

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

MIGUEL DOMINGOS PEREIRA

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE
MINERADORA NO MUNICÍPIO DE ROMARIA-MG

MONTE CARMELO

2021

MIGUEL DOMINGOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE
MINERADORA NO MUNICÍPIO DE ROMARIA-MG**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel.

Orientador: Prof^ª. Dra. Mirna Karla Amorim da Silva

MONTE CARMELO

2021

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA ATIVIDADE
MINERADORA NO MUNICÍPIO DE ROMARIA-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado para
obtenção do título de bacharel em Engenharia de
Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal
de Uberlândia pela banca examinadora formada por:

Prof.^a. Dr.^a. Mirna Karla Amorim da Silva, UFU/MG

Prof.^a. Dr.^a. Luziane Ribeiro Indja, UFU/MG

Prof. Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo, UFU/MG

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angústia, aos meus pais, a minha namorada e a toda minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que esteve ao meu lado e me deu força, ânimo e crença para não desistir e continuar lutando por este meu sonho e objetivo de vida. A Ele eu devo minha gratidão.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia - UFU, por me proporcionar o espaço onde pude me transformar em uma pessoa mais capacitada, profissional e pessoalmente.

Agradeço aos meus pais Maria Abadia e José Odacir, a minha namorada Jordana e toda minha família, que confiaram em mim, me incentivaram e apoiaram, sem medir esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Agradeço a minha professora orientadora Mirna Karla Amorim da Silva por seus ensinamentos, paciência, incentivo e confiança ao longo das supervisões das minhas atividades.

E por fim, agradeço aos amigos e colegas pelo apoio e companheirismo durante toda a graduação, a todos os professores que, durante muito tempo, contribuíram para o meu aprendizado e a todos aqueles que, de alguma forma, estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

RESUMO

Atualmente, as atividades mineradoras contribuem significativamente com a economia brasileira. O estado de Minas Gerais apresenta uma grande produção mineral, com perspectivas importantes e promissoras de expansão e, dentre seus municípios, se destaca Romaria-MG, que é reconhecida pela relevante importância que têm no setor de exploração de recursos minerais. Apesar de importante para economia, as atividades mineradoras causam consideráveis impactos negativos na região onde é desenvolvida. Para auxiliar no monitoramento destes impactos, sensores remotos são utilizados por serem capazes de identificar e quantificar impactos causados pela exploração minerária. O Processamento Digital de Imagens surge como ferramenta para auxiliar e facilitar a identificação e a extração de informação contidas nas imagens obtidas de sensores remotos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar os impactos ambientais causados pela atividade mineradora, na cidade de Romaria – MG. A área de estudo abrange a Mineradora GAR, localizada neste município. Foi realizada a delimitação da área de estudo e, para a obtenção dos dados da série temporal de imagens de satélite, foram selecionadas imagens dos anos de 2013, 2016, 2017 e 2019. Para avaliação dos impactos ocorridos na área, foi caracterizada a alteração do uso da terra nestes anos, sendo que as classes de uso da terra foram assim definidas: cobertura vegetal nativa, pasto e solo exposto. Logo após a classificação, foi quantificada a área referente a cada uso da terra para os respectivos anos de análise. Observou-se que a atividade minerária tem alterado e degradado a paisagem natural que anteriormente ali era formada. Foi verificada uma redução de 7,95% da área coberta por vegetação nativa e de 16,72% da área de pasto, sendo que a área de solo exposto teve um aumento de 24,67 % quando comparada as áreas dos anos de 2013 a 2019. Além da alteração do uso da terra, a fragmentação da paisagem é um dos importantes impactos negativos ocorridos pois, como consequência, há uma redução habitat natural de espécies de fauna e flora, impactando na biodiversidade local, assim como, no regime hídrico da região. Outros problemas também identificados na área são: poluição visual, geração de áreas degradadas, transtorno no tráfego urbano e poluição do ar. Conclui-se, portanto, que assim, a alteração das classes de uso da terra e cobertura vegetal nativa com a diminuição e fragmentação da vegetação natural, resultou em prejuízos para a qualidade ambiental local. Neste sentido, após a execução desta pesquisa, recomenda-se que a empresa tome e/ou mantenha medidas que minimizem os impactos causados na área para preservar o meio ambiente e a qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Alteração da paisagem. Degradação. Mineração. Sensores remotos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas envolvidas em sistemas de PDI.....	16
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	17
Figura 3 - Fluxograma de etapas do trabalho	19
Figura 4 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2013.....	22
Figura 5 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2016.....	22
Figura 6 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2017.....	23
Figura 7 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2019.....	23
Figura 8 - Porcentagem de área correspondente a cada divisão de uso da terra e cobertura vegetal nativa, na extensão de ocupação da Mineradora GAR, em Romaria – MG.....	24
Figura 9 - Fragmentação da vegetação nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2019	25
Figura 10 - Área de escavação localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG.....	27
Figura 11 - Área de armazenamento de rejeitos localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG	28
Figura 12 - Área de escavação localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de uso e ocupação da terra da área de estudo	21
Tabela 2 - Área correspondente em hectares a cada divisão de uso da terra e cobertura vegetal nativa na extensão de ocupação da Mineradora GAR, em Romaria – MG.....	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	JUSTIFICATIVA	11
4	REFERENCIAL TEÓRICO	11
4.1	HISTÓRIA DA CRIAÇÃO DA CIDADE ROMARIA	11
4.2	ATIVIDADE MINERADORA	12
4.3	IMPACTOS AMBIENTAIS	13
4.4	SENSORIAMENTO REMOTO.....	14
4.5	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	15
5	MATERIAL E METODOLOGIA	16
5.1	LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	16
5.2	MATERIAL.....	18
5.3	METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERADORA.....	18
5.3.1	DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	19
5.3.2	COLETA DOS DADOS DA SÉRIE TEMPORAL DE IMAGENS DE SATÉLITE...20	
5.3.3	MAPEAMENTOS E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS	20
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

Romaria, conhecida como Água Suja, teve o início da sua existência como povoado, na época da guerra do Paraguai. Ali alguns garimpeiros, vindos de Estrela do Sul, encontraram as ricas jazidas de diamante. Na época de 1867 o córrego Água Suja, que deságua no Rio Bagagem, passou a ser conhecido, cedendo seu nome a povoação que foram aparecendo com as ricas jazidas de diamante encontradas na região (IBGE, 2017).

Assim, a atividade mineradora ganhou destaque no município. O termo mineração teve início no século XVI, com os pesquisadores que começaram os estudos sobre os minerais tendo de compreender suas formas, função e valores dos mesmos. Visando uma atividade lucrativa, os investimentos na mineração foram de grande valia e de um retorno garantido (SIMINERAL, 2019).

Tendo em vista a grande importância da mineração para economia do país, o Brasil é um dos principais protagonistas em termo de mineração em função do potencial do solo nacional, qualificado pelo seu diferencial e suas riquezas. De acordo com a Vale (2017) a mineração é um dos setores básicos na economia brasileira. Neste sentido, fica mais significativo avaliar esse tipo de atividade e analisar as consequências ambientais, das mais simples até as mais complexas, sendo capaz de influenciar na vida de pessoas e provocando alterações atmosféricas, hídricas, geomórficas e biológicas de grande importância (LOPES, 2019).

O impacto ambiental pode ser determinado como alteração do meio físico, químico e biológico do meio ambiente, provocado pela forma de matéria ou energia consequente provocados pelas atividades humana (por exemplo das atividades mineradoras) de forma direta ou indireta, prejudicando a saúde, segurança e bem-estar da população (LIMA, 1990). Os possíveis impactos permitem prever a gravidade e a analisar a importância dos mesmos, propondo medidas de ordem técnica e gerencial que minimizem os impactos negativos e aprimorem os positivos.

Uma das formas de se monitorar os impactos ambientais causados por diferentes tipos de atividades utiliza o sensoriamento remoto, por meio de imagens de satélite, que possibilitam a identificação de objetos. A imagem produzida por sensoriamento remoto é de grande magnitude para fazer o monitoramento de áreas ambientais, com o auxílio de ferramentas que possibilitam a identificação quantitativa e qualitativa da paisagem provocado por modelos diferentes do uso e ocupação da terra (GOMES et al., 2009). Segundo Jensen (2009) os dados a serem analisados de uma determinada época, podem ser conseguidos pelo sensoriamento

remoto, com a finalidade de extrair os dados de maior relevância da vegetação, sendo de grande valia esse auxílio. A obtenção das imagens de satélite e sua interpretação visual é eficaz por meio do sensoriamento remoto e processamento digital de imagens.

