter (1998) permanece amplamente adotada em estudos ecológicos, inventários florísticos e políticas de conservação, sobretudo por considerar simultaneamente aspectos estruturais, florísticos e ambientais da vegetação. Dessa forma, o Cerrado é reconhecido como um sistema ecológico altamente heterogêneo, no qual a diversidade de fitofisionomias desempenha papel central na manutenção da biodiversidade, na regulação de processos hidrológicos e na provisão de serviços ecossistêmicos em escala regional e nacional (DURIGAN; RATTER, 2016; RIBEIRO; WALTER, 1998; STRASSBURG et al., 2017).

### **2.1.2 Os Campos Rupestres: caracterização e importância ecológica**

Os Campos Rupestres constituem um dos ecossistemas montanos mais singulares do Brasil, caracterizados por elevada heterogeneidade ambiental, grande diversidade florística e altos níveis de endemismo. Historicamente, essas formações são classificadas como uma fitofisionomia inserida no bioma Cerrado, sobretudo devido à presença de vegetação predominantemente campestre e à ocorrência geográfica significativa dentro do domínio desse bioma (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997; MIOLA, 2019). Entretanto, estudos mais recentes indicam que os campos rupestres apresentam características ecológicas e evolutivas próprias, configurando um sistema ecológico distinto, frequentemente associado às cadeias montanhosas do Brasil central, especialmente à Serra do Espinhaço e ao Quadrilátero Ferrífero (SILVEIRA et al., 2016).

Do ponto de vista físico-ambiental, os campos rupestres desenvolvem-se predominantemente em altitudes superiores a 900–1.000 metros, sobre afloramentos rochosos quartzíticos ou ferruginosos, onde predominam solos rasos, arenosos e extremamente pobres

em nutrientes, frequentemente classificados como Neossolos Litólicos (BENITES et al., 2007; MIOLA, 2019). Essas condições edáficas são associadas a ambientes oligotróficos, com baixos teores de matéria orgânica e alta acidez, limitando o desenvolvimento de vegetação arbórea de grande porte.

O clima dessas áreas apresenta elevada insolação, grande amplitude térmica diária e períodos recorrentes de déficit hídrico, mesmo em regiões com precipitação anual relativamente elevada (SILVEIRA et al., 2016). A combinação entre fatores edáficos restritivos, radiação solar intensa e disponibilidade hídrica irregular impõe forte pressão seletiva sobre a vegetação, resultando em comunidades altamente especializadas e adaptadas a condições ambientais extremas.

A estrutura da vegetação nos campos rupestres é bastante heterogênea, composta principalmente por espécies herbáceas, subarborescentes e arbustivas, além de bromeliáceas, sempre-vivas (Eriocaulaceae), orquídeas e outras plantas adaptadas a ambientes xéricos e oligotróficos (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997). A cobertura arbórea é geralmente reduzida, variando entre 5% e 20%, com indivíduos que raramente ultrapassam 2 a 4 metros de altura, concentrando-se principalmente em fendas rochosas ou em locais onde há maior acúmulo de solo.

Essas formações frequentemente ocorrem em mosaicos com outras fitofisionomias, refletindo a elevada diversidade de micro-habitats presentes nesses ambientes montanos (BENITES et al., 2007). Embora possam apresentar certa similaridade estrutural com formações abertas do Cerrado, como o cerrado ralo, o substrato rochoso e os solos extremamente rasos constituem elementos diagnósticos fundamentais para sua diferenciação.

No contexto de Minas Gerais, os campos rupestres encontram ampla expressão na Serra do Espinhaço e no Quadrilátero Ferrífero, regiões que se destacam por sua complexidade geológica, topográfica e climática. O Quadrilátero Ferrífero, localizado na porção central do estado, funciona como um importante zona de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado, apresentando elevada heterogeneidade ambiental e grande diversidade de habitats (KAMIN; OLIVEIRA-FILHO; STEHMAN, 2008).

A importância ecológica dos Campos Rupestres é amplamente reconhecida na literatura científica e pode ser compreendida a partir de três dimensões principais: biodiversidade, regulação hidrológica e provisão de serviços ecossistêmicos.

Em termos de biodiversidade, esses ambientes apresentam uma das floras mais ricas e especializadas do Brasil, com níveis excepcionais de endemismo. Muitas espécies possuem distribuição extremamente restrita, ocorrendo apenas em determinados maciços montanhosos ou em tipos específicos de substrato geológico (SILVEIRA et al., 2016). Esse elevado endemismo é frequentemente associado ao isolamento geográfico das serras, à estabilidade geológica de longo prazo e às condições ambientais seletivas, que favoreceram processos evolutivos singulares (GIULIETTI; PIRANI; HARLEY, 1997).

Outro aspecto relevante refere-se ao papel dos campos rupestres na regulação hidrológica regional. Localizados frequentemente em áreas de cabeceira de bacias hidrográficas, esses ecossistemas funcionam como importantes zonas de recarga hídrica, armazenando água em solos rasos, turfeiras e fraturas rochosas, liberando-a gradualmente para os cursos d'água ao longo do ano (SILVEIRA et al., 2016). Essa dinâmica contribui para a manutenção da disponibilidade hídrica em períodos de estiagem, sendo particularmente relevante em regiões com forte sazonalidade climática.

Além disso, os campos rupestres fornecem serviços ecossistêmicos, incluindo ciclagem de nutrientes em ambientes oligotróficos, manutenção de interações ecológicas especializadas — como polinização por insetos específicos — e conservação de espécies ameaçadas ou raras (SILVEIRA et al., 2016). Esses ambientes também desempenham papel relevante no armazenamento de carbono em vegetações adaptadas ao fogo e na manutenção da diversidade genética de diversas linhagens vegetais.

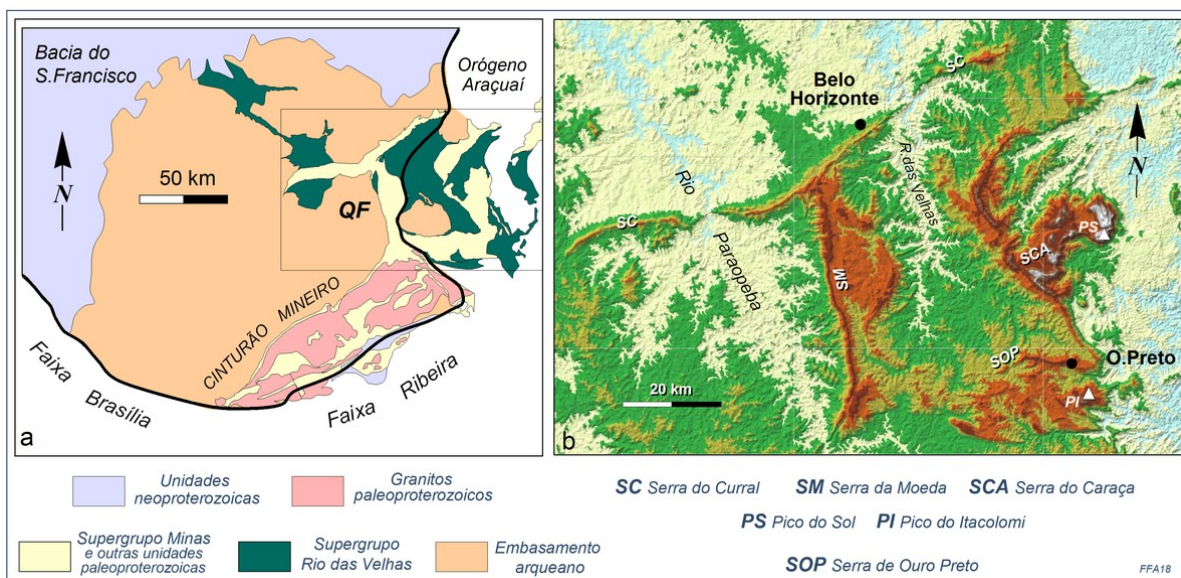
Apesar de sua elevada importância ecológica, os campos rupestres figuram entre os ecossistemas mais ameaçados do Brasil. Atividades como mineração, expansão urbana, incêndios recorrentes e mudanças climáticas têm provocado fragmentação e degradação dessas áreas, comprometendo sua biodiversidade e os serviços ecossistêmicos associados (SILVEIRA et al., 2016). Diante desse cenário, diversos autores destacam a necessidade de estratégias específicas de conservação e gestão territorial voltadas à proteção desses ambientes singulares.

