

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* OURO PRETO
LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

Shelmmmer Pietro dos Santos Souza

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS DOS
CÓRREGOS SECO E TAQUARAL, AFLUENTES DO RIO DO CARMO, OURO
PRETO-MG**

Ouro Preto
2025

SHELMMER PIETRO DOS SANTOS SOUZA

**ATIVIDADES ANTRÓPICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS DOS
CÓRREGOS SECO E TAQUARAL, AFLUENTES DO RIO DO CARMO, OURO
PRETO-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Geografia, Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Carvalho

Ouro Preto

2025

S729a Souza, Shelmmer Pietro dos Santos.
Atividades antrópicas e impactos ambientais nas bacias dos Córregos Seco e Taquaral, afluentes do Rio do Carmo, Ouro Preto - MG
[manuscrito] / Shelmmer Pietro dos Santos Souza. – 2025.
61 f. : il.

Orientador: Alex de Carvalho.
Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2025.

1. Impacto ambiental. 2. Extração de quartzito. 3. Canais fluviais. I. Carvalho, Alex de. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU: 911.2:556.53

Catálogo: Kelly Cristiane Santos Morais - CRB-6/3217



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

SHELMMER PIETRO DOS SANTOS SOUZA

ATIVIDADES ANTRÓPICAS E IMPACTOS AMBIENTAIS NAS BACIAS DOS CÓRREGOS SECOS E TAQUARAL, AFLUENTES DO RIO DO CARMO, 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) em 02 de setembro de 2025, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alex de Carvalho - IFMG *Campus* Ouro Preto - Orientador
Prof. Dra. Elizene Veloso Ribeiro - IFMG *Campus* Ouro Preto
Prof. Dr. Fabrício Antônio Lopes - Doutor em Evolução Crustal e Recursos Minerais

Ouro Preto, 08 de setembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Alex de Carvalho, Professor**, em 08/09/2025, às 13:59, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Elizene Veloso Ribeiro, Professora**, em 08/09/2025, às 14:05, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Fabrício Antonio Lopes, Usuário Externo**, em 08/09/2025, às 14:08, 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 **2444241** e o código CRC **FF40A9B7**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter guiado meus passos até a Geografia e por me conceder força, sabedoria e resiliência diante dos desafios e alegrias vividos ao longo da minha jornada acadêmica.

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, por seus conselhos valiosos, apoio constante e incentivo em todos os momentos. Ter vocês ao meu lado me deu forças para seguir com confiança e acreditar no meu potencial em cada etapa dessa jornada.

Deixo um agradecimento especial à minha namorada Isabelle, pelo companheirismo, carinho e motivação contínua.

Aos meus familiares, amigos e todas as pessoas que tive o privilégio de conhecer durante a graduação, deixo meu reconhecimento por contribuírem de forma significativa para minha formação acadêmica e pessoal.

Por fim, agradeço a todos os professores do IFMG – Campus Ouro Preto, pelo comprometimento, dedicação e ensinamentos que levarei para toda a vida. Em especial, ao meu orientador Alex de Carvalho, por sua orientação atenciosa e apoio ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Ouro Preto, município de Minas Gerais, está inserido no contexto geológico-geomorfológico do Quadrilátero Ferrífero e possui uma grande riqueza mineral. A exploração de minerais como o quartzito, utilizado na construção civil, ocorre muitas vezes de forma irregular, por moradores da região. A extração do quartzito remonta ao Período Colonial e, com o tempo, as áreas de exploração migraram em função da menor disponibilidade do minério em alguns locais ou do aumento da fiscalização. Nas últimas décadas, a exploração do quartzito se concentrou nas bacias dos córregos Seco e Taquaral, afluentes do rio do Carmo, onde a extração irregular tem causado importantes impactos ambientais, agravados pela construção de estradas e moradias. Diante desse quadro, este trabalho teve como objetivo geral identificar e discutir os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas, com ênfase na extração de quartzito, nas bacias dos córregos Seco e Taquaral. Os objetivos específicos foram: (i) analisar a evolução das áreas de extração de quartzito; (ii) identificar alterações nos canais fluviais e em suas margens; e (iii) discutir a relação entre essas alterações e as atividades humanas. A metodologia consistiu em: (i) mapear as áreas de extração de quartzito nos anos de 2003, 2013 e 2023; (ii) realizar trabalhos de campo para identificar alterações nos canais fluviais e em suas margens; e (iii) integrar e discutir os resultados. Os resultados demonstram que a extração de quartzito migrou da bacia do córrego Seco para a bacia do córrego Taquaral. Essa atividade causa alterações nas vertentes das bacias hidrográficas, que, por sua vez, provocam importantes impactos nos ambientes fluviais, com destaque para o acúmulo de sedimentos em segmentos dos canais. Conclui-se que a mineração predatória, sem os devidos recursos técnicos e econômicos, gera impactos ambientais que comprometem a integridade do meio ambiente local.

Palavras-chave: Impactos ambientais. Extração de quartzito. Cursos fluviais.

ABSTRACT

Ouro Preto, a municipality in Minas Gerais, is located within the geological and geomorphological context of the Quadrilátero Ferrífero and has significant mineral wealth. The extraction of quartzite, used in civil construction, is often carried out irregularly by local residents. Quartzite exploitation dates back to the Colonial Period and, over time, extraction areas have shifted due to reduced mineral availability in some sites or increased inspection. In recent decades, quartzite extraction has been concentrated in the Seco and Taquaral stream basins, tributaries of the Carmo River, where irregular mining has caused significant environmental impacts, further intensified by road construction and housing. Given this scenario, this study aimed to identify and discuss environmental impacts resulting from human activities, with emphasis on quartzite extraction, in the Seco and Taquaral stream basins. The specific objectives were: (i) to analyze the evolution of quartzite extraction areas; (ii) to identify changes in river channels and their margins; and (iii) to discuss the relationship between these changes and human activities. The methodology consisted of: (i) mapping quartzite extraction areas in 2003, 2013, and 2023; (ii) conducting fieldwork to identify changes in river channels and their margins; and (iii) integrating and discussing the results. The findings demonstrate that quartzite extraction has shifted from the Seco stream basin to the Taquaral stream basin. This activity alters the slopes of the watersheds, which in turn generates significant impacts on fluvial environments, especially sediment accumulation in certain channel segments. It is concluded that predatory mining, carried out without proper technical and economic resources, produces environmental impacts that compromise the integrity of the local environment.

Keywords: Environmental impacts. Quartzite extraction. Fluvial systems.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	Avaliação de Impacto Social
ANN	Agência Nacional de Mineração
BHRC	Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo
CC	Código Civil
CF	Constituição Federal
CFEM	Compensação Financeira sobre Extração Mineral
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasileiro de Mineração
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MME	Ministério de Minas e Energia
PADC	Plano de Ação de Desenvolvimento Comunitário
PDEL	Plano de Desenvolvimento Econômico Local
PIB	Produto Interno Bruto
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Principais reservas minerais brasileiras.	17
Figura 2 – Fluxograma da minério-dependência.	26
Figura 4 – Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero e entorno.	35
Figura 4 – Mapa de localização da área de estudo.	36
Figura 5 – Mapa simplificado da região da serra de Ouro Preto.	37
Figura 6 – Destaque da área de estudo considerando a bacia do Córrego Taquaral e o setor oeste da bacia do Córrego Seco.	39
Figura 7 – Exploração de quartzito no Morro do Taquaral em Ouro Preto.	39
Figura 8 – Áreas de extração de quartzito em 2003.	40
Figura 9 – Áreas de extração de quartzito em 2013.	41
Figura 10 – Áreas de extração de quartzito em 2023.	42
Figura 11 – Altitude da área de estudo.	44
Figura 12 – Declividade da área de estudo.	44
Figura 13 – Material estocado próximo ao curso d'água.	46
Figura 14 – Lavra de quartzito abandonada.	46
Figura 15 – Lavra no Córrego Seco.	47
Figura 16 – Área de lavra de quartzito abandonada.	48
Figura 17 – Lavra no Córrego Taquaral.	49
Figura 18 – Descrição do processo produtivo.	51

SUMÁRIO

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivos	10
1.1.1	<i>Geral</i>	10
1.1.2	<i>Específicos</i>	10
1.2	Justificativa.....	11
2.	METODOLOGIA	12
2.1	Análise temporal das atividades humanas	12
2.2	Trabalhos de campo.....	13
2.3	Integração e discussão dos dados	13
3.	A ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO MINERAL NO BRASIL E O MEIO AMBIENTE ..	14
3.1	Caracterização geral do setor	14
3.2	A utilização de recursos naturais.....	18
3.3	Fatores locacionais e a mineração	20
3.4	Impactos socioeconômicos da extração mineral	25
3.5	Lei de Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938/1981	29
3.6	Rochas Ornamentais no Brasil.....	31
3.7	Quartzito.....	32
4.	ÁREA DE ESTUDO.....	35
5.	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
5.1	Análise temporal das atividades antrópicas	38
5.2	Identificação de impactos ambientais em campo	45
5.3	Impactos ambientais e atividades humanas.....	50
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
	REFERÊNCIAS.....	57

1. INTRODUÇÃO

O modo de vida da sociedade propiciou um aumento significativo na extração mineral, devido à necessidade de produzir bens que são indispensáveis para um avanço tecnológico, econômico e social. Porém, muitas vezes, essa necessidade não é bem-vista pela própria sociedade, já que a mineração retira do subsolo recursos não renováveis e que, após a extração, ocasionam danos à crosta terrestre.

Devido à grande abundância de recursos naturais, o Brasil é considerado uma potência mundial do setor extrativista mineral. Essa posição repercute na significativa relevância da atividade para a economia brasileira, contribuindo com a geração de riquezas, com a criação de empregos, com a arrecadação tributária e contribuindo bastante na balança comercial nacional. Neste contexto, o estado de Minas Gerais possui um contexto histórico interessante em relação ao desenvolvimento regional, sendo destacado pelo Ciclo do Ouro após as descobertas de jazidas durante o século XVIII. A exploração dessas jazidas impactou diretamente a economia mineira e colonial, já que era a principal atividade econômica do período. Nesse contexto, observou-se um grande aumento no fluxo de mercadorias e de pessoas que trouxeram um desenvolvimento intelectual e operacional.

Até hoje, o extrativismo mineral no estado de Minas Gerais é referência, sendo um setor de grande importância, já que várias regiões do estado têm como principal atividade econômica e fonte de renda a produção mineral, ou seja, inúmeras cidades mineiras vivem da mineração. Apesar de anos de exploração, o estado continua com uma forte produção e perspectivas de expansão.