Desse modo, a partir das técnicas eficazes para análise e interpretação de imagem de satélite é possível mensurar os impactos provocados pela atividade mineradora, visando diante ao cenário de uma análise temporal, realizar uma avaliação dos impactos ambientais gerados pelas ações exercidas de extração de jazidas nas mineradoras.

Neste contexto, a hipótese deste trabalho infere que é possível mensurar e avaliar os impactos ambientais causados ao município de Romaria pelas atividades mineradoras realizadas pela GAR Mineração, utilizando uma série temporal de imagens de satélite.

A pesquisa realizada foi estruturada em: Introdução - que faz uma breve abordagem da pesquisa e indica a hipótese, os objetivos e a estrutura do trabalho; Referencial teórico - que apresenta a revisão bibliográfica da pesquisa; Materiais e metodologia - que indica a área de estudo, a coleta de dados e os procedimentos realizados na pesquisa; Resultados e discussões - que apresenta os resultados da pesquisa e as análises sobre os mesmos; Considerações finais - que indicam as impressões finais da pesquisa e recomendações pertinentes; Referências - que indicam os documentos consultados para a pesquisa.

2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho podem ser visualizados a partir da descrição, a seguir.

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral, analisar os impactos ambientais causados pela atividade mineradora, na cidade de Romaria - MG, devido ao avanço da extração de matéria-prima e jazidas de diamantes nesta localidade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar os mapeamentos do avanço da extração de matéria-prima e jazidas de diamantes, a partir da verificação do uso e ocupação da terra na área de estudo, assim mostrando os impactos causados;

- Fazer uma análise temporal das alterações na paisagem entre os anos de 2013, 2016, 2017 e 2019, da área de estudo, para analisar o avanço da extração na mineradora, nesses respectivos anos.

3 JUSTIFICATIVA

Diante dos acontecimentos de degradação ambiental, ocorridos nas últimas décadas, o volumoso desmatamento associado à ação antrópica causado pelos homens e a grande exploração na mineração tem causado diversos problemas ambientais, entre influenciar na vida de pessoas e provocando alterações atmosféricas, hídricas, geomórficas e biológicas, entre outros.

Um dos principais motivadores desta pesquisa se trata da importância que a mina de diamantes de Romaria tem, uma vez que a mesma é conhecida por ser um dos maiores centros de exploração de diamantes do Brasil (COELHO, 2010). Dessa forma, faz-se necessário avaliar os impactos ambientais causados ao meio ambiente, para que se possa indicar algumas medidas que possam amenizar esses impactos, além de avaliar a localização das áreas que estão sendo exploradas para extração das jazidas de diamante, para que seja indicado algum plano de recuperação da área.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

A pesquisa bibliográfica auxiliou num conhecimento de todo o conteúdo teórico e histórico necessários para o desenvolvimento da pesquisa, de acordo com a literatura existente, tendo como principal finalidade de torná-la fonte de embasamento para o desenvolvimento do estudo em questão.

4.1 HISTÓRIA DA CRIAÇÃO DA CIDADE ROMARIA

A cidade de Romaria, antigamente conhecida com Água Suja, teve início como um povoado na época da guerra do Paraguai, quando garimpeiros, vindos de Estrela do Sul, descobriram grandes jazidas de diamante na cidade. Em 1867 foi encontrado o primeiro diamante, e depois disso, o córrego Água Suja, que se desemboca no rio Bagagem, tornou-se

conhecido, dando seu nome ao povoado que logo foi surgindo com a vinda dos exploradores dos diamantes. Os primeiros habitantes eram muito devotos de Nossa Senhora e, assim como seus antepassados, iam todos os anos á longínqua Ermida de Muquém para cumprir suas promessas e honrar a mãe de Deus, praticando uma concorrida romaria anual (IBGE, 2017).

Distrito criado com o nome de Nossa Senhora da Abadia da Água Suja, pela lei provincial nº 1900, de 19-07-1872, e lei estadual nº 2, de 14-09-1891, dependente ao município de Monte Carmelo. Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, o distrito de Nossa Senhora da Água Suja, figura no município de Monte Carmelo. Assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937. Pelo decreto-lei estadual nº 148, de 17-12-1938, o distrito de Nossa Senhora da Abadia da Água Suja, tomou o nome de Romaria. Em divisão territorial datada de 1-VII-1950, o distrito de Romaria (ex-Nossa Senhora da Abadia da Água Suja), figura no município de Monte Carmelo. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1-VII-1960. Elevado à categoria de município com a denominação de Romaria, lei estadual nº 2764, de 30-12-1962, desmembrado de Monte Carmelo. Sede no antigo distrito de Romaria. Constituído do distrito sede. Instalado em 01-03-1963. Em divisão territorial datada de 31-XII-1963, o município é constituído do distrito sede. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007 (IBGE, 2017).

4.2 ATIVIDADE MINERADORA

O município de Romaria tem relevante destaque no setor de exploração de recursos minerais. A mineração é uma atividade econômica e industrial que consiste na exploração, extração e beneficiamento de minerais presentes no subsolo. Segundo Martins (2009), desde o início do século XVIII, a atividade mineradora apresenta grande destaque na economia brasileira, sendo, em partes, responsável pela expansão territorial e fixação de grupos populacionais no interior.

Atualmente, as atividades mineradoras contribuem significativamente com a economia brasileira, sendo responsável por 4,2% do Produto Interno Bruto do país e cerca de 20% do valor das exportações brasileiras, segundo o Ministério de Minas e Energia (2015). De acordo com o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM, o estado de Minas Gerais, com cerca de 53,2%, é o maior produtor de minério do país. O estado de Minas Gerais é em particular rico em diamantes. Depósitos dessas jazidas são conhecidos em todas as regiões do estado, agrupando-se em quatro maiores que são designadas como “províncias diamantíferas” (CHAVES; CHAMBEL, 2003). No entanto, o estado constitui um dos mais importantes centros produtores de diamantes do Brasil e onde, notadamente, o maior número de estudos e discussões foi efetuado com relação ao mineral e seus depósitos (CHAVES, 2008).

O estado de Minas Gerais, apresenta uma expressiva produção mineral, com perspectivas importantes e promissoras de expansão. Com essa possível expansão, conflitos socioambientais e sociais são criados, devido a utilização de técnicas inadequadas no planejamento e desenvolvimentos das atividades mineradoras e das deficiências existentes no controle e recuperação ambiental das mesmas. Dessa forma, é estabelecido um conflito complexo quando se trata do desenvolvimento da mineração e da sua sustentabilidade, visto que, é importante assegurar o suprimento futuro de minerais e, ao mesmo tempo, é necessário garantir a qualidade das condições ambientais, e a sua coexistência de forma sustentável com as demais atividades econômicas e de uso do solo (REZENDE, 2016).

Os impactos causados pela mineração em sua maioria, atingem pequenas áreas quando comparados com outros setores, como agricultura e pecuária por exemplo. Esses impactos são considerados negativos por causarem modificações prejudiciais ao meio ambiente, entre elas: alterações ambientais, conflitos de uso e ocupação do solo, descaracterização do cenário natural, devido a poluição e/ou retirada da vegetação, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos em vias urbanas (BITAR, 1997).

4.3 IMPACTOS AMBIENTAIS

Neste contexto de impactos ambientais causados por mineradoras, cabe ressaltar que, segundo a norma ISO 14.001 (1996), impacto ambiental é considerado, qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. A Avaliação de Impacto Ambiental pode ser definida como uma série de procedimentos legais, que abrange os estudos ambientais, medidas mitigadoras ou compensatórias, planos e programas de gestão ambiental (SÁNCHEZ, 2008).