## **2.2 Caracterização Geográfica e Geológica do Quadrilátero Ferrífero**

O Quadrilátero Ferrífero (QF), Figura 4, localizado na porção centro-sul do estado de Minas Gerais, constitui uma das mais importantes províncias minerais do mundo, destacando-se pela abundância de jazidas auríferas e, sobretudo, pelos depósitos de minério de

ferro de alto teor (ALKMIM; MARSHAK, 1998; DORR, 1969; ROSIÈRE; CHEMALE JR, 2000).

Figura 4 - a) Mapa geológico simplificado do Quadrilátero Ferrífero (QF) e áreas adjacentes no extremo sul do Cráton do São Francisco. b) Modelo digital de terreno que enfatiza o pronunciado relevo do QF.



Fonte: (ALKIMIN, 2018)

O relevo da região apresenta forte dissecação e elevado controle estrutural, sendo marcado por cadeias serranas dispostas de forma aproximadamente ortogonal, ao longo das quais se concentram expressivas mineralizações ferríferas.

Do ponto de vista geológico, o QF expõe um complexo empilhamento de unidades litoestratigráficas que registram uma longa evolução geotectônica do Cráton São Francisco. Entre as principais unidades destacam-se: (i) o embasamento arqueano composto por gnaisses e granitos com idades entre aproximadamente 3,2 e 2,8 bilhões de anos; (ii) o Supergrupo Rio das Velhas, constituído por sequências metavulcano-sedimentares neoarqueanas que hospedam importantes depósitos auríferos; (iii) o Supergrupo Minas (2,6–2,0 bilhões de anos), que inclui os itabiritos da Formação Cauê, principais portadores de minério de ferro da região; (iv) unidades paleoproterozoicas associadas ao Cinturão Mineiro; e (v) o Grupo Itacolomi, caracterizado predominantemente por quartzitos e metaconglomerados. Essas unidades foram submetidas a intensa deformação tectônica, expressa por dobramentos, falhamentos e sistemas de fraturas que conferem elevada complexidade estrutural ao QF (ALKMIM; MARSHAK, 1998; DORR, 1969).

Historicamente, o QF desempenhou papel central no ciclo do ouro durante o período colonial, sendo considerado o núcleo da antiga “região das minas”, responsável por impulsionar a ocupação do interior do território brasileiro a partir do século XVIII. Após um período de relativa retração econômica no século XIX, a região voltou a assumir protagonismo a partir da década de 1950, com a consolidação da exploração de minério de ferro em escala industrial, tornando-se uma das principais áreas produtoras do país e elemento estratégico para a economia mineral brasileira (ROSIÈRE; CHEMALE JR, 2000).

Do ponto de vista ambiental, o QF situa-se em uma zona de transição entre dois dos principais biomas brasileiros, a Mata Atlântica e o Cerrado. Essa condição ecotonal favorece elevada diversidade biológica e a ocorrência de múltiplas fitofisionomias, incluindo florestas estacionais semidecíduais, formações savânicas e campos rupestres ferruginosos associados às cangas. Esses campos sobre substrato ferruginoso apresentam elevados níveis de endemismo e forte especialização ecológica, sendo reconhecidos como ambientes altamente vulneráveis às pressões antrópicas, especialmente aquelas associadas à mineração e à expansão urbana (JACOBI ET AL., 2007; JACOBI; DO CARMO; VINCENT, 2008; SKIRYCZ et al., 2014).

Dessa forma, o QF configura-se como um território de singular relevância geológica, histórica e ecológica. A sobreposição entre riqueza mineral, relevância econômica e elevada biodiversidade impõe desafios significativos à gestão territorial, particularmente no que se refere à conciliação entre exploração mineral, conservação dos ecossistemas associados à Mata Atlântica e ao Cerrado e manutenção de serviços ecossistêmicos estratégicos, como a regulação hidrológica, a produção hídrica e a estabilidade geomorfológica regional.

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 Geral**

Compreender o avanço da atividade minerária sobre o distrito de Miguel Burnier no município de Ouro Preto, MG.

#### **3.2 Específicos**

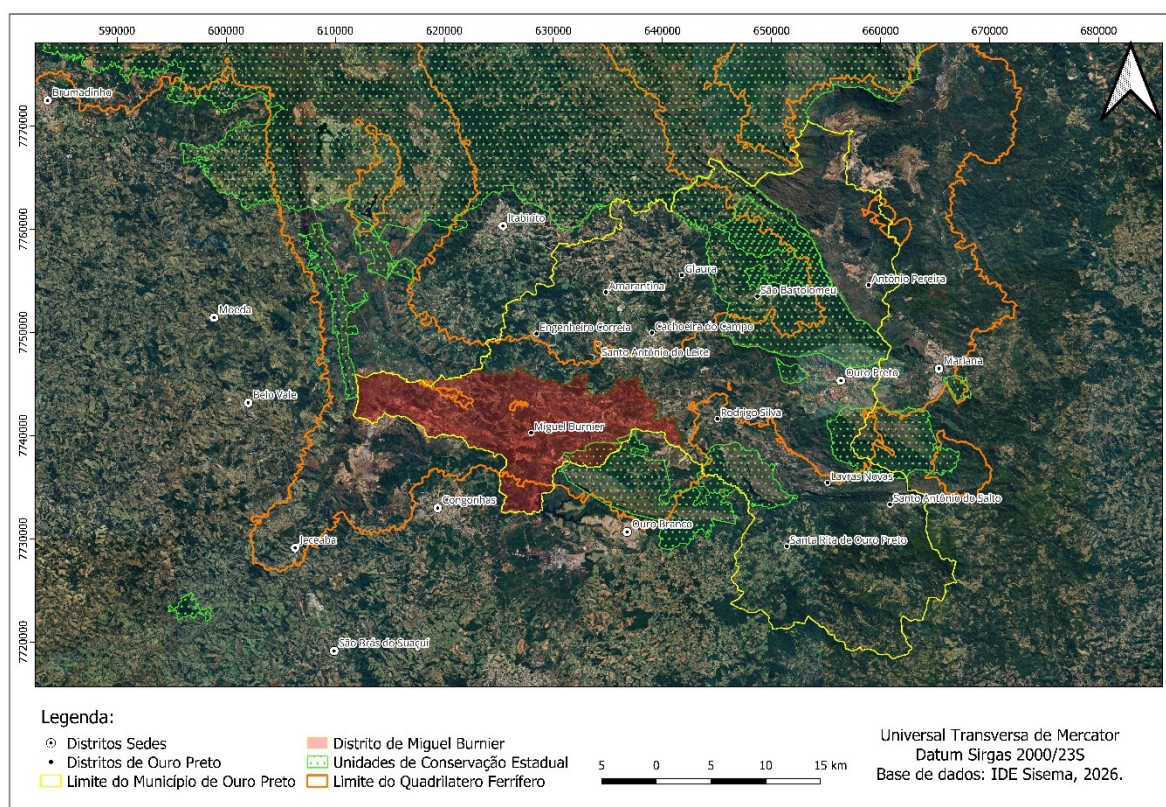
- Avaliar a expansão da atividade minerária e sua relação com a mudança do uso e cobertura da terra em Miguel Burnier no período de 38 anos utilizando sensoriamento remoto e geoprocessamento.
- Quantificar e avaliar o processo de mudança do uso e cobertura da terra e de sua transição no período de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023.
- Analisar os impactos ambientais no território do distrito de Miguel Burnier.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Área de estudo