Dentre as diversas atividades de extração mineral, destaca-se a extração de rochas ornamentais, que possuem um grande valor comercial devido suas aplicações em decorações e na construção civil. Entre os principais tipos de rochas ornamentais extraídas em Minas Gerias podemos destacar os granitos, mármore, ardósias e os quartzitos, cada um com características que os tornam únicos e valorizados tanto nacionalmente quanto internacionalmente.

Nesta seara, a extração de rochas ornamentais ganha ênfase pela demanda crescente por novos tipos de rochas quartzíticas e calciossiliciclásticas. Em contrapartida, a extração de rochas ornamentais apresenta potenciais impactos ambientais e pode oferecer riscos à saúde dos trabalhadores envolvidos no processo.

Para exemplificar, o quartzito, enquanto rocha ornamental, vem sendo comumente explorado em Ouro Preto para utilização na construção civil. Sua exploração gera uma enorme quantidade de rejeitos ou estéreis ricos em sílica, que podem causar danos significativos à saúde dos trabalhadores e impactos significativos ao meio ambiente. Assim, a quantidade de resíduos provenientes do processo de extração pode chegar a altos índices e se transformar em um grande problema para os empreendedores do ramo de mineração, meio ambiente e riscos à saúde dos trabalhadores (VIDAL; AZEVEDO; CASTRO, 2013).

Neste contexto, levantou-se a seguinte questão norteadora: Quais são os danos ambientais e os impactos causados pela extração do quartzito nas bacias do Córrego Seco e do Córrego Taquaral em Ouro Preto?

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Identificar e discutir os impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas, destacando-se a extração de quartzito, nas bacias dos córregos Seco e Taquaral, afluentes do rio do Carmo, em Ouro Preto, Minas Gerais.

1.1.2 Específicos

São objetivos específicos:

- Analisar a evolução das áreas de extração de quartzito na área de estudo.
- Identificar alterações nos canais fluviais e em suas margens possivelmente relacionados às atividades humanas.
- Discutir a relação entre as alterações identificadas nos canais fluviais e em suas margens às atividades humanas realizadas na área.

1.2 Justificativa

Fernandes, Godoy e Fernandes (2003) afirmam que o estado de Minas Gerais ocupa um lugar de destaque na produção de quartzito no Brasil, sendo que as mais expressivas lavras estão localizadas em alguns municípios, como: São Thomé das Letras, Luminárias, Alpinópolis, Diamantina, além de Ouro Preto. Sua utilização é significativa na construção civil devido às suas propriedades físicas, que envolvem dureza, durabilidade frente às intempéries, variedade de cor, baixa porosidade, o que faz com que ganhe força progressiva na economia.

Nesse estudo, a presente pesquisa lança o olhar sobre as questões que envolvem aspectos ambientais, em que a extração do quartzito ocasiona diversos impactos ambientais negativos associados ao processo de extração e ao descarte dos seus resíduos. Atualmente, a exploração do quartzito nas bacias hidrográficas analisadas ocorre sem o devido manejo, o que pode estar gerando danos ambientais, como a intensificação de processos geomorfológicos, como a erosão nas vertentes e a deposição de sedimentos nas calhas fluviais.

Nesse contexto, a presente pesquisa se destaca pela relevância ambiental, dada a possibilidade de conhecer e compreender melhor os impactos ambientais e no âmbito social por compreender que os impactos ambientais podem refletir na vida das pessoas que dependem ou utilizam recursos hídricos nas bacias hidrográficas investigadas. Por fim, a relevância científica está associada à potencial contribuição acadêmica a partir dos conhecimentos aqui explicitados que se relacionam à Geografia e à Geomorfologia, além de sua contribuição cumulativa sobre o tema em foco. Ademais, trata-se de um estudo que envolve interesse do acadêmico, além de possibilitar a prática profissional deste pesquisador ao ir a campo e comparar o avanço dos danos.

2. METODOLOGIA

A seguir, são apresentadas as etapas metodológicas seguidas nesse estudo.

2.1 Análise temporal das atividades humanas

Para a realização da análise temporal da área de estudo e identificação da evolução da extração de quartzito e das intervenções antrópicas na área investigada foram definidos três marcos temporais: os anos de 2003, 2013 e 2023. Optou-se por estes anos devido as imagens apresentarem boa qualidade visual no Google Earth e representarem diferentes momentos ao longo de duas décadas de exploração. Deste modo, foi possível observar mudanças significativas em intervalos regulares de dez anos, permitindo uma observação mais detalhada e discussão das atividades extrativistas na região.

Há registros de extração de quartzito há várias décadas na área de estudo. Contudo, as imagens anteriores a 2003 apresentam baixa qualidade e, nesse contexto, optou-se pela utilização das imagens com melhor resolução disponíveis para datas posteriores a 2003. Já as imagens de 2013 e 2023, tiveram por objetivo captar as transformações graduais e as intensificações das atividades ao longo do tempo.

O Google Earth foi escolhido para seleção destas imagens devido a sua facilidade de acesso, tratamento dos dados e imagens com boa resolução visual. No entanto, é válido destacar que o Google Earth é uma ferramenta válida para análises qualitativas e sua precisão pode ser limitada em comparação com imagens de satélites de melhor resolução, mas que devem ser pagas.

Após seleção das imagens, foram identificadas as áreas de extração de quartzito bem como seus avanços e, em seguida, foram elaborados mapas temáticos com a utilização do software QGIS. Esses mapas permitiram visualizar a evolução espacial das atividades contribuindo significativamente para as discussões. Por fim os dados obtidos por meio do mapeamento foram validados em campo o que garantiu confiabilidade dos eventos estudados e para análise das intervenções antrópicas na região.

2.2 Trabalhos de campo

Após a identificação das áreas afetadas pela extração de quartzito nas bacias hidrográficas investigadas, foram realizados trabalhos de campo com a finalidade de verificar a situação das áreas de exploração do quartzito e das áreas construídas para moradia ou outras finalidades. Os trabalhos de campo ocorreram ao longo dos anos de 2023 e 2024 e foram definidos de acordo com a disponibilidade dos pesquisadores.

Em campo, buscou-se percorrer as estradas com acesso nas duas bacias hidrográficas. Assim, foram definidos como estradas de interesse aquelas que permitiam chegar próximo das áreas de extração de quartzito e aquelas nas proximidades dos cursos d'água. No caso dos cursos d'água, nos trechos em que era possível caminhar pelas margens, isso foi realizado com vistas a identificar alterações decorrentes das atividades de extração de quartzito. Também foram observados em campo aspectos relacionados às moradias construídas na região, a fim de identificar potenciais impactos ambientais.

Durante as visitas a campo, foram realizados registros fotográficos utilizando a câmera de um celular. Foram selecionados para esse registro fotográfico as áreas de extração antigas e atuais, as alterações nas margens e calhas fluviais, entre outros aspectos importantes.

2.3 Integração e discussão dos dados

Após a coleta das informações através da análise temporal e das visitas a campo, os dados foram analisados, buscando identificar as relações entre as atividades humanas e os impactos ambientais. Nesse sentido, a discussão dos resultados compreende esse esforço de entendimento do papel das pressões humanas sobre o ambiente nas bacias hidrográficas estudadas.

3. A ATIVIDADE DE EXTRAÇÃO MINERAL NO BRASIL E O MEIO AMBIENTE

O Brasil possui grande abundância de recursos minerais, sendo considerada, em conjunto com Rússia, Estados Unidos, Canadá, China e Austrália, uma potência produtiva mineral.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Mineração (IBRAM), divulgados pela CNN¹ Brasil, o setor de mineração obteve um aumento de 5% nas exportações ante igual período do ano anterior, faturando R\$ 56,7 bilhões no terceiro trimestre do ano de 2024. Ademais, as exportações do segmento somaram 114,2 milhões de toneladas entre julho e setembro do ano de 2024, uma alta de 5,6% em relação ao mesmo intervalo de 2023. A arrecadação de royalties da mineração, a chamada Compensação Financeira sobre Extração Mineral (CFEM), somou R\$ 2 bilhões no terceiro trimestre do mesmo ano (REUTERS, 2024).

Além do mais, em dados divulgados pelo IBRAM, no primeiro semestre de 2024, as exportações de minérios responderam por 41% do saldo da balança comercial brasileira, totalizando US\$ 42,31 bilhões. Adicionalmente, além de apresentar como uma atividade que gera renda para o Brasil, a mineração, segundo informações da ONU, emprega diretamente cerca de 200 mil pessoas e cria aproximadamente 800 mil empregos indiretos. Esse setor responde por cerca de 4% do Produto Interno Bruto (PIB) do país (IBRAM, 2021).

3.1 Caracterização geral do setor

Uma característica importante da mineração é a rigidez locacional – ou seja, por se tratar de um recurso natural de fonte geológica, esses recursos minerais não estão distribuídos de forma igualitária no mundo, sendo necessária a instalação de minas para a exploração mineral. Nesse sentido, como há a necessidade da disponibilidade de recursos minerais para a realização das atividades humanas, as minas

[...] são instaladas em locais de grande ocorrência mineral independentemente de sua localização em relação à mão-de-obra e ao

¹ Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/faturamento-do-setor-mineral-sobe-5-e-alcanca-r-567-bi-no-3o-tri-diz-instituto/>. Acesso em: 10 jan.2025.

mercado consumidor, pois a matéria-prima, o minério, não é uma produção ou criação humana e sim uma riqueza natural [...] (Lima, 2005, p. 1).

Scliar (1996 *apud* LIMA, 2005), acrescenta ainda que essa rigidez locacional é determinada por um conjunto de fatores que permitiu uma localização exclusiva e privilegiada dos recursos.

A rigidez locacional dos recursos minerais – isto é, sua distribuição geográfica fixa – está diretamente relacionada à dependência econômica de regiões específicas, uma vez que, como destaca Scliar (1996 *apud* LIMA, 2005, p. 1), 'é o elemento que retrata tanto a riqueza mineral de alguns países, como a carência de minérios em outros'. Essa desigualdade na distribuição faz com que certas áreas sejam privilegiadas pela presença de minérios estratégicos, enquanto outras ficam em desvantagem. Além disso, como a exploração mineral exige altos investimentos em tecnologia e infraestrutura, grandes empresas concentram seu domínio nessas regiões, reforçando uma relação de dependência econômica e territorial.

Essa característica da mineração afeta diretamente os empreendedores que, diferentemente do que ocorre em outras atividades, não podem escolher livremente o local onde vão instalar sua produção. A mineração só pode ocorrer naquelas áreas em que é possível ocorrer a exploração. Soma-se a isso o fato de que pode haver um alto custo para o transporte dos recursos minerados. Assim, a depender dos recursos disponíveis, pode não ser viável a um determinado empreendedor, introduzir sua indústria em uma região afastada.