Os métodos utilizados para avaliação de impactos ambientais são técnicas utilizadas para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar as informações tanto qualitativas, quanto quantitativas em relação os impactos ambientais, resultante de uma determinada atividade alterada do meio ambiente (HARDT; LOPES, 1990). Os impactos podem ser efeitos negativos no controle do ecossistema, como a redução ou destruição de hábitat, afugentamento da fauna, morte de espécimes da fauna e da flora terrestres e aquáticas, incluindo eventuais espécies em extinção, interrupção de corredores de fluxos gênicos e de movimentação da biota, entre outros. Em meio a relação antrópica, não é só o desconforto ambiental que está relacionado a mineração, mas também impactos a saúde provocados pela poluição sonora, do ar e da água e

solo, causando a desfiguração da paisagem e outros fatores ocasionados pela mineração onde o volume de escavação e da visibilidade em razão de sua localização são dependendo do impacto (MECHI; SANCHES, 2010).

Os impactos identificados em decorrência da mineradora influenciam diretamente o meio ambiente devido processo de exploração de jazidas, que acabada interferindo nos solos, tendo em vista o grande movimento de terras que ocorrerá na área explorada, contaminação das águas e dos solos, destrói espécies vegetais, prejudicando fauna e até mesmo a ocupação humana. Assim como os impactos ambientais podem prejudicar o meio ambiente, eles também podem levar sérios problemas para vida das pessoas.

4.4 SENSORIAMENTO REMOTO

Para a identificação e monitoramento dos impactos ambientais mencionados se faz necessário o uso de instrumentos capazes de permitir a coleta das informações necessárias de forma adequada, a exemplo dos sensores remotos.

O Sensoriamento remoto (SR) permite a obtenção de imagens e dados da superfície terrestre, captadas por meio de radiação eletromagnética que é refletida ou emitida pela superfície. O termo sensoriamento significa distante, pois a obtenção é realizada a distância, sem nenhum contato entre o sensor e os objetos na superfície da terra (FLORENZANO, 2011).

O mesmo se constitui em obter dados numa principal fonte de geração de informação, alimentando o banco de dados geográfico integrado em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), para análises da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados (BACANI et al., 2015). E uma das maneiras de se ter informação sobre o nosso planeta é por meio de dados que são obtidos por diversos satélites de sensoriamento remoto. Com a possível disponibilidade de dados pode-se executar estudos em diversas áreas (FREITAS, 2015).

Com a grande quantidade de informações adquiridas ao passar do tempo, por meio dos satélites de sensoriamento, fez com que o banco de dados contendo as imagens obtidas dos mesmos crescessem cada vez mais. Para compor esse banco de dados, são coletadas imagens da paisagem, que permitem acompanhar onde, quando e como se deram as mudanças no mundo (FREITAS, 2015).

A atividade das mineradoras resulta em impactos por uma vasta área, não só para o meio biológico e físico. Assim o SR pode ser usado para identificar e quantificar os impactos causados pela exploração. De acordo com Gomes (1995), o sistema de informação geográfica

aliado às técnicas de sensoriamento remoto possibilita a caracterização dos agentes modificadores do espaço, reconhecendo e mapeando, podendo ainda estimar o tamanho e a intensidade dos impactos provocados pelo homem e possibilitando a realização de um monitoramento presente e futuro dos fenômenos analisados.

Atualmente, pode-se observar que as técnicas e metodologias envolvidas no processamento e tratamento de produtos digitais do sensoriamento remoto têm evoluído, aumentando sua capacidade de uso e aplicabilidade, buscando sempre racionalizar os custos dos projetos, sendo uma importante ferramenta para identificação de danos ambientais, monitoramento dos impactos e planejamento para exploração de recursos naturais (ORTIZ, 2005).

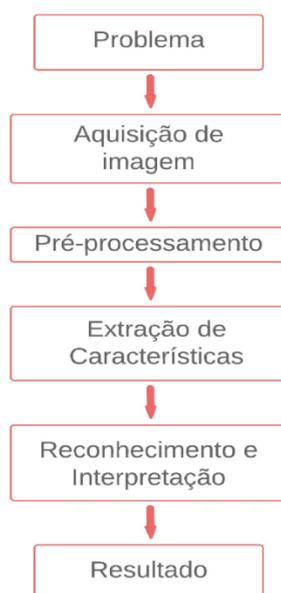
4.5 PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

O Processamento Digital de Imagens (PDI) tem a função de facilitar a identificação e a extração de informação contidas nas imagens obtidas pelo SR, para a interpretação (SILVA, 2001). Ou ainda, Processamento digital de imagens está correlacionado com as imagens obtidas no Sensoriamento Remoto. As imagens captadas por meio de SR, com uma distância da superfície terrestre, tem a obstrução nos sinais durante a trajetória, assim essa obstrução acontece por meio do comprimento das ondas eletromagnéticas e os efeitos atmosféricos (ROSA, 2009).

De acordo Menezes e Almeida (2012), PDI é formado por algoritmos especializados, que apresentam para o usuário uma aplicação de diversas técnicas de processamento. A forma de algoritmos trata a imagem como matematicamente um dado relacionado a processo físico que o criou. No entanto, a imagem representada e processada não se enquadra de forma total com a representação do mundo real, portanto a análise e interpretação dos dados apresentados na imagem tem que ser feita pelo usuário.

PDI não é uma tarefa simples, na realidade envolve um conjunto de tarefas interconectadas como: formação e aquisição da imagem, digitalização, pré-processamento, pós-processamento, extração de atributos, classificação e reconhecimento (ALBUQUERQUE et al., 2012), conforme Figura 1.

Figura 1 - Etapas envolvidas em sistemas de PDI



Fonte: Adaptado de Marques Filho e Vieira Neto (1999).

Desta maneira, após os devidos processamentos, o produto elaborado através do sensoriamento remoto é satisfatório para utilizar na análise de uso e ocupação da terra e cobertura vegetal, confeccionando mapas temáticos com as informações extraídas através das imagens.

5 MATERIAL E METODOLOGIA

Os materiais e metodologia utilizados estão descritos, a seguir.

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa abrange a Mineradora GAR, localizada no Município de Romaria, Minas Gerais, mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba (Figura 2).

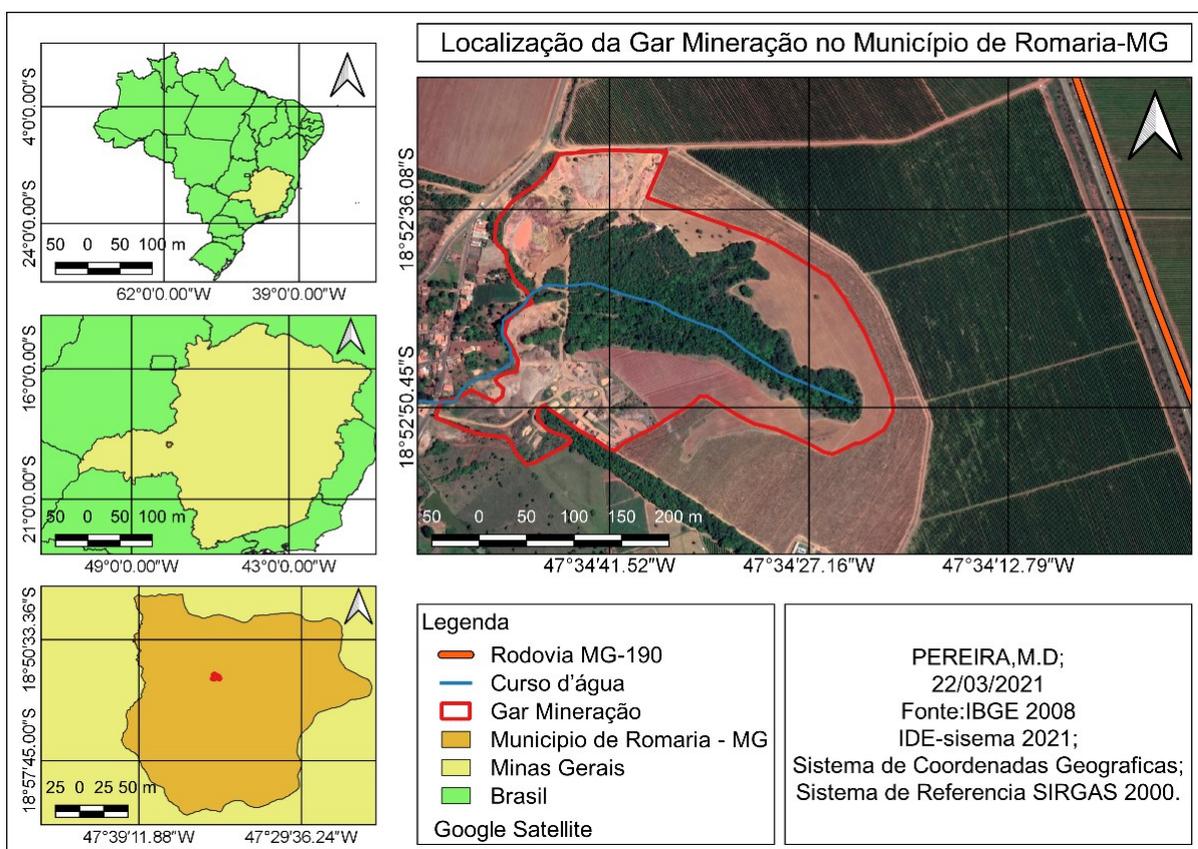
Romaria está em 937 metros acima do nível do mar numa região de platôs ou chapadões pertencentes a Bacia do Paraná. Apresenta um clima tropical, classificado como Aw de acordo com a Köppen. Há muito menos pluviosidade no inverno que no verão. A temperatura média da região é de 21,3 °C, tendo uma precipitação média anual de 1442 mm, sendo dezembro o mês com maior precipitação e o mês de junho o mais seco (CLIMATE-DATA, 2021).