O município de Ouro Preto (Figura 5) possui área territorial de 1.245,865 km<sup>2</sup>, subdividida em 13 distritos administrativos, incluindo a sede municipal. De acordo com o Censo Demográfico de 2022, o município abriga quase 75 mil habitantes (IBGE, 2022a).

Figura 5 - Mapa de localização do distrito de Miguel Burnier no município de Ouro Preto.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

No contexto físico-territorial, Ouro Preto apresenta elevada relevância estratégica, uma vez que se encontra inserido na área de transição entre duas importantes regiões hidrográficas brasileiras: a bacia do Rio São Francisco e a bacia do Rio Doce. Essa condição confere ao município papel significativo na dinâmica de produção hídrica regional, contribuindo, inclusive, para o abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, que concentra população superior a 3,5 milhões de habitantes (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, 2015).

Definido o distrito de Miguel Burnier como estudo de caso, com uma área de 196,288 km<sup>2</sup>, 15,8% em relação ao território municipal, encontra-se localizado na porção oeste do município, com população aproximada de 629 habitantes e 247 domicílios (IBGE, 2022b). A atividade de extração de minério de ferro constitui elemento estruturante da economia local e municipal, influenciando diretamente a organização do espaço, o uso e cobertura da terra e a dinâmica socioeconômica da região.

## 4.2 Metodologia

Adotando como base de dados a Coleção 8 do MapBiomias, que disponibiliza séries históricas anuais de uso e cobertura da terra para o território brasileiro, foram selecionados cinco anos de referência — 1985, 1995, 2005, 2015 e 2023 — estabelecendo um recorte temporal com intervalos aproximadamente decenais, adequado à análise de tendências estruturais de médio e longo prazo na dinâmica territorial.

Como segunda etapa foi realizada a reclassificação temática (Quadro 2) que consistiu em cinco grandes classes agregadas de uso e cobertura da terra. A reclassificação foi realizada em ambiente SIG por meio da ferramenta de reclassificação raster, mantendo a integridade espacial dos pixels e alterando apenas seus códigos temáticos.

Quadro 2 - Reclassificação das classes de uso e cobertura da terra.

<b>Classe Reclassificada</b>	<b>Classes originais do MapBiomias (Coleção 8)</b>
Formação Florestal	Formação Florestal; Formação Savânica; Mangue; Floresta Alagável; Restinga Herbácea
Formação Campestre	Campo Alagado e Área Pantanosa; Formação Campestre; Afloramento Rochoso; Apicum
Agropecuária	Silvicultura; Pastagem; Lavoura Temporária; Lavoura Perene; Mosaico de Usos
Mineração	Praia, Duna e Areal; Área Urbanizada; Outras Áreas não Vegetadas; Mineração
Água <sup>2</sup>	Aquicultura; Rio, Lago e Oceano

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

<sup>2</sup> A classe Água neste estudo foi considerada como sendo de origem antrópica, pois, no território de Miguel Burnier, as superfícies hídricas identificadas no sensoriamento remoto resultam majoritariamente da atividade minerária (destaco as barragens de rejeitos; reservatórios artificiais, Lago de Soledade). A água então não é vista apenas como um elemento natural, mas como um componente da reorganização da paisagem produzida pela ação do homem.

A agregação temática permitiu maior robustez interpretativa ao concentrar a análise nas principais matrizes territoriais e nas atividades antrópicas com maior capacidade de transformação da paisagem.

Posteriormente, foi realizada a quantificação das áreas ocupadas por cada classe agregada nos anos selecionados. O procedimento consistiu em: (1) Cálculo da área total por classe (em hectares); (2) Organização dos resultados em planilhas para análise estatística descritiva; (3) Cálculo das variações absolutas (ha) e relativas (%) entre os períodos.

A partir da análise temporal permitiu identificar tendências de expansão, retração ou estabilidade das classes, bem como momentos de maior intensidade nas transformações do uso e cobertura da terra.

A avaliação da transição do uso e cobertura da terra teve como objetivo compreender os fluxos de conversão entre classes, foi realizada análise de transição entre os anos de 1985 e 2023. O processamento foi conduzido no software QGIS, utilizando o Semi-Automatic Classification Plugin (SCP). Assim, foi possível verificar e identificar a permanência de classes (estabilidade territorial); as conversões diretas entre classes (ex.: Formação Florestal para Mineração); a magnitude e direção dos fluxos territoriais.

Por fim, como etapa final foi realizada uma análise territorial integrada que a partir da matriz de transição foi possível realizar e quantificar os ganhos e perdas líquidas por classe e à identificação das principais rotas de conversão do uso da terra. Os resultados obtidos permitiram identificar e abordar além da análise quantitativa realizar a leitura espacial das áreas de maior transformação e contextualizar as questões socioeconômica do território.

Essa abordagem metodológica permitiu compreender não apenas a magnitude das mudanças, mas também seus vetores estruturais e implicações territoriais.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Mudança do uso e cobertura da terra

A avaliação multitemporal da dinâmica de uso e cobertura da terra no distrito de Miguel Burnier, compreendida entre os anos de 1985 e 2023, evidencia alterações estruturais na configuração espacial local. Essas alterações estão intrinsecamente associadas ao avanço das atividades minerárias em detrimento das áreas de uso agropecuário, por exemplo.

Verificando a Tabela 1 observa-se que a mineração configurou a classe de maior incremento relativo, saltando de 1.357,60 hectares (ha) em 1985 para 2.944,58 ha em 2023. Tal variação representa um acréscimo absoluto de 1.586,98 ha e uma expansão de 116,9%, ocorrendo de maneira contínua durante a série histórica, com pico de intensidade no decênio 2005–2015.