A mineração sempre exerceu um papel estratégico no Brasil, consolidando o país como uma das principais potências minerais globais. Segundo o IBRAM (2021), o setor responde por aproximadamente 4% do PIB nacional (IBGE, 2021) e tem participação expressiva nas exportações brasileiras. Além de seu impacto macroeconômico, a atividade mineral é vital para o desenvolvimento local: gera emprego e renda nos municípios onde se instala, incrementa a arrecadação tributária e contribui para a elevação do IDH regional. Como será detalhado nesta seção, sua relevância estende-se ainda à produção de insumos essenciais para o cotidiano da população.

A própria história do país retrata a importância desse setor.

O ciclo do ouro constitui um sistema mais ou menos integrado, dentro do qual coube a Portugal a posição secundária de simples entreposto. Ao Brasil o ouro permitiu financiar uma grande expansão demográfica, que trouxe

alterações fundamentais à estrutura de sua população, na qual os escravos passaram a constituir minoria e o elemento de origem européia, maioria (Furtado, 2005, p. 44). [...] A exportação de ouro cresceu em toda a primeira metade do século e alcançou seu ponto máximo em torno de 1760, quando atingiu cerca de 2,5 milhões de libras (FURTADO, 2005, p. 82).

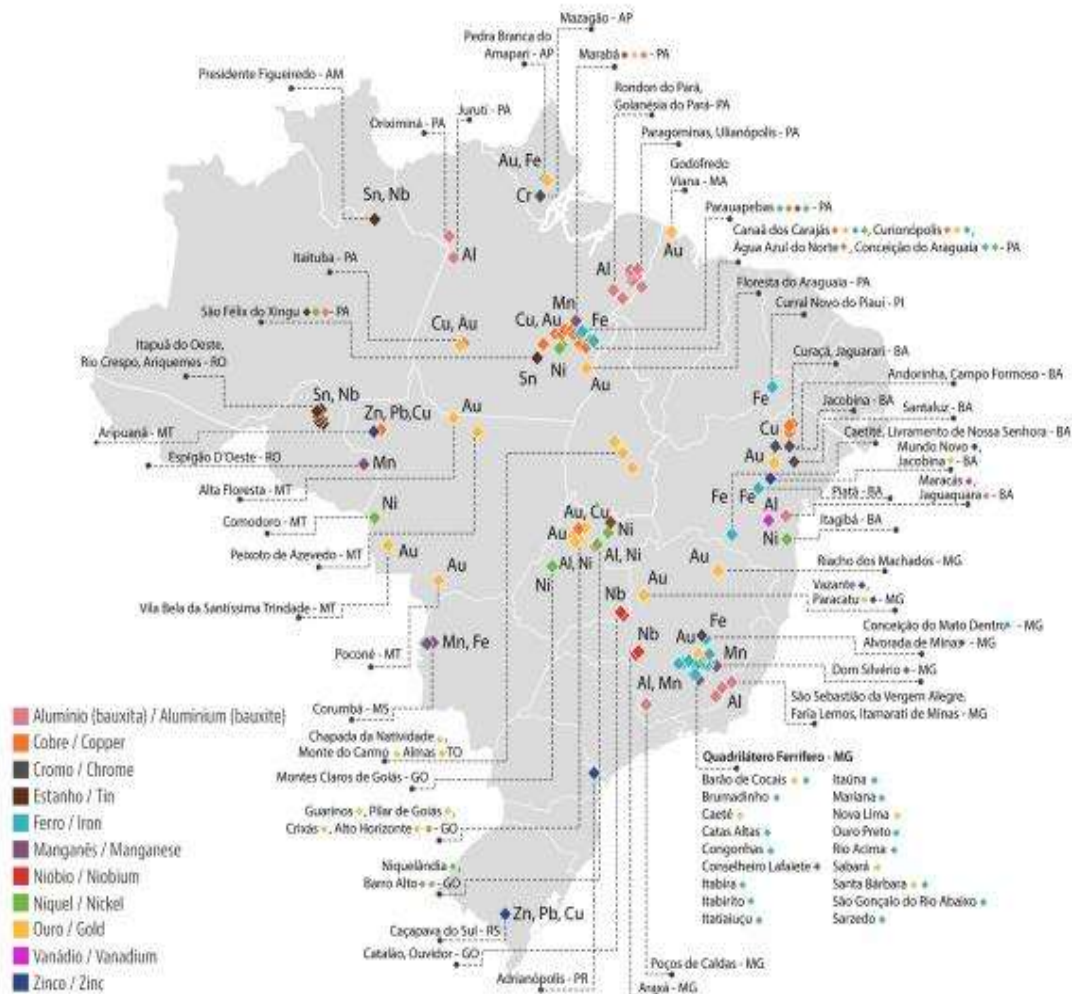
No caso do Brasil, nosso país possui uma geologia bastante favorável às atividades, sendo detentor de uma vasta extensão territorial e diversidade geológica.

Em relação a esse número significativo de depósitos minerais no país (Figura 1), dados do IBRAM (2023) destacam que as principais substâncias produzidas no Brasil são o minério de ferro, minério de ouro e minério de cobre, que correspondem a 72,2%, 9,2% e 5,5%, respectivamente, da participação no faturamento do setor.

De acordo com Barreto (2001), o Brasil se destaca no mercado mundial como detentor de grandes reservas minerais (Figura 1). O nióbio fica em primeiro no ranking, com uma reserva de 16 milhões de toneladas, correspondendo a 98,8% da participação mundial (BRASIL, 2023). Além do nióbio, conforme destacado no Boletim do Setor Mineral (BRASIL, 2020), predominam o tântalo (33,7%), o manganês (32,2%) e a grafita natural (25,9%). Essas substâncias são utilizadas, principalmente, na produção de componentes eletrônicos, na indústria metalúrgica e na indústria em geral (pelas suas propriedades físico-químicas).

Diante dessas informações, fica claro que o setor extrativista gera um efeito multiplicador de postos de trabalho sobre a indústria mineral. Como aponta Rosière e Rolim (2016), a produção de bens minerais representa uma pequena parcela do PIB brasileiro, mas tem um efeito de círculo virtuoso na geração de emprego e renda. De dezembro de 2020 a maio de 2021 foram gerados cerca de 10.000 empregos diretos no setor, chegando a um número de 192.006 empregos. Nesse sentido, “com o avanço da tecnologia, novas carreiras ligadas à mineração criam possibilidades inéditas e demonstram que o futuro promete incorporar profissionais cada vez mais qualificados em posições cada vez mais estratégicas” (BRASIL, 2020, p. 5).

Figura 1 – Principais reservas minerais brasileiras.



Fonte: Brasil (2023, p. 4).

Segundo o MME, em termos econômicos, o faturamento da mineração no Brasil saltou de R\$ 75,3 bilhões para R\$ 149 bilhões em 2021, um aumento de 98%. Esse salto equivale à variação cambial e à valorização dos preços internacionais de minérios. As commodities têm sofrido um aumento nos preços. Desse modo, o custo médio da tonelada de minério de ferro passou de US\$ 91,04 para US\$ 183,43 entre os semestres analisados, uma alta de 101,5%. Abrindo a análise por estados, o faturamento também sofreu aumentos expressivos. Além dos destaques Pará (99%) e Minas Gerais (122%), o estado da Bahia aumentou 75%, Goiás 51%, Mato Grosso 56% e São Paulo 20% (IBRAM, 2021).

Já em 2023, houve queda de 0,7% no faturamento do setor de mineração concernente ao ano de 2022, o que totalizou “R\$ 248,2 bilhões (excluindo-se petróleo e gás). A arrecadação da CFEM totalizou R\$ 6,86 bilhões, 2,3% menor que em 2022 (R\$ 7,02 bilhões)” (IBRAM, 2023). O faturamento nos principais estados brasileiros

foram: destaques Minas Gerais (46,4%), Pará (39,4%), Bahia (2,5%), Goiás (2,4) e Mato Grosso (1,7) (IBRAM, 2023).

Para complementar a análise sobre atividade de extração mineral no Brasil é fundamental compreender os principais aspectos relacionados a utilização de recursos naturais, sendo apresentado na seção seguinte.

3.2 A utilização de recursos naturais

Segundo destacado por Jesus (2019), os recursos naturais são bens produzidos pela natureza, através de longos processos biofísicos, os quais ajudam a compor a base das indústrias extrativas. São essenciais para a sobrevivência e o desenvolvimento dos seres humanos, sendo utilizados para a manutenção da vida e para o desenvolvimento da economia. Eles são a fonte de alimento e hidratação que nos permite manter as funções básicas do organismo. São fundamentais para a economia, pois sustentam setores importantes como a agricultura, a indústria, a energia e o turismo. São fundamentais para a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas, sendo este último o ponto alto abordado neste estudo.

Essas substâncias podem ser classificadas de acordo com a sua disponibilidade, dividindo-se entre renováveis que se regeneram constantemente, ou não renováveis que não possuem a capacidade de se regenerar e são consideradas esgotáveis.

O maior desafio das indústrias extrativistas está no uso de recursos não renováveis, pois sua base material se esgota no processo produtivo. Devido a isso, há uma procura ininterrupta por novas tecnologias que permitam a extração mais eficiente. Entretanto, essa atividade encontra-se constantemente cercada pelo problema da exaustão de bens naturais no mundo.

Para Stiglitz (2007), a presença desses recursos em países em desenvolvimento torna essas economias fortemente dependentes dessas substâncias, o que gera uma espécie de maldição dos recursos naturais, também conhecida como paradoxo da abundância.

Neste sentido, compreende-se que:

Isso ocorre devido à falta de diversificação econômica, configurada na limitação da capacidade expansiva de outros setores da economia, diante da grande dependência econômica da atividade de extração de minérios, bem

como na falta de interesse de mudança do status quo por uma elite parasitária que se beneficia dos recursos advindos do setor (AZEVEDO, 2020, p. 25).

A principal hipótese por trás dessa teoria é a de “[...] países com uma maior dotação destes recursos, contra intuitivamente apresentam um menor grau de crescimento econômico” (SCHALKKA, 2016, p. 4). Stiglitz (2007), ainda completa o pensamento expondo que a principal dificuldade dessas nações está no paradigma entre ser um país rico com a maioria da população em estado de pobreza.

Um dos motivos de ocorrência dessa hipótese, segundo Ribeiro (2019, p. 18), é que “[...] o crescimento baseado em recursos naturais é frustrado pela queda nos termos de troca de produtos primários em relação aos bens manufaturados”. A segunda explicação para esse fenômeno, ainda conforme o autor é o fato de que:

[...] os preços dos recursos naturais tendem a ser mais voláteis do que outros, de modo que as receitas obtidas em uma economia que se baseia na produção de bens primários irão flutuar entre booms e recessões, o que gera incerteza para os investidores em todos os setores e exerce um impacto negativo sobre as decisões de investimento privado (RIBEIRO, 2019, p. 18).