O solo predominante é do tipo LVd3- Latossolo Vermelho Distrófico típico, com textura argilosa, segundo o Banco de Solos de Minas Gerais, disponibilizado pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM.

O componente arbóreo presente na área é constituído por árvores remanescentes de vegetação nativa. De acordo com a classificação feita pela camada “Inventário Florestal 2009” (IDE, 2021), a fisionomia predominante na área de estudo é caracterizada como Cerrado, sendo encontrada também fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual. O domínio morfoclimático do Cerrado na região é caracterizado pela presença de chapadões cobertos por vegetação de cerrado e penetrado por floresta-galeria ao longo dos cursos d’água.

Pode-se observar a presença de répteis, aracnídeos, pequenos mamíferos e espécies de avifauna. A classificação feita da propriedade na plataforma digital IDE – SISEMA (2020), relata que a integridade da fauna é baixa na área de estudo.

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo



Elaboração: O autor.

5.2 MATERIAL

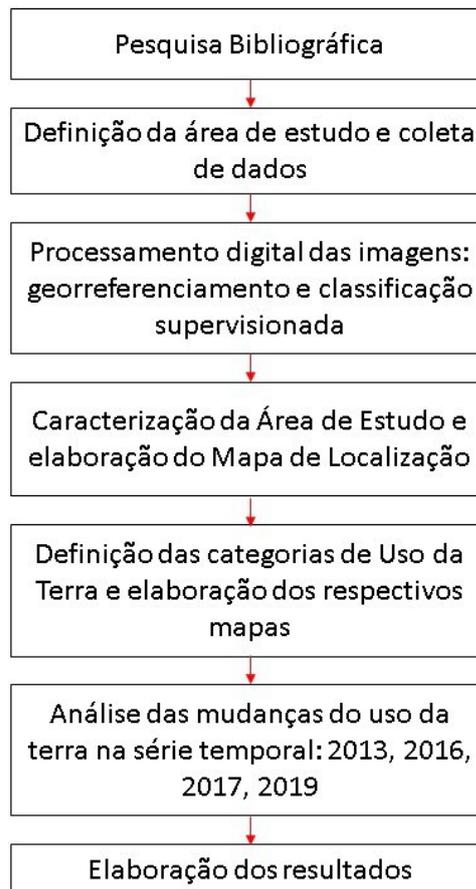
Os materiais necessários para desenvolvimento desta pesquisa foram:

- Dados vetoriais (limite municipal, malha viária, etc.) obtidos a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE;
- Imagens *Digital Globe* obtidas a partir do programa *Google Earth*, referente aos anos de 2013, 2016, 2017 e 2019; Imagem PlanetScope para validação;
- *Software* ArcMAP, com licença para utilização de forma remota, disponibilizado pelo Laboratório SIGEO, da UFU – Campus Monte Carmelo.

5.3 METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA MINERADORA

Para a elaboração desta pesquisa foram determinadas etapas sequenciais (Figura 3), cujos procedimentos realizados em cada etapa serão descritos, a seguir.

Figura 3 - Fluxograma de etapas do trabalho



Elaboração: O autor.

5.3.1 DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os dados para elaboração dos mapas de localização com a base cartográfica da área de estudo foram obtidos juntamente ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019). No site do IBGE, que possui informações de limites político-administrativos, sociais, econômicas, etc., foi feito o *download* da base cartográfica nacional, com todos os estados e municípios do país, para a criação do mapa de localização. Posteriormente, foram utilizadas somente as feições de interesse.

O arquivo vetorial, em formatos *shapefile*, da área de exploração foi obtido pela plataforma do Google Earth, por meio de uma ferramenta que permite criar polígonos no formato “*kml*”. Os arquivos foram salvos e abertos no software ArcGis na ferramenta *arctoolbox* → *conversion tool* → *kml to Layer*. Os vetores foram trabalhados no sistema de

coordenadas geográficas e DATUM SIRGAS 2000, para compor o mapa de localização da área de estudo.

5.3.2 COLETA DOS DADOS DA SÉRIE TEMPORAL DE IMAGENS DE SATÉLITE

Para a obtenção dos dados da série temporal de imagens de satélite, quatro imagens foram selecionadas ao todo, correspondentes aos anos de 2013, 2016, 2017 e 2019, com o auxílio do programa *Google Earth* e imagens do *Digital Globe*. A escolha justifica-se pelo fato de serem imagens de boa resolução e gratuitas disponibilizadas aos usuários. Quanto aos anos escolhidos para a análise das imagens, estas encontram-se cronologicamente adequadas, pois a empresa mineradora tem poucos anos que se instalou no município, mas possibilita a verificação concisa da exploração da terra e da alteração da paisagem durante este intervalo de tempo. Foi feita a validação das imagens estudadas com a utilização da imagem PlanetScope (3 m de resolução espacial). Assim, a série de imagens foi considerada adequada para tal análise, uma vez que apresentam boa qualidade nas cenas definidas para os anos de análise. A série temporal realizada não é simétrica, pois, a falta de dados adequados e disponíveis não permitiu que houvesse um intervalo de tempo constante entre os anos analisados.

Com o auxílio do programa *Google Earth Pro* foi delimitada a área de ocorrência dos impactos ambientais gerados pela mineradora, e as imagens foram salvas no formato JPGE. Porém, como as imagens obtidas pelo *Google* foram salvas no formato de imagens JPGE, elas não saem georreferenciadas por meio da ferramenta “*Georeferencing*” do ArcGIS foi realizado o georreferenciamento das mesmas.

5.3.3 MAPEAMENTOS E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

Para a identificação da alteração do uso da terra causado pela mineradora foi utilizada a extensão “*Spatial Analyst*”, onde foi adicionado a barra de ferramentas “*Image classification*”, na interface do *ArcMap*. Em seguida, foi realizada a classificação supervisionada da área estudada onde a imagem é classificada usando assinaturas espectrais (isto é, valores de refletância) obtidos a partir de amostras de treinamento (polígonos que representam áreas de amostra distintas dos diferentes tipos de cobertura de terra a serem classificadas). Essas

amostras foram coletadas manualmente, e classificadas de acordo com as classes de uso e ocupação da terra previamente definidas.

Desta forma, para classificação da área, foram considerados três tipos de uso e ocupação da terra, sendo eles indicados conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Tipos de uso e ocupação da terra da área de estudo

Identificação	Uso do solo
01	Cobertura Vegetal Nativa
02	Pasto
03	Solo exposto

Elaboração: O autor.

A cobertura vegetal nativa foi definida como sendo a área com a presença de espécies arbóreas em maior densidade; a área de pasto é caracterizada por ser uma vegetação rasteira, com a presença de gramíneas nativas que atualmente está sendo utilizado como área agrícola; e a área de solo exposto é caracterizada pela área que não há a presença de vegetação cobrindo o solo.