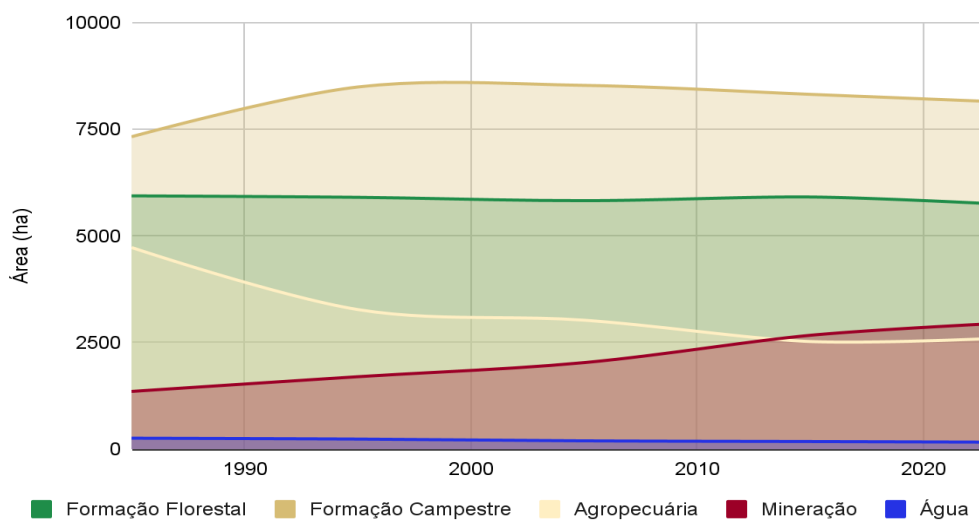
Tabela 1 - Variação da alteração do uso e cobertura da terra.

Ano/Área (ha)	Formação Florestal		Formação Campestre		Agropecuária		Mineração		Água	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1985	5.943,07	30,29%	7.329,34	37,35%	4.732,44	24,12%	1.357,60	6,92%	261,16	1,33%
1995	5.908,86	30,11%	8.496,12	43,30%	3.276,41	16,70%	1.702,43	8,68%	239,78	1,22%
2005	5.830,56	29,71%	8.533,60	43,49%	3.027,41	15,43%	2.033,00	10,36%	199,03	1,01%
2015	5.916,74	30,15%	8.323,08	42,41%	2.527,15	12,88%	2.674,20	13,63%	182,43	0,93%
2023	5.758,71	29,35%	8.154,65	41,56%	2.597,82	13,24%	2.944,58	15,01%	167,59	0,85%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Diferente da dinâmica minerária, a classe agropecuária registrou a mais expressiva perda territorial em termos absolutos. Houve uma retração de 2.134,62 ha (-45,1%), declinando de 4.732,44 ha no ano inicial para 2.597,82 ha no final da série. Esse decréscimo mostrou-se particularmente agudo entre 1985 e 1995, mantendo uma trajetória de queda até 2015, momento a partir do qual se nota uma leve estabilização (Figura 6).

Figura 6 – Gráfico da variação temporal do uso e cobertura da terra.



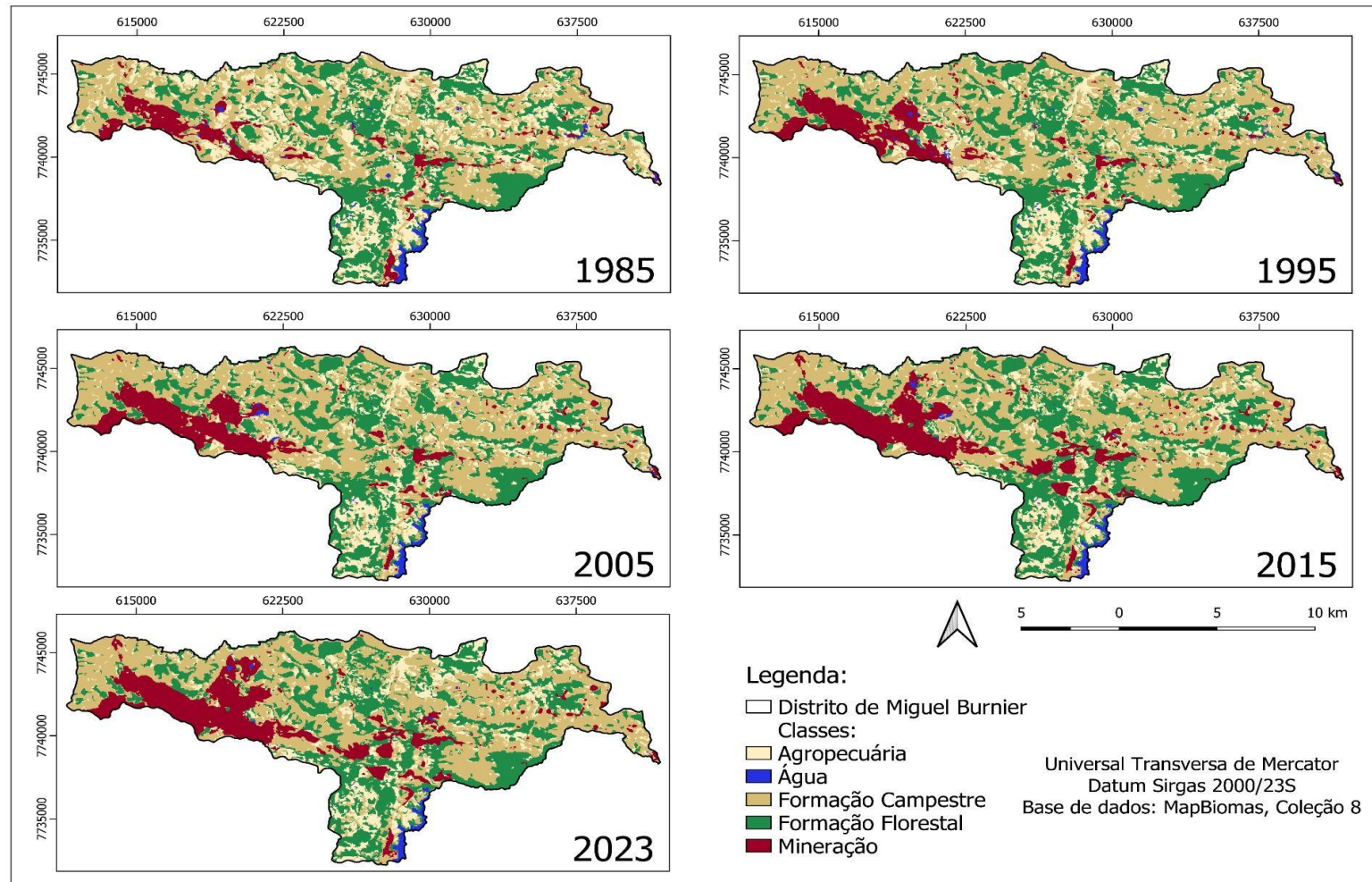
Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

Às classes de vegetação natural, a formação florestal demonstrou notável resiliência frente às pressões produtivas, mantendo relativa estabilidade. A área variou de 5.943,07 ha em 1985 para 5.758,71 ha em 2023, o que corresponde a uma perda de 184,36 ha (-3,1%). Apesar de oscilações intermediárias, esta classe exibiu comportamento menos elástico às mudanças na matriz de uso do solo quando comparada às demais. Por sua vez, a formação campestre apresentou expansão moderada, passando de 7.329,34 ha para 8.154,65 ha (+825,31 ha; +11,3%), impulsionada sobretudo pelo avanço ocorrido no primeiro decênio analisado. Após 2005, nota-se uma leve tendência de contração, embora o saldo acumulado permaneça positivo.