A maldição dos recursos ainda pode se manifestar através do pressuposto de que “[...] uma economia com recursos naturais abundantes apresenta dificuldades para desenvolver o setor manufatureiro” (RIBEIRO, 2019, p. 18). Essa análise ainda tem como complemento o conceito de que “[...] a indústria é a grande geradora de progresso tecnológico e ganhos de produtividade quando comparada aos setores primários.”

Em um último tópico, também pode ser destacado os retornos negativos da educação a partir do crescimento da utilização de recursos naturais, que segundo Ribeiro (2019, p. 19) é:

[...] uma economia rica em recursos naturais pode reduzir os gastos com educação, tendo em vista que a atividade primária requer trabalhadores pouco qualificados, com baixos salários, ao contrário da atividade industrial, que necessita de trabalhadores mais instruídos, com melhor remuneração.”

Em síntese, a maldição dos recursos está relacionada

[...] à falta de diversificação de uma economia altamente dependente da exploração de recursos naturais, em que as comunidades locais suportam todos os impactos decorrentes da implantação, desenvolvimento e encerramento da atividade minerária, da qual os lucros são destinados ao

país ou ao exterior, sem alocação das rendas em benefício da população afetada. (VIANA 2012 *apud* AZÉVEDO, 2020, p. 26).

Ao entender a relação negativa entre a presença de recursos naturais e o crescimento econômico do país, dada através de inúmeros fatores que travam seu progresso, pode-se avançar na análise sobre as consequências da atividade mineradora. Para melhor compreender todo o processo que permeia este tipo de atividade é essencial compreender os principais aspectos relacionados aos fatores locais e a mineração, sendo discutido na seção seguinte.

3.3 Fatores locais e a mineração

A mineração por compreender os processos de extração, beneficiamento e transformação de substâncias minerais necessita fundamentalmente da disponibilidade de recursos minerais. Igualmente, a atividade possui elevado custo de transporte, o que dificulta a instalação da indústria em locais afastados da existência de matérias primas. Esses fatores dificultam a escolha territorial da produção mineral, relacionando-se ao princípio da rigidez local.

Conforme destacado pelo IBRAM (2015, n.p.):

Diferentemente de outras atividades, nas quais se pode escolher entre vários locais para instalar o empreendimento, em mineração somente é factível instalar a mina onde há a efetiva disponibilidade de minérios, ou seja, uma jazida. E será naquela localidade que a operação mineral terá que contar com os demais recursos [...].²

Diante essa citação do IBRAM (2015), ainda que a definição do lugar de extração não seja algo que se possa ser determinado, é fundamental haver cuidados com o local de mineração, tanto na segurança dos mineradores, como para minimizar os impactos ambientais.

Freire (2010, p. 51) sintetiza o pensamento dizendo que, “[...] o empreendedor não pode escolher livremente o local onde exercer sua atividade produtiva, porque as minas devem ser lavradas onde a natureza as colocou.” Assim, a atividade mineral necessita instalar-se em regiões de grande ocorrência mineral, independente das variáveis mercado consumidor e mão de obra.

²Disponível em: http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=242343. Acesso em: 20 jan.2025.

Complementado essa afirmação é importante salientar que:

Tal característica justifica o fato de grande parte das atividades de mineração se localizar fora dos centros urbanos, em cidades pequenas e afastadas, sem condições apropriadas de suporte ao empreendimento, acrescida do fato de algumas regiões serem mais “ricas” em bens minerais do que outras (ARAÚJO; MORAIS, 2016, p. 5).

Os autores ainda completam afirmando que:

[...] a degradação ambiental em áreas de difícil recuperação posterior é outro problema justificado pela rigidez locacional, bem como casos nos quais a mineração pode ser “prejudicial” em âmbito social por estar situada em determinada região, por vezes pequena e pouco desenvolvida, representando uma situação incômoda não só para os investidores, mas também e principalmente para os moradores locais (ARAÚJO e MORAIS, 2016, p. 5).

Portanto, em decorrência dessa rigidez locacional, a indústria extrativa mineral não se instala nos locais que a atividade será melhor para a comunidade e para o meio ambiente, mas sim, onde há recursos minerais disponíveis. E dessa forma, a atividade mineradora realiza processos de extração, beneficiamento e transformações de recursos minerais, que, na maioria das vezes, provocam um impacto negativo sobre o meio ambiente, e, conseqüentemente, sobre a população que está inserida próximo a atuação desse setor.

Diante disso, deve ser questionado se é possível realizar um desenvolvimento sustentável aliado à mineração, sem causar prejuízos ao meio ambiente e a sociedade. Afinal, é fundamental que estas empresas adotem práticas sustentáveis que minimizem os danos ambientais e sociais, conforme destacado pelo estudo de Jurdi (2024).

Foi importante compreender os fatores locacionais, uma vez que se resumem a elementos e questões que englobam uma determinada região onde é realizada a extração mineral e, portanto, possuem extrema importância no desenvolvimento de uma empresa. Para fechamento dos argumentos é fundamental discorrer sobre a política do meio ambiente, a qual objetiva a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, garantindo as condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Trata-se de uma das mais importantes referências brasileiras

relacionadas à proteção ambiental, sendo pautada na Lei nº 6938 e recepcionada pela Constituição Federal, discutida na seção seguinte.

Certos fatores são determinantes na escolha do local onde as empresas irão se instalar e Donda Júnior (2002, p. 27) relata que é “[...] normalmente uma decisão racional, sendo adotada após uma apreciação das vantagens relativas de diferentes localizações para as finalidades do negócio.” Os denominados fatores locacionais são entendidos como àqueles que favorecem a instalação das empresas em um determinado local.

Haddad (1989, p. 78) afirma que “o fator locacional constitui um ganho, uma redução de custos, que uma atividade econômica obtém, quando se localiza em um dado ponto.” Tais fatores estão relacionados, por exemplo, aos custos de transporte, mão de obra e a renda econômica da região. Assim, o objetivo das empresas é se instalar em um local em que seja possível maximizar as receitas e minimizar os custos. Portanto, é importante analisar e determinar os fatores referentes à localização, pois esses impactarão não só na geração de lucros da empresa, como também no meio ambiente como uma perda irreparável, especialmente quanto ao ecossistema.

Para que se possa compreender os impactos dos fatores locacionais na atividade mineradora, é importante analisar alguns elementos básicos, sendo respectivamente, economia espacial, a economia regional e o conceito de região. Economia espacial se refere ao entendimento para responder três questões básicas: “o que” está localizado, “onde” e “por quê” (HOOVER, 1936 *apud* HADDAD, 1989).

Assim, é preciso analisar

[...] os tipos específicos de atividades econômicas, suas localizações em relação a outras atividades econômicas, ou seja, questionar os problemas relativos à proximidade, concentração e dispersão das atividades e às semelhanças ou diferenças dos padrões de distribuição geográfica dessas atividades (HADDAD, 1989, p. 47).

A análise no âmbito espacial é realizada em duas vertentes, a análise local e a análise regional.

[...] a análise regional investiga padrões locacionais ou a organização das estruturas espaciais, a análise locacional se refere à decisão de “onde localizar-se”, dos agentes econômicos (empresas, famílias e decisões governamentais das diversas esferas do governo), relativa a uma unidade econômica pública ou privada em um espaço geográfico contínuo (HADDAD, 1989, p 48).

Ao compreender esse primeiro conceito, pode ser iniciada a análise da economia regional, definida por Dubey (1970 apud HADDAD, 1989, p. 48), como

[...] o estudo da diferenciação e inter-relação de áreas em um universo, onde os recursos estão distribuídos desigualmente e são perfeitamente móveis, com ênfase particular na aplicação ao planejamento dos investimentos em capital social básico, para mitigar os problemas sociais criados por essas circunstâncias.

Destarte, essa definição destaca a importância de se entender o fenômeno espacial como um método que objetiva à alocação eficiente dos recursos com fins alternativos.

Já sobre o conceito de região como elemento básico da análise regional, esse termo deve ser considerado como um aspecto dinâmico, pois ocorrem modificações, ao longo do tempo, nas estruturas internas das regiões.

Ademais, é necessário que o conceito de região tenha uma finalidade pré-determinada que segundo Haddad (1989, p. 52), “[...] quando se regionaliza o espaço geográfico, ou seja, se divide um país ou uma unidade de uma federação, em subespaços ou subáreas, torna-se indispensável precisar-se o objetivo ou finalidade que se deseja atingir com essa divisão.”

Após definidos os conceitos acima, se tem modelos clássicos de localização os quais objetivam a análise das decisões empresariais nas economias de mercado concernente a melhor região para sua instalação. “Essas decisões visam minimizar os custos operacionais e, fundamentalmente, os custos de transporte das matérias primas e do produto final até o mercado consumidor, ou então maximizar o lucro” (HADDAD, 1989, p. 67). Essas teorias são denominadas clássicas devido a sua relevância e origens histórico-doutrinárias.

Ainda conforme o autor, a teoria weberiana da localização industrial supõe três fatores influenciadores da escolha locacional, que são agrupados em: fatores gerais (compostos por custo de transporte e custo da mão de obra) e fatores locais (constituído por forças de aglomeração e desaglomeração). Esse modelo supunha que, “[...] as fontes de matéria-prima eram locais conhecidos e em número limitado, bem como os mercados consumidores. Tais mercados, por sua vez, constituíam-se de pontos do espaço geográfico onde estariam concentrados os consumidores” (HADDAD, 1989, p. 78). Logo, o objetivo dessa teoria é definir onde estará localizada uma determinada atividade industrial.

Compondo o grupo dos fatores gerais, os custos de transporte na teoria de Weber são determinantes na orientação da escolha locacional de uma indústria. Segundo Haddad (1989), quanto maior a participação dos custos de transporte no custo total, maior sua importância na decisão locacional. Além disso, esses custos também podem ser influenciados pela orientação das indústrias para as matérias-primas ou para o mercado. Os fatores locais se dividem em dois grupos, os fatores de aglomeração e desaglomeração. O primeiro grupo aproxima as indústrias, enquanto que, o segundo tende a afastá-las.