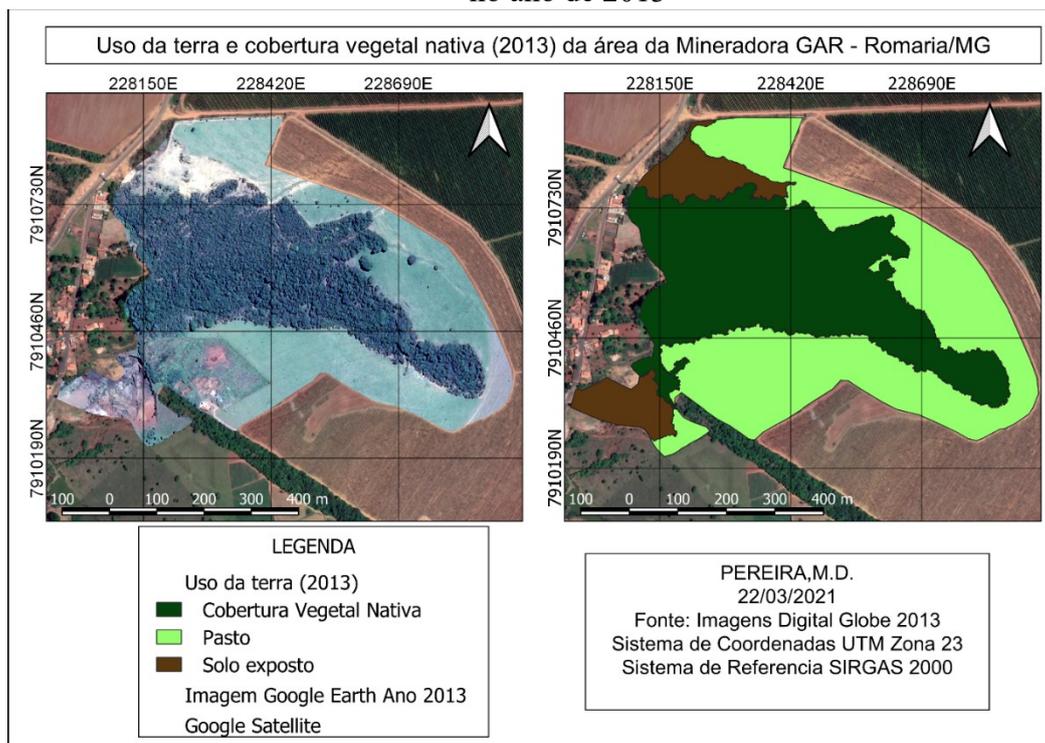
Logo após o processo de classificação foi necessário converter as imagens classificadas para o formato vetorial (polígono), utilizando a ferramenta *Conversion Tools - From Raster - Raster to Polygon*, do *ArcMap*. Este procedimento se fez útil para quantificar a área de cada polígono, de cada tipo de uso mapeado, e avaliar a evolução das alterações identificadas nos anos analisados.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se que o desenvolvimento da atividade minerária, em Romaria, tem alterado e degradado a paisagem natural que anteriormente ali era formada. Algumas alterações ao ambiente estudado são facilmente notadas pelas mudanças das paisagens naturais para as paisagens modificadas através da atividade antrópica na área.

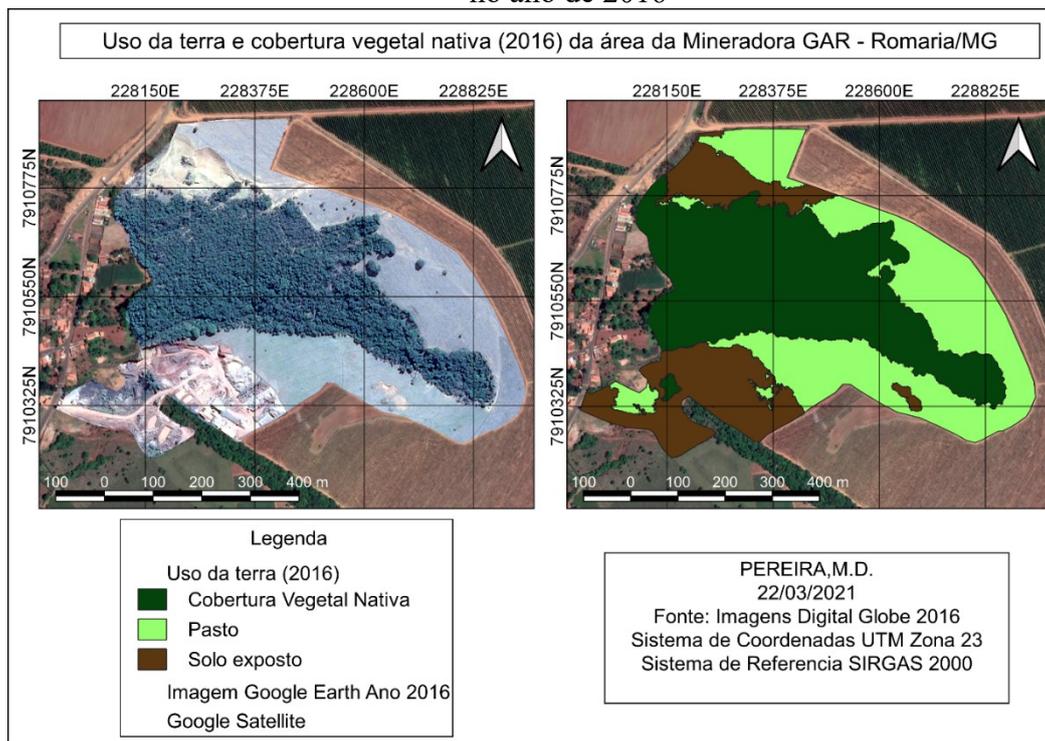
Os resultados dessa alteração foram obtidos através da análise multitemporal realizada na área da Mineradora GAR. Para a análise, foram gerados mapas caracterizando o uso da terra e a cobertura vegetal nativa da área de estudo nos anos de 2013 (Figura 4), 2016 (Figura 5), 2017 (Figura 6) e 2019 (Figura 7).

Figura 4 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2013



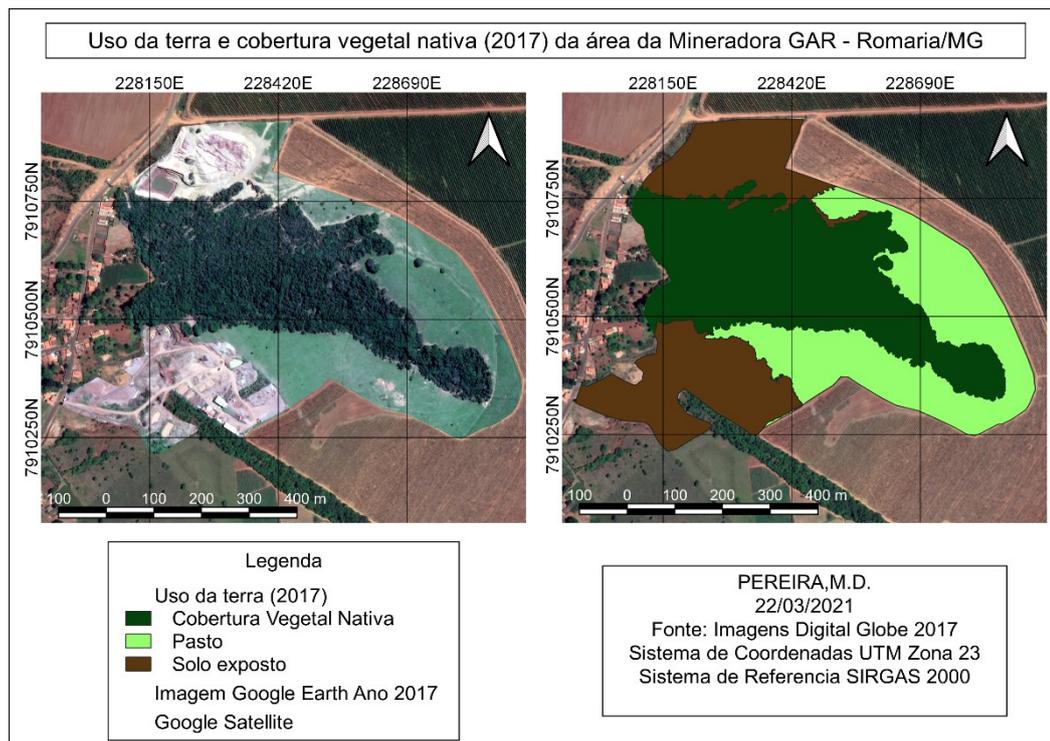
Elaboração: O autor.