Adicionalmente, os corpos hídricos sofreram redução sistemática, retraindo de 261,16 ha para 167,59 ha. Essa perda de 93,57 ha (-35,8%) constitui um indicador crítico de possíveis comprometimentos na hidrodinâmica e no balanço hídrico local.

A Figura 7 apresenta uma compartimentação da série histórica, analisando em recortes temporais, elucida distintas fases dessa mudança do uso e cobertura do solo no distrito de Miguel Burnier, sendo:

Figura 7 - Mudança do uso e cobertura da terra no distrito de Miguel Burnier.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2026.

**1985–1995:** Período marcado pela abrupta retração da agropecuária (-1.456,03 ha) e concomitante expansão expressiva da formação campestre (+1.166,78 ha), além do incremento inicial da mineração (+344,83 ha). Este cenário sugere o estágio embrionário da transição produtiva, caracterizado pelo possível abandono de terras agrícolas e subsequente sucessão ecológica secundária ou formação de pastagens degradadas.

**1995–2005:** Fase de continuidade na expansão minerária (+330,57 ha) e declínio gradual da agropecuária (-249,00 ha). Neste intervalo, a formação campestre atinge sua máxima extensão na série histórica (8.533,60 ha).

**2005–2015:** Configura-se como a etapa de maior adensamento da atividade minerária (+641,20 ha). Paralelamente, ocorre uma supressão significativa da área agropecuária (-500,26 ha), o que corrobora a hipótese de conversão direta de uso do solo. A formação florestal registra discreta recuperação neste intervalo.

**2015–2023:** O recorte recente aponta para a manutenção da trajetória ascendente da mineração (+270,38 ha), que atinge seu patamar máximo. A formação florestal sofre supressão de 158,03 ha, enquanto a agropecuária exhibe ligeira recuperação (+70,67 ha), indicando uma provável reorganização espacial das atividades rurais remanescentes.

Os dados evidenciam um processo de reestruturação espacial pautado na consolidação da mineração como vetor hegemônico da dinâmica de uso da terra no distrito de Miguel Burnier. A magnitude da expansão minerária acumulada equivale a aproximadamente 74% do passivo territorial deixado pela agropecuária, evidenciando um forte padrão de substituição entre essas atividades.

A resiliência dos fragmentos de formação florestal sugere a preservação de remanescentes possivelmente resguardados por legislações ambientais (como Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais), por restrições topográficas ou decorrentes de processos de regeneração natural. Não obstante, o declínio das superfícies hídricas alerta para a degradação dos sistemas de drenagem, demandando investigações pormenorizadas em estudos ambientais complementares. Em suma, a evolução métrica entre 1985 e 2023 delinea uma alteração profunda na matriz territorial, consubstanciando a retração da base agropastoril tradicional e a especialização produtiva local voltada à mineração, com reflexos diretos na transformação da paisagem.

## 5.2 Transição do uso e cobertura da terra

A matriz de transição entre 1985 e 2023 evidencia um processo de reconfiguração territorial quanto ao uso e ocupação da terra no distrito de Miguel Burnier, caracterizado pela expansão consolidada da mineração, retração da agropecuária e reorganização interna das formações naturais.

A Tabela 2 apresenta que 14.594,46 ha (74,37% da área total) permaneceram na mesma classe ao longo do período, enquanto 5.028 ha (25,63%) sofreram algum tipo de conversão, indicando intensidade significativa de transformação espacial em quase quatro décadas.

Tabela 2 - Matriz de transição entre as classes.

Área (ha) por classe		2023				
		Formação Florestal	Formação Campestre	Agropecuária	Mineração	Água
1985	Formação Florestal	5.241,68	35,38	455,41	201,72	8,89
	Formação Campestre	9,31	6.058,18	162,81	1.092,84	5,95
	Agropecuária	488,70	1.861,13	1.962,83	412,74	7,04
	Mineração	2,43	156,11	12,99	1.186,07	0,00
	Água	16,60	43,85	3,77	51,23	145,71

Fonte: Elaborado pelo autor, 2026.

A classe de Formação Florestal apresentou grande estabilidade, com 5.241,68 ha mantidos, 88,7% da área original de 1985. As perdas florestais totalizaram 701,4 ha, distribuídas principalmente para as classes Agropecuária (455,41 ha) e Mineração (201,72 ha), evidenciando pressões tanto produtivas quanto extrativas. Em contrapartida, incorporou 517,0 ha oriundos principalmente da Agropecuária (488,7 ha), sugerindo processos de regeneração secundária e recomposição vegetal, ainda que insuficientes para compensar integralmente as perdas estruturais.

A Formação Campestre também manteve expressiva estabilidade, dos quais 6.058,18 ha da área inicial (82,7%), porém configurou-se como o principal estoque territorial de conversão para a classe Mineração onde atingiu 1.092,84 ha, representando o maior vetor

individual de expansão minerária no período. Adicionalmente, 162,81 ha foram convertidos para Agropecuária. Por outro lado, a classe recebeu 2.096,5 ha, principalmente da Agropecuária (1.861,13 ha), configurando dinâmica de regeneração em áreas anteriormente utilizadas para produção rural.

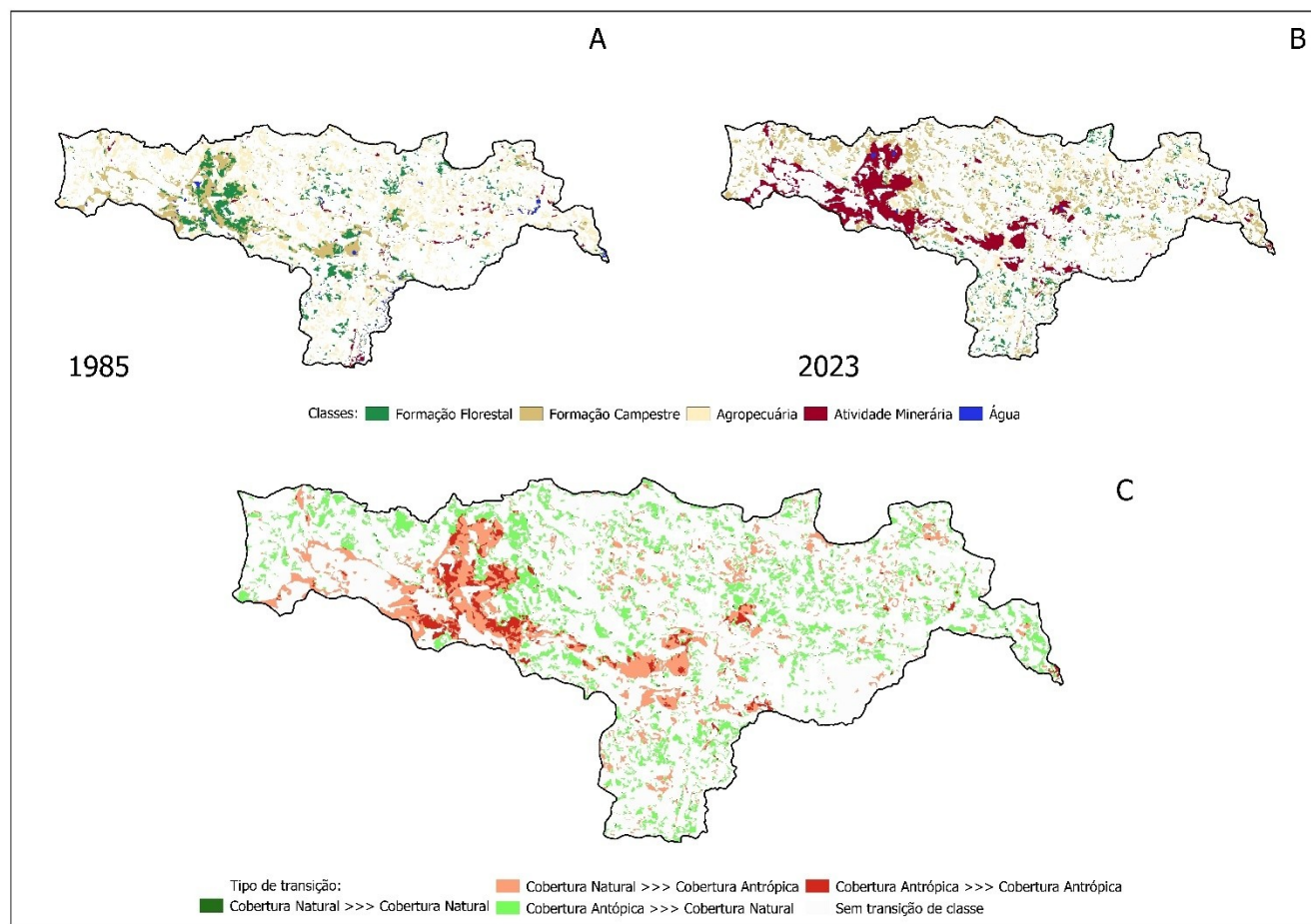
A classe Agropecuária apresentou a maior retração estrutural. Dos 4.732,44 ha registrados em 1985, apenas 1.962,83 ha permaneceram na mesma classe (41,5%). Houve conversão expressiva para Formação Campestre (1.861,13 ha), Mineração (412,74 ha) e Formação Florestal (488,7 ha). O saldo negativo evidencia perda de centralidade econômica da atividade agropecuária, principalmente voltada à agricultura familiar, com redistribuição territorial voltada tanto à regeneração natural quanto à expansão extrativa.