Explicando melhor, Haddad afirma que:

Os fatores de aglomeração tendem a reunir as indústrias, em particular, concentrando-as em um ou alguns pontos do espaço geográfico, e os fatores desaglomerativos tendem a dispersá-las. Os fatores que aglomeram as indústrias causam-lhes certas economias de custos básicos, devido à proximidade a outras indústrias auxiliares, a melhores comunicações com o mercado, etc. O principal fator desaglomerativo é a renda da terra, que aumenta com o aumento da concentração de indústrias em um dado local (HADDAD, 1989, p. 102).

A partir dessas análises, pode-se observar que a teoria weberiana procura analisar através de condições econômicas, onde a indústria decidirá se instalar, propondo que, essas escolhem os locais que minimizam seus custos. Porém, apesar dessas observações, a Teoria Clássica ainda continua válida para esclarecer as particularidades dos fatores locacionais.

Novamente, no âmbito do extrativismo mineral quanto aos fatores locacionais deve-se observar dinâmica espacial do local de extração, havendo uma política de planejamento mineral para controle, de forma a desenvolver a atividade com sustentabilidade (WANDERLEY; MILANEZ; GONÇALVES, 2021).

Neste sentido, o fator rigidez locacional significa que uma determinada atividade somente pode ser instalada em locais onde há disponibilidade da matéria-prima utilizada na produção. Essa característica é determinante na escolha territorial da atividade mineradora (CARDOSO JÚNIOR e LUNAS, 2015).

Por isso, conforme destacado por Silva (2020) deve haver pontos de melhoria na extração mineral, sobretudo favorecendo um caminho ecológico defendendo uma abordagem mais equilibrada na busca de desenvolvimento regular e sustentável. Caso contrário pode acarretar prejuízos que impactam o solo, a água e a biodiversidade.

Considerando isso, a seção seguinte trata os impactos socioeconômicos da extração mineral, como abordagem fundamental no desenvolvimento deste estudo, visto que este setor desempenha um papel dominante na economia brasileira.

3.4 Impactos socioeconômicos da extração mineral

Analisando os dados tratados nas seções anteriores, o Brasil tem uma posição expressiva no cenário mundial, tanto como detentor de reservas minerais, como produtor de matérias-primas, além de ser um setor essencial para a balança comercial brasileira. Para a comunidade que vive no entorno da atividade mineral, o vínculo com a mineradora ali presente, inicialmente, demonstra ser benéfico, já que traz para os municípios novas oportunidades de negócios, abertura de empregos diretos e indiretos, crescimento do mercado consumidor local e, conseqüentemente, da arrecadação tributária, com promessas de geração de riqueza da região. Neste contexto, conforme salientam Flores e Lima (2012), a atividade se torna o principal meio de estruturação econômica dos locais onde são instaladas

Todavia, ao se instalar em determinada área, a mineradora ali presente muda totalmente à dinâmica do local. E no decorrer do processo, “[...] qualquer que seja a localização, os impactos desfavoráveis da mineração não se restringem apenas ao meio ambiente” (FLORES e LIMA, 2012, p. 27), há questões socioeconômicas envolvidas que passam a afetar negativamente a comunidade.

Tratando de dependência, a atividade inevitavelmente estabelece uma relação dependente com a comunidade, “seja na absorção da mão de obra, no fornecimento de recursos aos cofres públicos ou na determinação das rotinas da vida cotidiana” (COSTA *et al.*, 2020, p. 16), através de um cenário de controles e hierarquias que pode fortalecer a desigualdade.

De modo mais claro, pode ser visualizado através do fluxograma (Figura 2) de Coelho (2020), a vulnerabilidade econômica a qual é gerada por meio da especialização da mineração, modificando a estrutura do mercado de trabalho e na arrecadação do local que é instalada, além de fragilizar as resistências quanto à atividade. Como consequência, amplia-se os efeitos e problemas para o território e para outros setores econômicos, como a agricultura e a pesca. Tudo isso, por fim, inibe a diversificação econômica e cria ainda mais dependência da mineração, repetindo o ciclo que segundo Coelho, também pode seguir o caminho inverso.

Para realizar a medição dos impactos da mineração sob a sociedade, existe a chamada Avaliação de Impacto Social (AIS). De modo geral, a AIS permite identificar os impactos sociais de um projeto, sejam eles adversos ou contribuintes, para uma comunidade ou grupo local. Quando se trata da mineração, Pinto *et al.* (2019) considera que essa avaliação se torna relevante a partir da capacidade de apurar e aperfeiçoar os resultados das operações às populações envolvidas.

Figura 2 – Fluxograma da minério-dependência.



Fonte: Coelho (2020, p. 30).

Tal avaliação é composta por quatro fases sendo, respectivamente:

“[...] avaliação preliminar e identificação das comunidades; estudo socioeconômico [...] e perfil da comunidade; a avaliação dos impactos e a formulação do Plano de Ação de Desenvolvimento Comunitário (PADC) ou Plano de Desenvolvimento Econômico Local (PDEL) (AZEVEDO, 2020, p. 24).

Dentro da primeira fase identifica-se todas as partes ambientais e comunitárias relevantes no processo, realizando uma pesquisa com elas para levantar os dados iniciais; na segunda fase é caracterizado as áreas afetadas, identificando as necessidades e quantificando os impactos; posteriormente, na terceira fase é possível planejar as ações e avaliar os impactos juntando os dados quantitativos e qualitativos; e na quarta e última fase é formulado o PADC ou o PDEL especificando como será a implementação do desenvolvimento socioeconômico e sustentável pela empresa na região.

Após a realização da AIS é possível gerir esses impactos e compreender de uma forma mais ampla o que realmente afeta a população local. Dentre esses aspectos, Mancini e Sala (2018) relatam que uma série de impactos na indústria da mineração em diversos campos, tais como: economia, renda e segurança; emprego e educação; uso da terra e aspectos territoriais; demografia; meio ambiente, saúde e segurança; e direitos humanos. Ainda conforme as pesquisadoras, estes impactos da mineração podem ser tanto positivos como negativos. Economicamente, a atividade desenvolve a região através do aumento da renda da população, principalmente, pela criação de empregos, e ainda mais, estimula outros negócios de outros setores. Esses trabalhadores também ganham oportunidades de desenvolverem suas habilidades por meio da empresa.

Entretanto, em determinados locais conflitos sociais podem surgir por fatores variados, como a desigualdade de renda, corrupção devido a uma gestão falha dos recursos, a presença de mineiros e empresas ilegais, ativistas contra o trabalho mineral e aumento da pobreza pode ocorrer se a população perder seus meios tradicionais de viver e “[...] quando os governos falham em reinvestir as receitas da mineração” (MANCINI e SALA, 2018, p. 103, tradução nossa).³

Continuando nessa linha, no caso do emprego e da educação, os impactos negativos podem surgir da

[...] ocorrência de trabalho infantil, forçado e obrigatório, mas também pela qualidade dos empregos (incluindo condições de trabalho ruins e perigosas, baixos salários, impactos na saúde, acidentes e mortes, moradia fornecida aos trabalhadores abaixo do padrão, falta de liberdade na organização do comércio, atividades sindicais). Em um caso, o aumento do desemprego é

³ [...] *when governments fail in reinvesting revenues from mining*” (MANCINI e SALA, 2018, p. 103).

documentado e explicado pela crescente mecanização da operação da mineração (MANCINI e SALA, 2018, p. 104, tradução nossa).⁴

Quando se trata de aspectos demográficos e territoriais, Mancini e Sala (2018) mostram que competições pela terra podem surgir ao instalar a indústria mineral em um local. Além disso, pode haver tanto a desapropriação como o reassentamento de comunidades, bem como o acesso limitado da terra pela população rural. E ainda, haver mudança na estrutura demográfica devido à fluxos migratórios de trabalhadores que vêm de outras regiões para trabalhar na mineração.

Importante destacar que esse crescimento populacional gera inflação e aumento dos custos de vida para a região ao redor da atividade. Pode acontecer, também, um desequilíbrio de gênero pela prevalência de trabalhadores do sexo masculino, fato tal que desencadeia a “[...] propagação de problemas psicológicos ou comportamentais naturais (por exemplo, alcoolismo, vício em drogas, prostituição, entre outros.)” (MANCINI e SALA, 2018, p. 104, tradução nossa).⁵

Por outro lado, positivamente, como também tratado por Flores e Lima (2012), a mineração apesar de todos os impactos negativos, em certo território sua presença pode contribuir para o desenvolvimento daquele lugar, pois muitas empresas do setor

“[...] envolvem no fornecimento e melhoria de infraestruturas locais (por exemplo, rede rodoviária, energia e abastecimento de água), que por sua vez permitem populações locais para ter acesso a serviços de saúde e educação” (MANCINI e SALA, 2018, p. 104, tradução nossa).⁶ Desta forma, estas empresas conseguem trazer benefícios para uma comunidade que, muitas vezes, tem a mineração como sua principal fonte de renda.

Em relação ao meio ambiente, saúde, segurança e direitos humanos, há somente impactos negativos, conforme destacados por Mancini e Sala (2018). As autoras ressaltam que a extração de recursos naturais afeta o meio ambiente de várias formas, como a contaminação de águas e do solo, a perda de biodiversidade e a

⁴ *Negative impacts relate to the occurrence of child-, forced-, and compulsory-labour, but also to the quality of jobs (including poor and dangerous working conditions, low wages, health impacts, accidents and fatalities, substandard housing provided to workers, lack of freedom in organizing trade unions activities)* (MANCINI e SALA, 2018, p. 104).

⁵ *[...] spreading problems of psychological or behavioural nature (e.g., alcoholism, drug addiction, prostitution, etc.)* (MANCINI e SALA, 2018, p. 104).

⁶ *[...] mining companies engage in providing and improving local infrastructures (e.g. road network, power and water supply), which in turn allow local populations to access health and education services.* (MANCINI e SALA, 2018, p. 104).

poluição do ar. Já quanto a saúde e segurança se tem não só os problemas relacionado a saúde, como os ocupacionais dos trabalhadores neste tipo de atividade, além de a redução do abastecimento de água e/ou sua contaminação, o que impacta a população negativamente na pesca e nos meios de subsistência, como também na sua escassez. Além disso, a violação dos direitos humanos pode acontecer pelo abuso desses direitos, pela discriminação de grupos vulneráveis, falta de inclusão e desrespeito aos indígenas.

Analisando os impactos socioeconômicos da extração mineral, a seção seguinte discute sobre às questões ambientais referentes à mineração.

3.5 Lei de Política Nacional do Meio Ambiente – Lei nº 6.938/1981

O meio ambiente, nem sempre foi considerado como sendo uma parte significativa na sociedade, uma vez que as pessoas não tinham a preocupação com a utilização dos recursos naturais e quase não existiam pesquisas voltadas concernente a sua degradação, bem como os prejuízos que poderiam ser ocasionados com os danos aos recursos naturais. Conforme Almeida (2002), no Brasil, a legislação voltada à proteção do meio ambiente procrastinou a ser promulgada e que todo o início da normatização ocorreu ainda na década de trinta a partir de uma doutrina clássica.