Figura 5 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2016



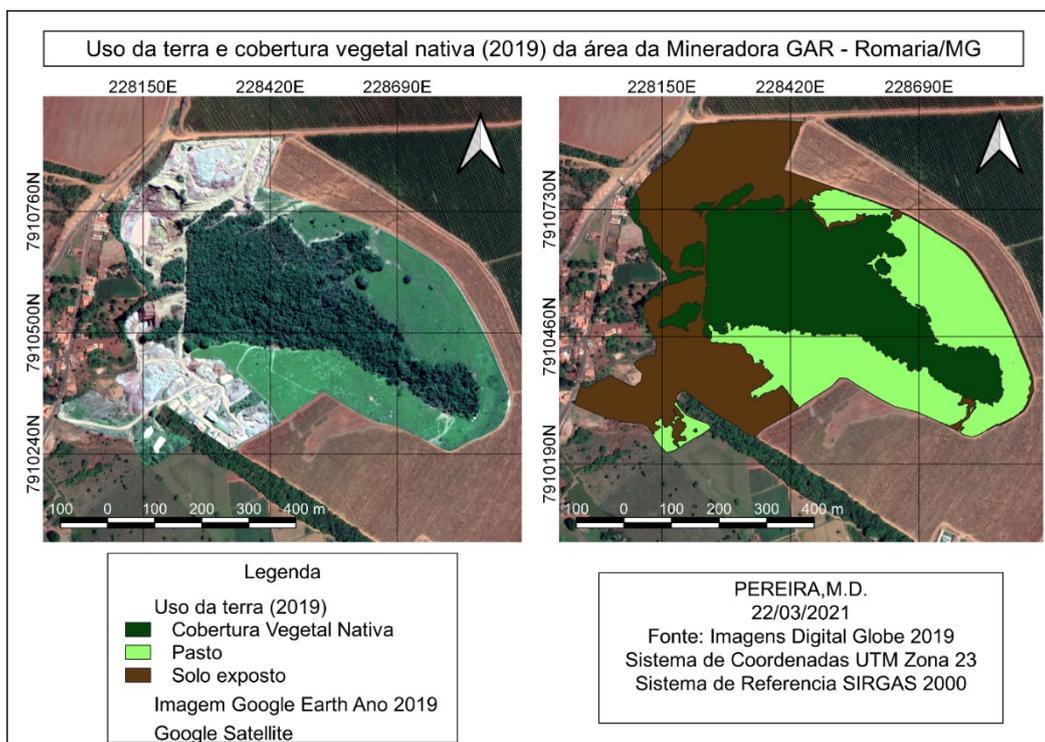
Elaboração: O autor.

Figura 6 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2017



Elaboração: O autor.

Figura 7 - Uso da terra e cobertura vegetal nativa da área de ocupação da Mineradora GAR no ano de 2019



Elaboração: O autor.

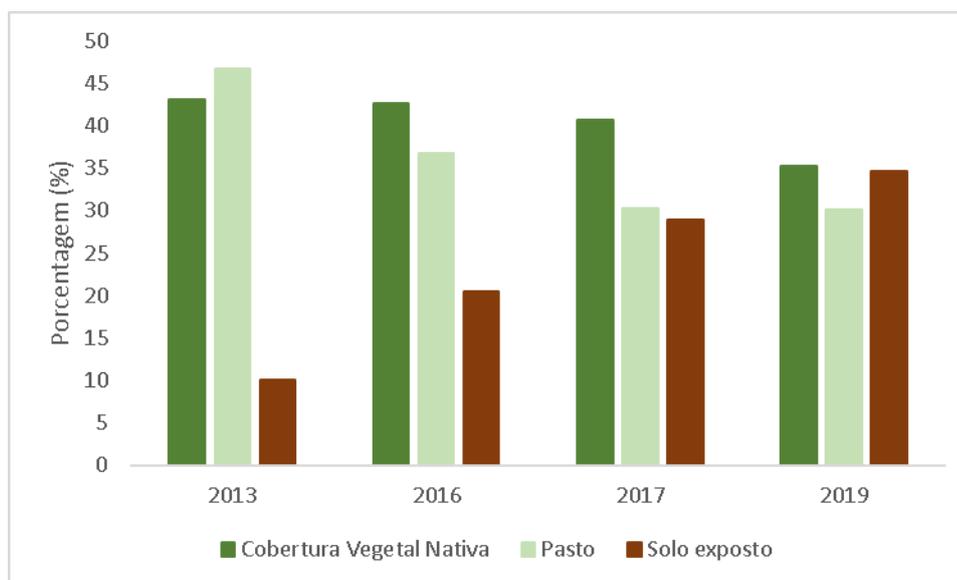
Verifica-se, nos mapeamentos realizados, uma redução das áreas cobertas por vegetação nativa e pasto, sendo que, para a área caracterizada como solo exposto ocorreu o oposto. Os valores da área (hectares), para cada um dos tipos de uso mapeados, nos anos analisados, podem ser visualizados na Tabela 2. Os respectivos valores percentuais, podem ser visualizados no gráfico da Figura 8. Comparando-se a porcentagem de área em 2013 com a de 2019, a área coberta por vegetação nativa reduziu 7,95 % e a área de pasto reduziu 16,72 %, sendo que a área de solo exposto teve um aumento de 24,67 %.

Tabela 2 - Área correspondente em hectares a cada divisão de uso da terra e cobertura vegetal nativa na extensão de ocupação da Mineradora GAR, em Romaria – MG

Uso da terra	Área (hectares)				Impacto (2013 a 2019)
	2013	2016	2017	2019	
Cobertura Vegetal Nativa	16,84	16,65	15,9	13,74	-3,1
Pasto	18,26	14,35	11,81	11,74	-6,52
Solo exposto	3,9	8	11,29	13,52	9,62
Área Total	39	39	39	39	-

Elaboração: O autor.

Figura 8 - Porcentagem de área correspondente a cada divisão de uso da terra e cobertura vegetal nativa, na extensão de ocupação da Mineradora GAR, em Romaria – MG



Elaboração: O autor.

A Área de Preservação Permanente (APP) da nascente e do curso d'água que está inserido na área de estudo, ainda se encontra em sua maior parte preservada. No entanto, na direção da foz desse curso d'água, próximo à área urbana do município de Romaria, a cobertura vegetal nativa da APP já está, em grande parte, suprimida em função das atividades antrópicas (urbanização e mineração). A supressão da vegetação e as atividades cotidianas relacionadas à prática da mineração (utilização de maquinário, uso da água, entre outros) influenciam no regime hídrico da região, alterando a capacidade de infiltração e o escoamento da água.

Assim, além da alteração do uso da terra, observada pelo aumento da degradação local devido a supressão da vegetação nativa e aumento da área com o solo exposto, verifica-se outro problema ambiental de grande relevância para o ambiente natural, a fragmentação da paisagem. Deste modo, percebe-se a formação de fragmentos pequenos e isolados de vegetação nativa, na área estudada (Figura 9).