A classe Mineração constitui o principal vetor da transformação territorial, dos 1.357,60 ha existentes em 1985, 1.186,07 ha permaneceram ativos (87,4%), demonstrando forte permanência estrutural. Entretanto, a classe incorporou 1.758,53 ha adicionais, provenientes majoritariamente da Formação Campestre (1.092,84 ha) e da Agropecuária (412,74 ha), além de parcelas da Formação Florestal (201,72 ha) e de corpos hídricos (51,23 ha). O ganho líquido superior a 1.586 ha confirma expansão territorial robusta e baixa reversibilidade, visto que apenas 171,53 ha deixaram a classe para outros usos.

A classe Água apresentou elevada estabilidade proporcional (55,8%), mas com perdas relevantes para Mineração (51,23 ha) e Formação Campestre (43,85 ha). A redução líquida da superfície hídrica, ainda que relativamente pequena em termos absolutos, sugere impactos potenciais sobre a segurança hídrica local, especialmente quando associada à expansão minerária e à impermeabilização do solo.

De forma integrada a Figura Erro: Origem da referência não encontrada ilustra os resultados da dinâmica territorial de Miguel Burnier entre 1985 e 2023, sendo marcada por três processos simultâneos: (i) retração da agropecuária com redistribuição espacial para classes naturais e mineração; (ii) expansão consistente e estrutural da mineração, com baixa taxa de reversão; e (iii) relativa estabilidade das formações naturais, porém com papel estratégico como principal reserva territorial de conversão. Esse padrão revela uma transição econômica progressiva para maior dependência da atividade extrativa, com implicações socioeconômicas e ambientais, especialmente no que se refere à resiliência ecológica e à manutenção dos serviços ecossistêmicos associados às formações naturais e aos recursos hídricos.

Figure 8 - a/b) Distribuição das classes do uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2023 que foram acometidas por transição; c) Tipo de transição entre classes. Transição de classes (1985-2023) no distrito de Miguel Burnier.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2026.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Mudança do uso e cobertura da terra

A relativa estabilidade das classes naturais observada no distrito de Miguel Burnier pode ser interpretada à luz do arcabouço jurídico ambiental brasileiro, que estabelece instrumentos normativos de proteção territorial e limitação de conversão do uso do solo. A promulgação da Lei da Mata Atlântica (BRASIL, 2006a) consolidou critérios rigorosos para supressão de vegetação primária e secundária em estágios avançados de regeneração no bioma, condicionando intervenções à autorização e compensação ambiental.

De forma complementar, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) instituiu categorias de Unidades de Conservação com distintos graus de restrição de uso, assegurando a manutenção de remanescentes florestais e ecossistemas associados (Brasil, 2000). O Código Florestal reforça essa proteção ao estabelecer Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a obrigatoriedade de Reserva Legal nas propriedades rurais, dispositivos que funcionam como salvaguardas territoriais contra a conversão indiscriminada da cobertura vegetal nativa (BRASIL, 2012).

Estudos indicam que tais instrumentos têm contribuído para a contenção do desmatamento em determinadas regiões, sobretudo quando associados a mecanismos de monitoramento e regularização ambiental (SOARES-FILHO et al., 2014; SPAROVEK et al., 2012).

A manutenção relativa da formação florestal sugere que os fragmentos remanescentes podem estar vinculados a APPs, Reservas Legais e eventuais Unidades de Conservação, cuja função ecológica transcende a mera preservação paisagística. A conservação de fragmentos florestais em matrizes antrópicas é fundamental para a manutenção da conectividade ecológica, da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, como regulação climática, proteção do solo e manutenção do ciclo hidrológico (METZGER, 2001; TABARELLI et al., 2010).

Em biomas altamente fragmentados como a Mata Atlântica, a proteção legal tem papel determinante na redução da perda adicional de habitat e na promoção da regeneração natural, especialmente em áreas com restrições topográficas ou baixa aptidão agrícola (RIBEIRO et al., 2009).

Sob a perspectiva ecológica, a resiliência dos fragmentos florestais — entendida como a capacidade de absorver distúrbios e manter funções estruturais e funcionais — constitui elemento central para a sustentabilidade territorial em contextos de intensa pressão minerária. A legislação ambiental brasileira, ao impor limites legais de supressão e exigir compensações, cria condições institucionais para que processos de sucessão secundária e restauração ecológica ocorram, mitigando parte dos impactos cumulativos da conversão do uso do solo.

Assim, a estabilidade observada não deve ser interpretada apenas como fenômeno passivo, mas como resultado da interação entre regulação normativa, fiscalização ambiental e dinâmicas ecológicas intrínsecas, reforçando a importância de políticas públicas consistentes para assegurar a integridade dos sistemas socioecológicos locais.

## **6.2 Transição do uso e cobertura da terra**

O aumento das áreas de Formação Florestal e Campestre, resultante principalmente do abandono de terras agropecuárias, ocorre por meio da regeneração natural secundária (CHAZDON, 2014; HOLL; AIDE, 2011). Esse processo é um mecanismo crucial para a restauração da cobertura vegetal em paisagens tropicais e pode promover uma rápida recuperação estrutural da biomassa, embora a recomposição da diversidade florística e funcional seja mais lenta (LIEBSCH; MARQUES; GOLDENBERG, 2008). Contudo, o sucesso dessa dinâmica é variável e altamente condicionado por fatores como a intensidade do uso pretérito do solo, banco de sementes e a proximidade com fragmentos florestais remanescentes (CHAZDON, 2014).