Ainda conforme Almeida (2002), as pessoas não se preocupavam em preservar os recursos naturais, já que, acreditavam que eram fontes inesgotáveis. Todavia, com as Ordenações Afonsinas foram surgindo às primeiras coleções de legislações da modernidade, tendo sido publicada ainda durante o governo de Dom Afonso V. Assim, começava as primeiras revelações acerca da preocupação com o meio ambiente. Com isso, influenciado pelo modelo de Portugal, o Brasil lançava as primeiras formas de legislações voltadas à proteção do meio ambiente.

Em 1850, conforme destaca Freitas (2000), o Código Criminal passou a proteger o meio ambiente, ainda de maneira tímida, ou seja, apenas para assegurar os interesses do comércio. Segundo Granziera (2019), o território brasileiro deu início ao gerenciamento das atividades que tinham o cunho de explorar o meio ambiente. Com isso, os recursos naturais passaram a ter um valor econômico maior e por isso o governo preconizava pela sua preservação. Percebe-se que, nesta época, o

interesse da proteção ambiental habitava apenas no proveito econômico que se podia extrair do meio ambiente.

Conforme Milaré (2019), alguns elementos ecológicos foram discriminados a fim de impedir a destruição ambiental. Logo, o Código Civil (CC) de 1916 é considerado uma das normas precedentes a legislação ambiental, uma vez que através do antigo CC ficou assegurado a preservação dos recursos ambientais como, por exemplo, da fauna e da flora, das águas e das matas.

Em 1934, surge a Constituição Federal (CF) e foram inseridos em seu bojo alguns artigos que se desdobraram para proteger a natureza. A título exemplo, Almeida (2020) cita os dispositivos legais inseridos na CF/1934, sendo respectivamente: o Decreto-Lei 24.643/1934 que instituiu a proteção dos recursos hídricos; o Decreto-Lei 794/1938 que implementou o Código de Pesca; o Decreto-Lei 5.894/1943 responsável pela fauna e a flora; o Decreto-Lei 23.793/1934 que definiu o Código Florestal; o Decreto-Lei 1.985/1940 o qual estipulou o Código de Minas e a proteção do solo e do subsolo.

Com a implicação da comercialização dos produtos extraídos da natureza, demais legislações foram instituídas segundo destaca Granziera (2019), para realizar o controle do meio ambiente, como exemplo, a Lei 4.504/1964 que deu origem ao Estatuto da Terra; Lei 4.771/1965 representando a floresta e instruiu o Código Florestal; Lei 5.197/1964 que criou o Código de Caça e o Código de Mineração instituído pelo Decreto-Lei 227/1967.

A legislação PNMA – Lei nº. 6.938/1981, representa um grande símbolo na normatização do meio ambiente, além de ser responsável por decretar as providências pelo Estado para a preservação ambiental. Tem como escopo guardar, aperfeiçoar e reestabelecer um meio ambiente equilibrado para que possa atender o desenvolvimento social, econômico e atender os interesses da segurança nacional. No ensejo, a Lei nº. 6.938/1981 criou o SISNAMA que representa o Sistema Nacional do Meio Ambiente, responsável pela proteção do meio ambiente (BRASIL, 1981).

O art. 4º da PNMA visa sempre à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, bem como a definição de áreas prioritárias de ação governamental relativa à qualidade e ao equilíbrio ecológico. Desta forma, atendendo aos interesses da União, dos estados, do Distrito Federal, dos territórios e dos municípios ao estabelecimento de critérios e padrões de qualidade ambiental, assim como de

normas relativas ao uso e manejo de recursos ambientais; ao desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais; à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente; à divulgação de dados e informações ambientais; e por fim, a formação de uma consciência pública sobre a necessidade da preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981).

A lei citada objetiva, também a preservação e restauração dos recursos ambientais, com vistas à sua utilização racional e disponibilidade permanente, concorrendo para a manutenção do equilíbrio ecológico propício à vida e à imposição; ao poluidor e ao predador; da obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados e ao usuário, da contribuição pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos (Brasil, 1981).

As diretrizes da PNMA serão formuladas em normas e planos destinados a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios no que relaciona com a preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico observado os princípios estabelecidos no art. 2^o desta Lei.

As atividades empresariais públicas ou privadas serão exercidas em consonância com as diretrizes da PNMA, conforme art. 5^o parágrafo único. As diretrizes da PNMA que são destinadas a orientar órgãos como Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, sendo estes os responsáveis pelo controle e pela fiscalização do meio ambiente, tendo como exemplo o desmatamento descontrolado que vem ocorrendo neste ano na Floresta Amazônica.

3.6 Rochas Ornamentais no Brasil

⁷ Art. 2^o: A política Nacional do meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando sempre assegurar, no país, condições necessárias ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo; II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar; III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais; IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas; V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras; VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais; VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental; VIII - recuperação de áreas degradadas; IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação; X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (Brasil, 1981)

As rochas ornamentais são materiais pétreos extraídos em forma de blocos ou placas, que são utilizadas em revestimentos, decoração, mobiliário e arte funerária, além de serem utilizadas como monumentos (esculturas), colunas, revestimentos externos e/ou internos, blocos de pavimentação, acabamentos, peças funerárias e decoração ambiental (PIRES, 2007).

Conforme destacado por Alencar (2013), alguns exemplos de rochas ornamentais são: Alabastro, Lápis-lazúli, Mármore, Granito, Ardósia, Pedra Miracema, Pedra Cariri, Pedra-Sabão, Pedra Morisca e Quartzito, sendo esta última objeto deste estudo a seguir. Estas rochas são extraídas de pedreiras que podem ser a céu aberto, em cava, encostas ou de nivelamento.

3.7 Quartzito

Geraldes *et al.* (2012) explicam que o quartzito é uma rocha metamórfica composta quase que inteiramente de grãos de mineral quartzo com finas bandas de muscovita, que lhe dá xistosidade e resistência mecânica conforme o teor de mica presente.

Segundo Pires (2007), como apresenta minerais mais resistentes ao intemperismo, o quartzito geralmente ocorre em áreas de grandes altitudes, onde permanecem feições geomorfológicas mais antigas, preservadas do processo erosivo. Sua origem está relacionada com a ação de processos metamórficos desenvolvidos principalmente sobre rochas sedimentares ricas em quartzo, tais como arenitos e chertes (rochas ricas em sílica amorfa). De maneira subordinada, Santos (2005) explica que podem também derivar do metamorfismo de veios de quartzo ou de rochas vulcânicas muito silicosas.

Segundo Pires (2007), os arenitos são rochas sedimentares clásticas, formadas basicamente por grãos de quartzo, e podem ser transformados em quartzitos de duas maneiras. A primeira é desenvolvida em condições de temperatura e pressão baixas, a circulação de fluidos preenche os espaços vazios existentes entre os grãos de quartzo do arenito com um cimento rico em sílica (SiO₂). Esse tipo de quartzito é conhecido como ortoquartzito, e não se trata devidamente de uma rocha metamórfica, já que os grãos minerais originais ainda estão preservados. A segunda, quando encontrados em zonas profundas da terra, os grãos de quartzo de arenitos se

desenvolvem em condições de alta temperatura e pressão recristalizando-se e apagando todos os vestígios dos sedimentos originais. O resultado é de uma rocha metamórfica de quartzito.

Santos (2005) evidencia que a maior parte das rochas metamórficas apresenta aspecto nitidamente cristalino. Os mármore e quartzitos são os mais importantes nesta família e apresentam, na sua maioria, foliações mais ou menos nítidas. Pires (2007) ressalta que dentre as características dos quartzitos, tem-se: antideslizante (antiderrapante); alta resistência mecânica, ao aquecimento do sol e à ação de produtos químicos. Este tipo de rocha segundo Santos (2005), possui muitas variações quanto ao teor de seus minerais, por isso as pedras levam o nome da localidade de onde são extraídos por suas peculiaridades.

O quartzito entre as demais rochas, tem tido tratamento aperfeiçoado manualmente, com o uso de ferramentas adequadas, apresentando-se pronto para ser utilizado em construções e equipamentos. Atua ora como elemento estrutural, ora como ornamentação e, muitas vezes, atende às duas funções (PIRES, 2007).

As propriedades do quartzito são entendidas como as características inerentes a ele, distinguindo-o das demais rochas. Sendo assim, para a caracterização do quartzito e de seus resíduos, é importante conhecer e entender como o mineral se comporta e suas principais propriedades físicas, mecânicas e químicas. Suas propriedades físicas conforme destacadas por Alencar (2013) são: coesão, resistência mecânica, porosidade, brilho natural, e absorção de calor.

- Coesão: o quartzito, rocha originada devido ao metamorfismo do arenito, apresenta alta coesão. Isso ocorre pois durante a sua formação, o cimento que ligava os grãos de areia se cristaliza e seu contorno se entrelaça (NEVES, 2006).
- Densidade: devido ao bom arranjo de suas partículas, o quartzito possui alta densidade, de cerca de 2300 a 2400 kg/m³ (LUZ e LINS, 2008).
- Resistência mecânica: de acordo com Santos *et al.* (2014), o quartzito apresenta uma estrutura cristalina densa e organizada de modo que a força do cimento entre as partículas propicia uma alta resistência interna.
- Porosidade: o quartzito apresenta baixa porosidade, ou seja, o volume de poros entre suas partículas é baixo (NEVES, 2006).

- Brilho natural: em função da presença de micas e muscovitas na sua composição, o quartzito possui brilho natural. A quantidade varia em cada formação rochosa (SANTOS *et al.*, 2014).

- Absorção de calor: o quartzito, assim como seu principal componente, o quartzo, apresenta baixa absorção de calor, baixo coeficiente de expansão térmica, excelente estabilidade térmica e resistência ao choque térmico (LUZ e LINS, 2008).