Figura 9 - Fragmentação da vegetação nativa da área de ocupação da Mineradora GAR

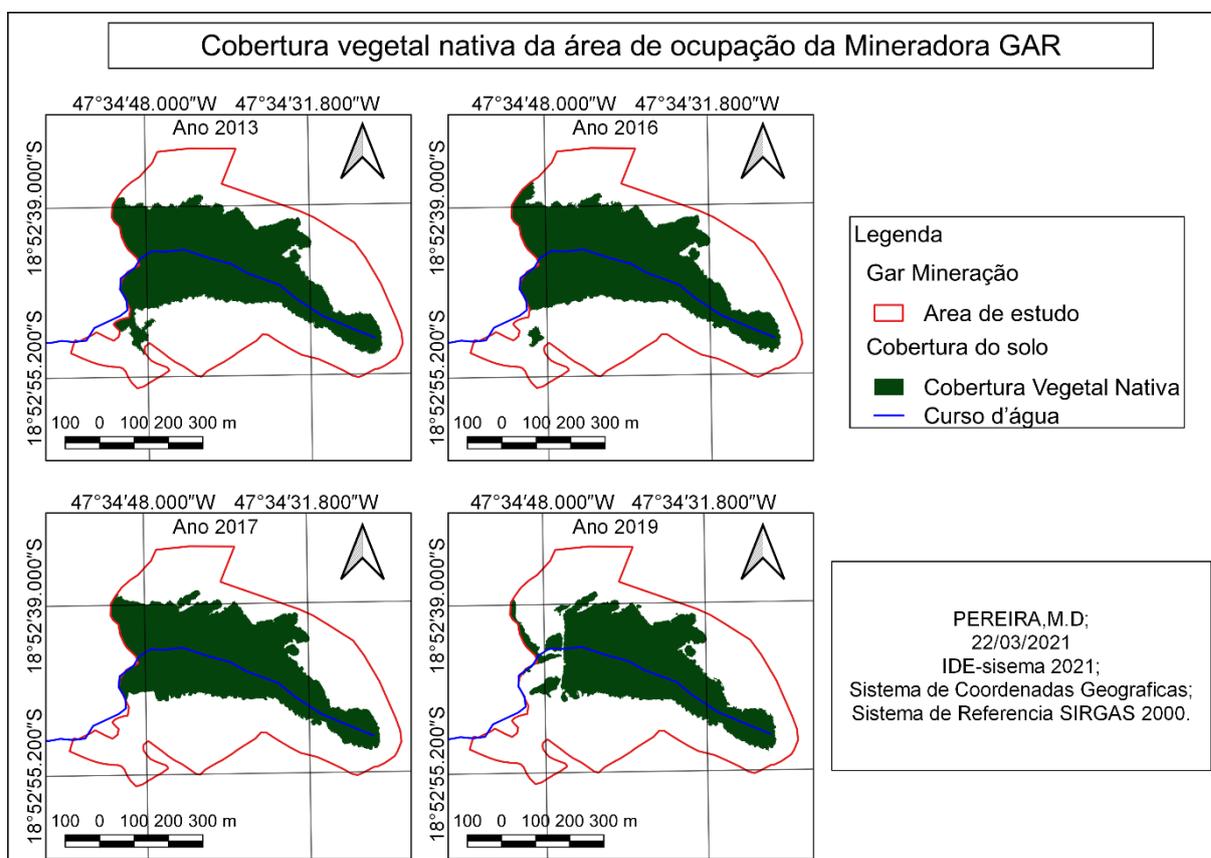


Foto: O autor.

A fragmentação da cobertura vegetal nativa traz consequências negativas para a qualidade ambiental da área estudada. Percebe-se que, no ano de 2013, havia um único polígono

predominante de cobertura vegetal nativa, de grande extensão e de forma irregular. A forma alongada do polígono implica em que essa área de vegetação nativa preservada esteja em amplo contato com a matriz exterior, ou seja, com as áreas de pasto e a área urbanizada. Nas áreas de contato ou borda com áreas antropizadas, a temperatura e a luminosidade são mais intensas do que no interior do fragmento, onde se conservam temperatura e luminosidade mais amenas e, ainda, umidade mais preservada.

A partir do mapeamento realizado verifica-se que, em 2013, existia um único polígono representante da classe de cobertura vegetal nativa, na área de estudo. Em 2016, já se percebe a diminuição e divisão do polígono de cobertura vegetal nativa, mencionado anteriormente. Em 2017, a vegetação nativa voltou a ser representada por um polígono único novamente, porém com menor área do que aquele mapeado em 2013. E, em 2019, verificou-se uma fragmentação da vegetação nativa, agora em quatro polígonos menores, isolados do fragmento maior. O surgimento destes polígonos menores, fragmentando a vegetação, causa o efeito conhecido como efeito de borda. Ocorre a formação de novas bordas, a partir da formação desses polígonos da vegetação nativa fragmentada, em contato com a matriz externa, o que reflete negativamente, em todas as alterações climáticas citadas anteriormente: aumento da temperatura, aumento da luminosidade, ventos e redução da umidade nestas áreas. Assim, a fragmentação da vegetação causa alterações do microclima local, além de outros problemas. Ocorre a redução do habitat natural de espécies de fauna, dificuldades de deslocamento destas espécies entre os fragmentos isolados, que são ocasionadas e agravadas pelas intempéries das matrizes circundantes de acordo com seu tipo de uso, impactando ainda mais a fauna e flora local.

Destaca-se ainda, que, além das alterações do uso e ocupação da terra e da fragmentação da paisagem local, o exercício da atividade mineradora causa os seguintes problemas para a população local: poluição visual, que é causada quando, muitas vezes, os resíduos da mineração são depositados em uma das principais vias de acesso à cidade, comprometendo assim a beleza local; transtorno do tráfego urbano, que alterou a rotina de uma pequena cidade, com o tráfego de caminhões e carretas; e, também, a poluição do ar, através do lançamento da poeira que se produz na atividade de extração, entre outras.

Aliado a estes fatores, apesar de não serem conhecidos estudos que caracterizem as espécies da fauna que perderam o seu habitat devido à expansão da área de mineração, supõe-se, que, devido aos números relativos à redução e fragmentação da cobertura vegetal nativa,

que este número possa ser relevante. De acordo com Mechi e Sanches (2010), com a supressão da vegetação nativa há uma redução e/ou destruição de habitats, acarretando assim o afugentamento da fauna e também a morte de espécimes da fauna e flora presente na área, incluindo espécies em extinção e interrupção de corredores ecológicos.

Não foram realizados estudos referentes a qualidade da água na área de estudo, porém, acredita-se que a qualidade da água do manancial que abastece a região seja afetada, pois, com o aumento do solo exposto, as partículas de solo são facilmente carregadas e a infiltração de água é reduzida devido ao escoamento superficial que é gerado. De acordo com o estudo realizado por Mechi e Sanches (2010), a qualidade das águas de rios e mananciais presentes na mesma bacia hidrográfica, a jusante da área minerária, pode ser prejudicada em razão da turbidez que é causada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como por partículas lixiviadas e carregadas contidas nos efluentes da área de mineração. Além disso, o regime hidrológico dos cursos d'água e dos aquíferos podem ser alterados devido às escavações ou pelo uso destes recursos no beneficiamento de minérios, podendo assim, causar o rebaixamento do lençol freático.

As Figuras 10, 11 e 12 mostram a atividade mineradora alterando a paisagem local e acarretando a degradação da área utilizada.

Figura 10 - Área de escavação localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG



Foto: O autor – janeiro/2021.

Figura 11 - Área de armazenamento de rejeitos localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG



Foto: O autor - janeiro/2021.

Figura 12 - Área de escavação localizada dentro da propriedade da Mineradora GAR no município de Romaria -MG



Foto: O autor - janeiro/2021.

Como pode ser visualizado na Figura 10, após a extração, a área de escavação se torna uma área degradada, com solo exposto e com a presença de características que favorecem a degradação local, como as encostas que são formadas e contribuem para o escoamento superficial do solo e a falta de cobertura vegetal, que impacta diretamente na paisagem e no regime hídrico local. A Figura 11 demonstra outro fator impactante da área, pois, os rejeitos da mineração são dispostos em montes, e ocupam um espaço onde poderia estar desenvolvendo

alguma vegetação, além de serem uma fonte de poluição visual na cidade, pois a área de estudo localiza-se em uma das entradas principais do município (Figura 12).

Desta maneira, frente aos perceptíveis impactos gerados na área de estudo, deve-se ressaltar que a Legislação Brasileira considera, no DECRETO Nº 9.406, DE 12 DE JUNHO DE 2018 (BRASIL, 2018), em seu Capítulo I, Seção II, Artigo 5, Parágrafo 2º, que “o exercício da atividade de mineração implica a responsabilidade do minerador pela recuperação ambiental das áreas degradadas”; assim como, no Capítulo II, Seção III, Subseção II, Artigo 34, Inciso XI, “evitar poluição do ar ou da água que possa resultar dos trabalhos de mineração”.

A LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998 – Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), Seção II, Capítulo 5, Art. 38, por sua vez, considera crime ambiental “destruir ou danificar floresta considerada de preservação permanente, mesmo que em formação, ou utilizá-la com infringência das normas de proteção”. E, ainda, o DECRETO Nº 97.632, DE 10 DE ABRIL DE 1989 (BRASIL, 1989), que dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 - Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981): no Artigo 2, esclarece que “para efeito deste Decreto são considerados como degradação os processos resultantes dos danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais”; e Artigo 3, que “a recuperação deverá ter por objetivo o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente”.

E, por fim, a LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012– Código Florestal (BRASIL, 2012), Capítulo I, Artigo 1, Parágrafo único, Inciso I, que apresenta a

afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem-estar das gerações presentes e futuras.

Sendo assim, considera-se de suma relevância a preocupação com a degradação ambiental na área de estudo com vistas a fazer cumprir a legislação ambiental pertinente e vigente, assim como assegurar o desenvolvimento das atividades minerárias na região de forma sustentável, visando desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise das imagens de quatro anos da atuação das atividades da Mineradora GAR, no município de Romaria -MG e, posterior quantificação da área referente a cada tipo de uso e ocupação da terra, observou-se que, de 2013 para 2019, houve uma redução de 7,95% da área coberta por vegetação nativa e de 16,72% da área de pasto, sendo que a área de solo exposto teve um aumento de 24,67 %. Constatou-se, assim, a alteração das classes de uso da terra e cobertura vegetal nativa com relativa diminuição e fragmentação da vegetação nativa, resultando em prejuízos para a qualidade ambiental local, no que se refere a fauna, flora, recursos hídricos, solos, ar, entre outros.

Desta forma, considera-se que a atividade minerária impactou negativamente a área onde foi desenvolvida, pois promoveu a supressão da vegetação nativa, modificando assim a paisagem natural que anteriormente ali era formada., e com isso, houve a redução de habitat para a fauna e a destruição da flora local.

Apesar de não ter se tratado de data de análise da pesquisa, verificou-se em imagem mais recente (2020) que grande parte da classe de uso ‘pasto’, mapeada em 2019, já se encontrava, nessa ocasião, substituída pela atividade agrícola. Atividade esta que contribui diretamente no aumento da degradação da qualidade ambiental dos solos e recursos hídricos disponíveis na região.

Além dos impactos negativos causados, não se deve deixar de destacar os benefícios das atividades mineradoras na cidade e região, a partir da geração de novos empregos, desenvolvimento da economia, fornecimento de matéria-prima para diversos setores, entre outros.

Vale destacar ainda, o uso das ferramentas do Google Earth, que permitiram acesso facilitado e gratuito de imagens de alta resolução para a avaliação realizada, assim como das ferramentas de processamento digital das imagens e classificação das mesmas, cada vez mais eficazes encontradas nos softwares para análises espaciais.

Por fim, após a execução desta pesquisa, ressalta-se a importância da preocupação ambiental e recomenda-se que a empresa tome e/ou mantenha medidas que minimizem os impactos causados na área como: a redução e descarte correto dos resíduos gerados pela atividade; o racionamento do uso da água, a recuperação das áreas degradadas como preconiza

a legislação ambiental vigente; e, especialmente, a preservação dos remanescentes de vegetação nativa ainda presentes na área de estudo. Desta forma, viabilizando que a atividade mineradora possa ser, cada vez mais, transformada em uma produção mais ecologicamente correta e responsável.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. P.; CANER E. S.; MELLO A. G. **Análise de Imagens e Visão Computacional**. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001: Sistemas da gestão ambiental Requisitos com orientações para uso**. 2004.

BACANI, V. M. *et al.* SENSORIAMENTO REMOTO E SIG APLICADOS À AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE BACIA HIDROGRÁFICA. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 119-135, 2015.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185f. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 1997.

BRASIL. DECRETO Nº 9.406, DE 12 DE JUNHO DE 2018. Regulamenta o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, a Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, a Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989, e a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jun. 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9406.htm. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. DECRETO Nº 97.632, DE 10 DE ABRIL DE 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 abr. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D97632.htm Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 ago. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: abr. 2021.

BRASIL. LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 fev. 1998. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: abr. 2021.

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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: abr. 2021.

CHAVES M.L.S.C.; CHAMBEL L. **Diamante: a pedra, a gema, a lenda**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003.

CHAVES, M.L. de S.C. *et al.* PROVÍNCIA DIAMANTÍFERA DA SERRA DA CANASTRA E O KIMBERLITO CANASTRA-1: PRIMEIRA FONTE PRIMÁRIA DE DIAMANTES ECONOMICAMENTE VIÁVEL DO PAÍS. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 299-317, 2008.

CLIMATE-DATA.ORG. **Dados climáticos de Romaria-MG**. Disponível em <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/romaria-176157/> Acesso em: 23 mai. 2021.

COELHO, F. M. **Aspectos geológicos e mineralógicos da Mina de diamantes de Romaria, Minas Gerais**. 2010. 105 f. Dissertação (Mestrado em Mineralogia Experimental e Aplicada). Universidade de São Paulo, 2010.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3 ed. Ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FREITAS, N. C. A.; MOURA, C. D. G. de; SILVA, M. P. dos S. Sistema multiagente para mineração de imagens de satélite. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, XVII, 2015, João Pessoa, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015.

GAR MINERAÇÃO. **Mina de Romaria**. Disponível em: <https://gardiamondmining.com/operacoes/> Acesso em: 10 out. 2019.

GOMES, A. R.; OLIVEIRA, P. E.; SAAD, A. R.; SANCHES, R. C. Análise multitemporal utilizando imagens CBERS-2 e LANDSAT-TM no entorno da represa dos rios Jaguari e Jacareí. *In*: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, XIV, 2009, Natal, Brasil. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009.

HARDT, L. P. A.; LOPES, J. A. U. Interpretação e síntese de resultados em estudos e relatórios de impacto ambiental. *In*: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1, 1990, Curitiba. **Anais[...]** Curitiba: FUPEF/UFPR, 1990. p. 162-165.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/romaria/historico09> Acesso em: out. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas e Mapas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads> Acesso em: 09 out. 2019.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LIMA, R. E. Estudos geomorfológicos na avaliação de impacto ambiental. *In*: SEMINÁRIO SOBRE AVALIAÇÃO E RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL, 1, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF/UFPR, 1990. p. 73-80, 1990.

LOPES, M. **O futuro da mineração no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://tecnicoeminerao.com.br/o-futuro-da-mineracao-no-brasil/> Acesso em: 29 out. 2019.

MARQUES FILHO, O.; VIEIRA NETO, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: [s.n.], p. 331, 1999.

MARTINS, M.L. **As mudanças nos marcos regulatórios da mineração diamantífera e as reações dos garimpeiros: o caso da Região do Alto Jequitinhonha**. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13262/10494> Acesso em: 10 nov. 2019.

MECHI, A.; SANCHES, D.L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, 2010.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **INTRODUÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO**. BRASÍLIA: CNPQ, 2012. Disponível em: <http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8> Acesso em: 10 nov. 2019.

ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. de. MAPEAMENTO DO USO DA TERRA, VEGETAÇÃO E IMPACTOS AMBIENTAIS POR MEIO DE SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO. **Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.

QUEIROZ, J. E. R. de; GOMES, H. M. Introdução ao processamento digital de imagens. **Revista de Informática Teórica e Aplicada**, Porto Alegre, v. 8, n. 1, p. 1–31, 2001.

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 e Natureza**, Uberlândia, v. 28, n.3, 2016.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 7 ed. Uberlândia: EDUFU, 2009.

SIMINERAL - SINDICATO DAS INDÚSTRIAS MINERAIS DO ESTADO DO PARANÁ. **Histórico da mineração**. Disponível em: <http://simineral.org.br/mineracao/historia> Acesso em: 10 nov. 2019.

VALE. **Qual a importância da mineração para a economia do país?** 2017. Disponível em: <http://www.vale.com/brasil/pt/aboutvale/news/paginas/qual-a-importancia-da-mineracao-para-a-economia-do-pais.aspx> Acesso em: 10 nov. 2019.