Apesar dos ganhos quantitativos em área, a regeneração passiva raramente recupera a complexidade ecológica original, uma limitação que se agrava na degradação dos solos como a redução de sua capacidade de retenção de água e a perda de matéria orgânica (HOLL, 2017), o que significa que o ganho em extensão não garante equivalência em serviços ecossistêmicos (BRANCALION et al., 2016). No cenário analisado, esse desafio qualitativo esbarra na perda simultânea de áreas para a mineração e outras conversões definitivas. Isso evidencia a coexistência de dois processos contrastantes: uma regeneração associada ao abandono produtivo e uma pressão extrativa de alta irreversibilidade territorial que impede a compensação funcional plena da paisagem.

A perda de centralidade econômica da agropecuária em Ouro Preto indica que a atividade deixou de ser o eixo predominante na organização produtiva e no uso do território.

Historicamente, o município apresenta uma vocação para a produção rural de pequena escala, com predominância de estabelecimentos de agricultura familiar voltados à subsistência e ao abastecimento local, operando sob as diretrizes da lei da agricultura familiar (BRASIL, 2006b). No entanto, a baixa permanência dessa classe na matriz de transição (41,5%) revela uma retração da atividade tradicional e o abandono de áreas de baixa rentabilidade, fragmentando a multifuncionalidade característica do espaço rural.

Este cenário de declínio produtivo sugere que a regeneração secundária observada em antigas áreas rurais é, em grande parte, um reflexo da baixa viabilidade econômica da agricultura familiar quando comparada à maior atratividade do setor mineral. A reorganização estrutural da economia municipal impulsiona a conversão dessas terras tanto para a atividade extrativa quanto para processos de recuperação vegetal passiva. Assim, o território transita de um perfil de produção de alimentos e manutenção de paisagens culturais para uma nova configuração dominada pela pressão da mineração e pela recomposição natural de áreas anteriormente cultivadas.

A redução da classe Água em regiões minerárias assume relevância estratégica, pois a superfície hídrica muitas vezes está atrelada a estruturas artificiais, como barragens de rejeito. Após os crimes corporativos<sup>3</sup> de Mariana (2015) e Brumadinho (2019), o Brasil revisou seu marco regulatório com a Lei nº 14.066/2020 (BRASIL, 2020), que alterou a Política Nacional de Segurança de Barragens, Lei nº 12.334/2010 (BRASIL, 2010). Essa atualização impôs a descaracterização de barragens pelo método a montante, processo que altera a representação espacial do uso do solo e impacta diretamente a segurança hídrica local, afetando a recarga de aquíferos e a regulação de vazão.

A expansão da mineração consolida uma transição econômica marcada pela dependência da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), gerida pela Agência Nacional de Mineração (ANM). Ouro Preto destaca-se historicamente na arrecadação desses *royalties*, alcançando receitas de dezenas de milhões de reais anuais.

Apesar da força econômica mineral, o território possui elevada relevância hídrica e ambiental. O Zoneamento Ambiental e Produtivo (ZAP), recém aprovado através da Deliberação nº 32/2025 do Comitê Gestor vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente

---

<sup>3</sup> Refere-se a infrações cometidas por empresas, seus executivos ou representantes no curso das atividades organizacionais, visando benefícios econômicos ou estratégicos para a própria corporação (SUTHERLAND, 1949 apud OLIVEIRA, 2015).

e Desenvolvimento Sustentável (Semad) demonstra a importância de serviços ecossistêmicos vitais, como o controle de erosão e a manutenção da biodiversidade.

Segundo a Avaliação Ecológica do Milênio (MEA, 2005), a perda da cobertura natural compromete serviços de provisão e regulação, impactando diretamente o bem-estar humano e a resiliência ecológica de longo prazo.

A convergência entre a expansão minerária, a retração da agropecuária familiar e a importância das formações naturais revela um dilema estrutural. O desafio consiste em conciliar a necessidade de arrecadação mineral com a preservação de ativos ambientais críticos. A transição para uma economia extrativa deve, portanto, ser analisada sob a ótica da sustentabilidade fiscal e ecológica, garantindo que o desenvolvimento econômico não comprometa a segurança hídrica e os serviços ambientais essenciais ao município.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada das transformações espaciais no distrito de Miguel Burnier (1985–2023) revela que a mineração se consolidou como o vetor estruturante da reorganização territorial e da centralidade econômica de Ouro Preto. Os dados demonstram um movimento duplo: a expansão das áreas extrativas em detrimento da classe agropecuária, coexistindo com processos de regeneração secundária oriundos do abandono produtivo. Essa dinâmica reconfigura as funções econômicas e ecológicas do território, indo além da simples conversão de cobertura vegetal.

Devido à natureza intensiva e à alta irreversibilidade da mineração, o estudo reforça a necessidade de um monitoramento contínuo e do uso de métricas espaciais para subsidiar o planejamento ambiental e o controle de impactos. A análise funcional da paisagem surge como ferramenta estratégica para antecipar tendências e identificar áreas críticas, sendo essencial para orientar medidas mitigadoras e compensatórias com base técnica consistente.

O conhecimento da configuração original e da paisagem pretérita é fundamental para guiar o planejamento do fechamento de mina e a elaboração de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD). Assim como no restauro arquitetônico, compreender a conectividade e as funções ecossistêmicas anteriores permite definir metas de restauração ecologicamente coerentes. Isso evita soluções meramente estéticas e garante que a recomposição ambiental respeite a lógica territorial.

Para pesquisas futuras, sugere-se articular a análise da paisagem com as dimensões sociais e os ciclos econômicos, especialmente as oscilações na arrecadação da CFEM e as variações no mercado de *commodities*.

Em síntese, os resultados expõem o dilema estrutural entre a expansão mineral e a manutenção de ativos ambientais estratégicos em Miguel Burnier. A consolidação de instrumentos de monitoramento espacial e políticas de longo prazo torna-se indispensável para conciliar o desenvolvimento econômico com a integridade ecológica e a segurança hídrica municipal.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALI, Saleem H. *et al.* Mineral supply for sustainable development requires resource governance. **Nature** 2017 **543:7645**, v. 543, n. 7645, p. 367–372, 16 mar. 2017.

ALKIMIN, Fernando. **Historia Geológica de Minas Gerais**. [S.l.]: Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais (CODEMGE), 2018.

ALKMIM, F. F.; MARSHAK, S. Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, v. 90, p. 29–58, 1998.

BENITES, Vinicius M. *et al.* Soils associated with rock outcrops in the Brazilian mountain ranges Mantiqueira and Espinhaço. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p. 569–577, dez. 2007.

BRANCALION, Pedro H. S. *et al.* Balancing economic costs and ecological outcomes of passive and active restoration in agricultural landscapes: the case of Brazil. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 856–867, 1 nov. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, , 2000.

BRASIL. **Lei nº 11.428, de 22 de Dezembro de 2006**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, , 2006a.

BRASIL. **Lei nº 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, , 2006b.

BRASIL. **Lei nº 12.334, de 20 de Setembro de 2010**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, , 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de Maio de 2012**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 1, , 2012.