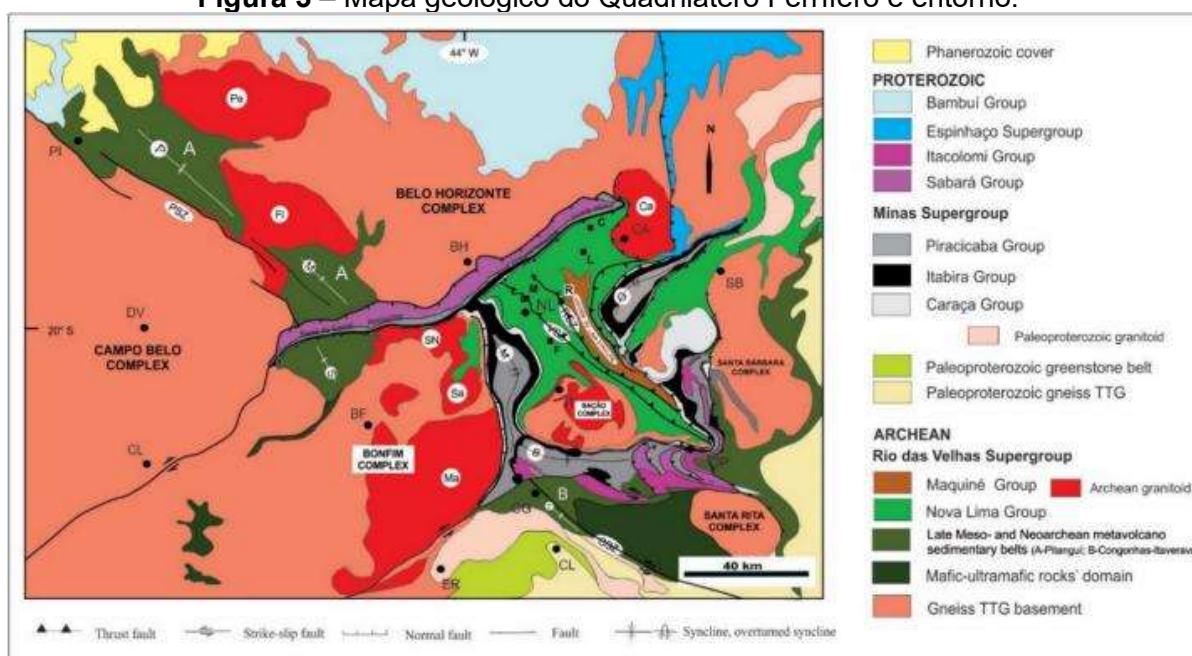
Devido a sua composição variada, conforme salientado por Luz e Lins (2008) é grande a dificuldade em caracterizar as propriedades químicas do quartzito, que deverá ser elaborado a partir de amostras de cada região, visando verificar as variações em sua composição. Porém, como seu componente majoritário é o quartzo, pode-se averiguar de modo preliminar, algumas características desse mineral. O quartzo possui grande resistência química, sendo inerte a maioria dos componentes químicos. As únicas exceções estão representadas por agentes alcalinos que desencadeiam processos de desvitrificação e por ácidos fluorídrico e fosfórico, os únicos compostos capazes de danificar o material.

Este capítulo detalhou a atividade mineradora em diferentes aspectos para melhor compreensão sobre o tema. Como a questão levantada nesse estudo envolve o quartzito, o mesmo também foi contextualizado como mineral extraído, o capítulo a seguir trará a área de estudo onde ocorre sua extração e os fenômenos que foram estudados.

4. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está inserida na porção sul do Quadrilátero Ferrífero, uma área que se destaca devido a intensa exploração em busca das riquezas minerais presentes na região. Essa exploração remonta ao Ciclo do Ouro e, mais recentemente, à extração de minério de ferro. Também se trata de uma área com diversos estudos geológicos e geomorfológicos, haja vista que se trata de uma importante entidade tectônica localizada na porção sul do Cráton São Francisco, no limite com a Faixa Araçuaí (ALKMIM e MARSHAK, 1998) (Figura 4).

Figura 3 – Mapa geológico do Quadrilátero Ferrífero e entorno.



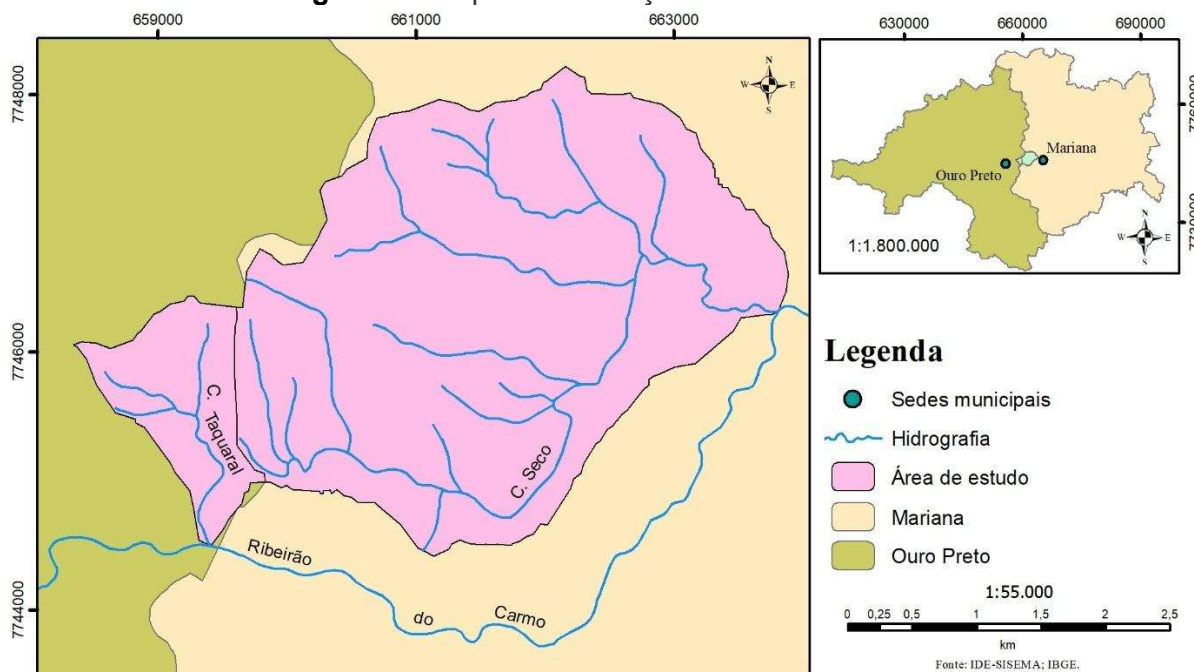
Fonte: Baltazar e Lobato (2020, p. 38).

Nota: tradução da legenda: Batólitos e plutões: Pe – Pequi; FL – Florestal; SN – Souza Noschese; Sá – Samambaia; Mãe – Mamona; Ca-Caeté. Zonas de cisalhamento: PSZ – Pitangui; VSZ—São Vicente; RSZ—Raposos; CSZ-Congonhas. Megafolds: P—Pitangui; M—Mateus Leme; S-Sousas; M-Moeda; B – Dom Bosco; G—Gandarela; C-Conceição. Minas de ouro: M—Morro Velho; F—Faria; R—Raposos; L-Lamego; C— Cuiabá. Cidades e localidades: DV – Divinópolis; BH – Belo Horizonte; CA – Caeté; SB – Papai Noel Bárbara; NL – Nova Lima; CL – Cláudio; BF – Bonfim; TI – Itabirito; OP – Ouro Preto; GC – Congonhas; ER – Entre Rios de Minas; CL – Conselheiro Lafaiete; PI – Pitangui.

As duas bacias hidrográficas estudadas, a saber, as dos córregos Seco e Taquaral, estão localizadas na porção sul do Quadrilátero Ferrífero e parte de suas vertentes compõem a Serra de Ouro Preto, sustentada por litologias mais resistentes do Supergupo Minas, no contexto da charneira do Anticlinal de Mariana. A referida serra está localizada no flanco sul do Anticlinal de Mariana, na Região Sudeste do Quadrilátero Ferrífero.

As duas bacias hidrográficas em questão integram a bacia do rio do Carmo, o qual integra a bacia do rio Doce. Como se observa na Figura 4, a bacia do córrego Palmital está integralmente inserida no município de Ouro Preto, enquanto a bacia do córrego Seco se divide entre este município e o de Mariana.

Figura 4 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Na Serra de Ouro Preto há geossítios relativos ao patrimônio geológico, especialmente localizados nos morros dos bairros periféricos dos bairros Morro São João, Morro São Sebastião, Piedade, Lages, Antônio Dias e Santa Cruz. Esses geossítios são parte do Geopark⁸ Quadrilátero Ferrífero, os quais abrangem cerca de 6.500 km² do Quadrilátero Ferrífero e mostram a estruturação do Sistema Terra ao longo do tempo e os processos de transformação do planeta (QUEIROZ *et al.*, 2020).

Em rochas pertencentes aos supergrupos Rio da Velhas e Minas, como: Igreja São João Basta - construída sobre xistos do Grupo Nova Lima - minas antigas, cavadas nos itabiritos, e ruínas da mineração de ouro nos bairros Morro Santana e São Sebastião, onde predominam Itabiritos e xistos do Grupo Nova Lima, respectivamente; **Serra da Brígida, com ocorrência de bauxita, Parque Municipal das Andorinhas (PMA), onde afloram quartzitos, e Museu de Ciências e Técnica da Escola de Minas da UFOP (MCT/EM/UFOP) e indiretamente como pontos de visada, o Parque**

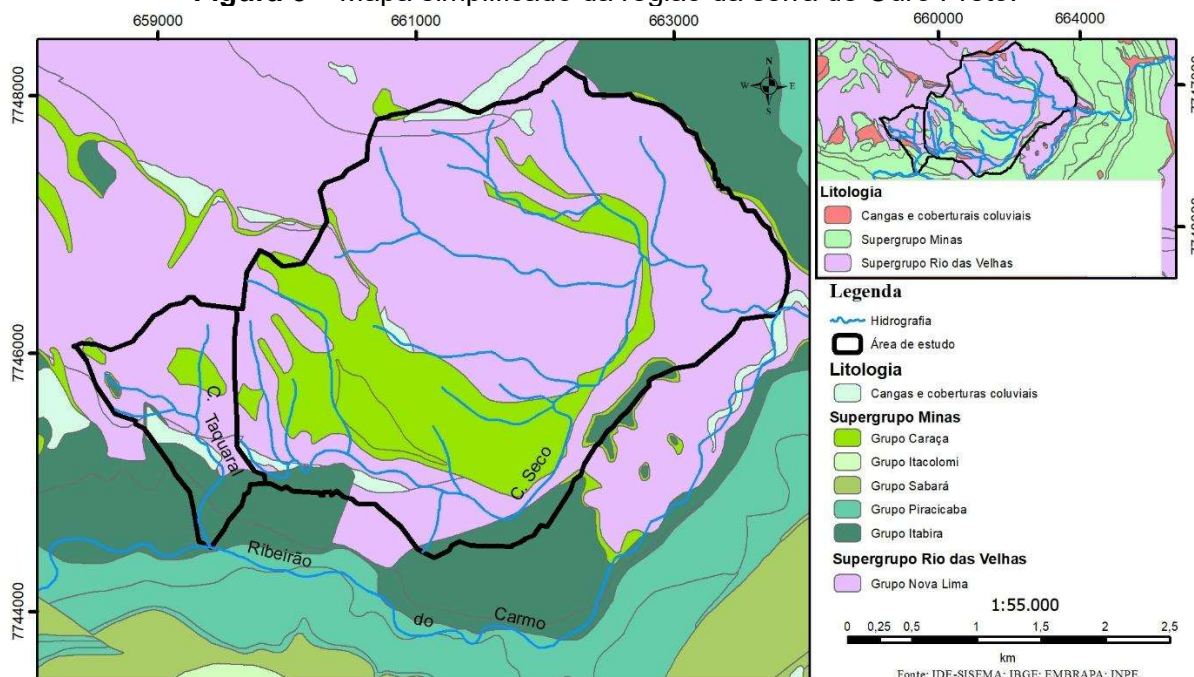
⁸ *Geopark* é uma área com expressão territorial e limites bem definidos, que contém um número significativo de interesse geológico (*geossítios*) com particular importância científica, raridade ou beleza e que seja representativa da geologia, dos eventos ou processos de uma área.