BRASIL. **Lei nº 14.066, de 30 de Setembro de 2020**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, Seção 1, p. 3, , 2020.

CHAZDON, Robin L. **Second Growth**. [S.l.]: University of Chicago Press, 2014.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS, CBH Rio das Velhas. **A Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas**. Disponível em: <<https://cbhvelhas.org.br/a-bacia-hidrografica-do-rio-das-velhas/>>. Acesso em: 1 mar. 2026.

DE CAMARGO, Pedro Luiz Teixeira *et al.* Identificação Arbórea e uma Nova Proposta de Classificação das Subformas do Bioma Cerrado: Estudo de Caso do Município de São Francisco, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2714–2727, 20 nov. 2020.

DE SOUZA DINIZ, Juliana Maria Ferreira *et al.* 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 Geodesicas**, v. 20, n. 3, p. 683–700, 2014.

DORR, J. V. N. Physiographic, stratigraphic, and structural development of the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil. **Professional Paper**, Professional Paper. p. A1–A110, 1969.

DURIGAN, Giselda; RATTER, James A. The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation. **Journal of Applied Ecology**, v. 53, n. 1, p. 11–15, 1 fev. 2016.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-. **Relação entre os solos e fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília, DF**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2008.

ENRÍQUEZ, Maria Amélia Rodrigues da Silva. **Maldição ou Dádiva? Os dilemas do desenvolvimento sustentável a partir de uma base mineira**. [S.l.]: Universidade de Brasília, 2007.

FERNANDES, Geraldo Wilson. Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil. **Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil**, p. 1–567, 1 jan. 2016.

FERRARI, Junia *et al.* As coalizões de poder em torno do grande projeto minerário do vetor sul da RMBH. **Indisciplinar**, v. 6, n. 1, p. 72–95, 23 out. 2020.

FERREIRA, Gustavo Henrique Cepolini; COSTA, Luis Ricardo Fernandes da. **A Geografia do Norte de Minas Gerais: reflexões e proposições**. São Paulo: Entremares, 2022.

GIULIETTI, Ana Maria; PIRANI, José Rubens; HARLEY, Raymond M. Espinhaço range region eastern Brazil. **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**, 1997.

HOLL, K. D.; AIDE, T. M. When and where to actively restore ecosystems? **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 10, p. 1558–1563, 15 maio 2011.

HOLL, Karen D. **Restoring tropical forests from the bottom up**. ScienceAmerican Association for the Advancement of Science, , 3 fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (ORG.). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Ouro Preto (MG) | Cidades e Estados | IBGE**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/ouro-preto.html>>. Acesso em: 1 mar. 2026a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Panorama do Censo 2022**. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/?localidade=3146107>>. Acesso em: 1 mar. 2026b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Domínios e regiões naturais terrestres dos biomas do Brasil: uma proposta de regionalização natural**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JACOBI, Claudia M. *et al.* Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation** 2007 16:7, v. 16, n. 7, p. 2185–2200, 7 mar. 2007.

JACOBI, Claudia Maria; DO CARMO, Flávio Fonseca; VINCENT, Regina De Castro. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. **Revista Árvore**, v. 32, n. 2, p. 345–353, 2008.

KAMIN, Luciana Hiromi Yoshino; OLIVEIRA-FILHO, Ary Teixeira de; STEHMAN, João Renato. Relações florísticas entre as fitofisionomias florestais da Cadeia do Espinhaço, Brasil. **Megadiversidade**, v. 4, 2008.

LANA, Jacinto Moreira de *et al.* Análise dos estágios de sucessão de áreas de Mata Atlântica sob a influência de plantações florestais, Vale do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Revista Árvore**, v. 34, n. 4, p. 733–743, ago. 2010.

LIEBSCH, Dieter; MARQUES, Marcia C. M.; GOLDENBERG, Renato. How long does the Atlantic Rain Forest take to recover after a disturbance? Changes in species composition and ecological features during secondary succession. **Biological Conservation**, v. 141, n. 6, p. 1717–1725, 1 jun. 2008.

MATTHIAS, Hubert *et al.* O QUADRILÁTERO FERRÍFERO - MG, BRASIL: ASPECTOS SOBRE SUA HISTÓRIA, SEUS RECURSOS MINERAIS E PROBLEMAS AMBIENTAIS RELACIONADOS. **Geonomos**, 15 fev. 2010.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. [S.l.: S.n.].

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1–2, p. 1–9, 2001.

MIOLA, Deise Tatiane Bueno. **Uma breve história do Campo Rupestre: ecologia, conservação e política ambiental**. [S.l.]: Universidade Federal de Minas Gerais, 30 out. 2019.

MME, Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Mineração 2030**. [S.l.: S.n.].

MOREIRA, Felipe Gomes *et al.* Caracterização de Fitofisionomias do Cerrado por meio de Imagens Ópticas obtidas com RPAS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 18, n. 4, p. 2718–2732, 30 abr. 2025.

NASCIMENTO, Stênio Toledo; CASTRO, Paulo De Tarso Amorim. Modelagem da geodiversidade para o anticlinal de Mariana, sudeste do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brasil. **Geologia USP. Série Científica**, v. 19, n. 1, p. 117–127, 24 abr. 2019.

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

RIBEIRO, Jose Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In: [S.l.]*: In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998., 1998.

RIBEIRO, Milton Cezar *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 1 jun. 2009.

ROSIÈRE, Carlos A.; CHEMALE JR, Farid. ITABIRITOS E MINÉRIOS DE FERRO DE ALTO TEOR DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO – UMA VISÃO GERAL E DISCUSSÃO. **Geonomos**, 1 dez. 2000.

RUCHKYS, Úrsula Azevedo; MACHADO, Maria Márcia Magela. PATRIMÔNIO GEOLÓGICO E MINEIRO DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO, MINAS GERAIS – CARACTERIZAÇÃO E INICIATIVAS DE USO PARA EDUCAÇÃO E GEOTURISMO. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 70, 17 dez. 2013.

SANTOS, Júlio Edstron Secundino. Mineração e Desenvolvimento Sustentável no Brasil: DA Sociedade de risco à construção de futuros melhores. **Revista ft**, v. 29, n. 150, p. 13–14, 30 set. 2025.

SILVEIRA, Fernando A. O. *et al.* Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant and Soil**, v. 403, n. 1–2, p. 129–152, 18 jun. 2016.

SKIRYCZ, Aleksandra *et al.* Canga biodiversity, A matter of mining. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, n. NOV, p. 105402, 24 nov. 2014.

SOARES-FILHO, Britaldo *et al.* Cracking Brazil's Forest Code. **Science**, v. 344, n. 6182, p. 363–364, 25 abr. 2014.

SONTER, Laura J. *et al.* Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. **Nature Communications** **2017 8:1**, v. 8, n. 1, p. 1013-, 18 out. 2017.

SPAROVEK, Gerd *et al.* The revision of the Brazilian Forest Act: increased deforestation or a historic step towards balancing agricultural development and nature conservation? **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 65–72, 1 fev. 2012.

STRASSBURG, Bernardo B. N. *et al.* Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution** **2017 1:4**, v. 1, n. 4, p. 0099-, 23 mar. 2017.

TABARELLI, Marcelo *et al.* Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: Lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, n. 10, p. 2328–2340, 1 out. 2010.

WALTER, Heinrich. **Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geobiosphere**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1985. v. 61