Estadual do Itacolomi, pico do Frazão, Serra do Caraça e, mares de morros (sendo que nos três primeiros ocorrem quartzitos e no último há granito gnaisse), nascentes, rios e cidades históricas (QUEIROZ *et al.*, 2020, p. 77 – grifo nosso).

O município de Ouro Preto possui limites Sul com os municípios de Catas Altas da Noruega, Itaverava, Ouro Branco e Congonhas; Oeste com o município de Belo Vale e Moeda; Leste com o município de Mariana e a Norte com os municípios de Itabirito e Santa Bárbara. O relevo do município varia de plano a montanhoso, sendo que as áreas mais elevadas e serranas são sustentadas pelas litologias mais resistentes, sobretudo itabiritos e quartzitos (ALKMIM e MARSHAK, 1998). O clima regional é do tipo tropical de altitude, com verões quentes e úmidos e invernos amenos e secos. As geadas ocasionais ocorrem entre junho e julho. Na região ocorrem vegetações de Mata Atlântica, cerrado e campos rupestres.

A litologia da área de estudo compreende rochas do Supergrupo Rio das Velhas e do Supergrupo Minas (Grupos Caraça, Itacolomi, Sabará, Piracicaba e Itabira) (Figura 5).

Figura 5 – Mapa simplificado da região da serra de Ouro Preto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os xistos do Grupo Nova Lima (Rn1) são metapelitos que podem ser cloríticos, grafitosos, quartzo-sericita, quartzo-carbonato-sericita-clorita, carbonato-

sericita-clorita e carbonosos. São os litotipos predominantes ocupando cerca de 50% da área total das rochas aflorantes e envelopam a formação ferrífera em toda sua extensão (PIRES e BERTOLINO, 1991).

Na região ocorrem rochas dos supergrupos Rio das Velhas e Minas, sendo o primeiro representado pelo Grupo Nova Lima, com quartzo-sericita-xistos alterados; e o segundo pelos grupos Caraça e Itabira, com quartzitos sericíticos da Formação Moeda, filitos carbonosos da Formação Batatal e formações ferríferas bandadas da Formação Cauê (DORR, 1969 *apud* QUEIROZ *et al.*, 2020, p. 77)

O Grupo Caraça compõe-se das Formações Moeda e Batatal. Os quartzitos da Formação Moeda apresentam intenso fraturamento, quando alterados, são friáveis, com coloração cinza-esbranquiçada, presença de mica e finas intercalações de filito de tonalidade cinza-prateada

Os filitos da Formação Batatal costumam apresentar tonalidade cinza, variando do médio ao escuro. Esses filitos geralmente se encontram bastante alterados, sendo pouco frequentes na paisagem devido à intensa cobertura vegetal que dificulta sua exposição natural.

O Grupo Itabira está representado pelos itabiritos da Formação Cauê. As rochas descritas exibem uma alternância de quartzo e óxidos de ferro. Na superfície, essas rochas encontram-se bastante alteradas, friáveis e cobertas por uma crosta ferruginosa, já em profundidade, no entanto, tendem a ser mais compactas e resistentes.

5. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Análise temporal das atividades antrópicas

O estado de Minas Gerais responde pela maior parte da produção brasileira de quartzitos, utilizados principalmente como rochas ornamentais e de revestimento (FERNANDES; GODOY; FERNANDES, 2003). Os quartzitos possuem variações quanto ao teor de seus minerais, o que confere uma espécie de identidade a elas, garantindo características que os compradores desejam. No caso de Ouro Preto, o quartzito é conhecido popularmente como pedra Ouro Preto.

A área investigada nessa pesquisa compreende uma área em que a extração de quartzito vem ocorrendo ao longo de décadas. Ela está situada em parte dos territórios dos municípios de Ouro Preto e de Mariana, nos quais se localizam as bacias hidrográficas dos córregos Seco e Taquaral (Figura 6). De modo geral, essas bacias hidrográficas englobam parte das áreas dos bairros Taquaral e Liberdade, em Ouro Preto.

Figura 6 – Destaque da área de estudo considerando a bacia do Córrego Taquaral e o setor oeste da bacia do Córrego Seco.



Fonte: Google Earth (2025).

A extração do quartzito em Ouro Preto remonta ao Período Colonial, quando blocos dessa rocha eram extraídos das proximidades da área povoada para utilização em diversas finalidades. Ao longo da história de Ouro Preto, a exploração do quartzito sempre ocorreu e faz parte das histórias que a população local conta. Na Figura 7, por exemplo, datada de 2005, é possível observar uma área de extração de quartzito no Morro do Taquaral. Como se observa na figura, essa atividade gera bastante quantidade de material que tende a ficar espalhado pela superfície. Verifica-se assim, que a extração do quartzito gera a alteração nas vertentes, onde a rocha é extraída e os materiais particulados, abandonado nas vertentes, tendem a ser carreados para os cursos d'água durante o período chuvoso.

Figura 7 – Exploração de quartzito no Morro do Taquaral em Ouro Preto.



Fonte: Lima *et al.* (2005 apud Lima *et al.* 2007, p. 664).

A seguir, são apresentadas as imagens de satélite obtidas no programa Google Earth para os anos de 2003, 2013 e 2023. Na Figura 8, é possível verificar que a extração de quartzito se concentrava no alto curso da bacia do córrego Seco. É possível observar que havia muitos pontos de extração (manchas esbranquiçadas) e que muitos deles estavam localizados nas margens de cursos d'água da referida bacia hidrográfica. Verifica-se que parte dos pontos de extração estavam conectados a cursos d'água que alimentam a barragem (ao sul da área de extração), enquanto outros se conectavam a cursos d'água que desaguam no córrego Seco à jusante da barragem.

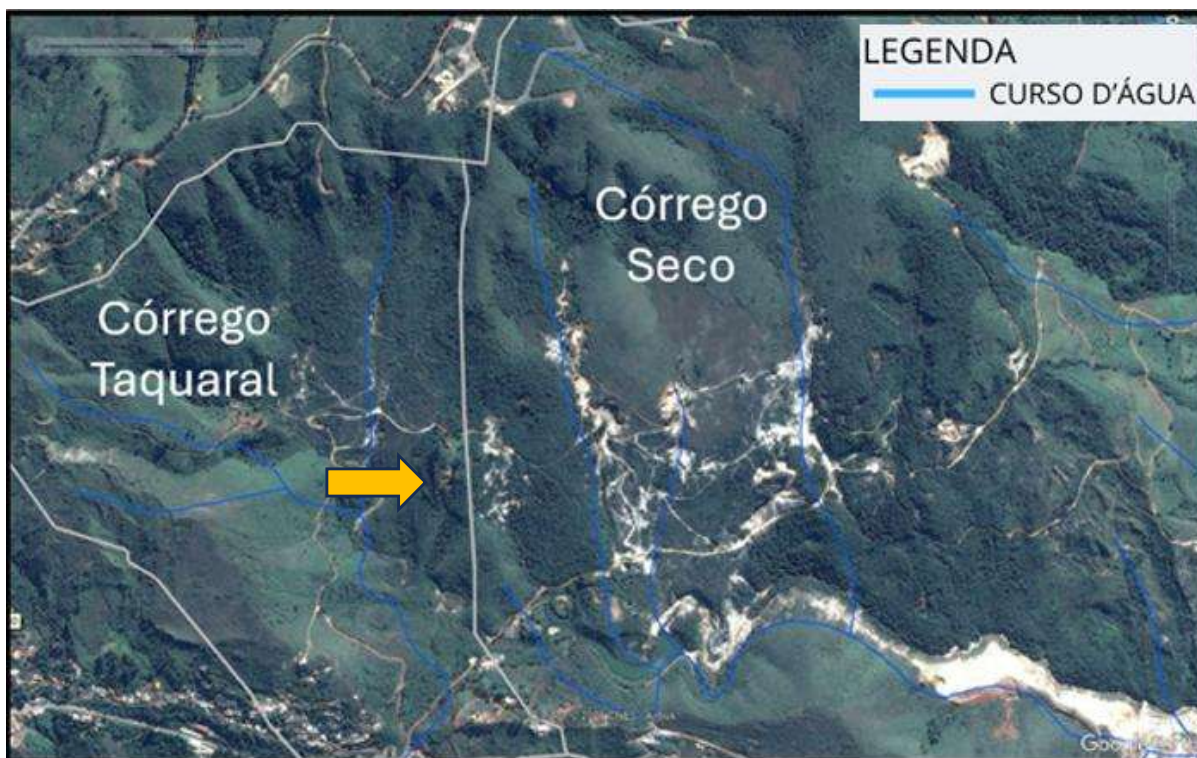
Figura 8 – Áreas de extração de quartzito em 2003.



A seta amarela indica a área em que predominava a extração de quartzito na área de estudo (manchas esbranquiçadas). Fonte: Google Earth (2025).

Na Figura 9, é possível observar onde se localizam as áreas de extração de quartzito em 2013. Nessa imagem, é possível verificar a manutenção da exploração na bacia do córrego Seco e o surgimento de algumas áreas em direção à bacia do córrego Taquaral. Ao analisar as imagens de 2003 e de 2013, pode-se verificar uma tendência de migração da exploração de quartzito para oeste. Assim, antigas áreas de extração foram abandonadas e novas lavras foram abertas. Ao mesmo tempo, já é possível verificar uma aparente recuperação de áreas antes degradadas. Portanto, apesar de uma pequena redução à leste, nota-se o aumento da exploração à oeste. Outro ponto interessante é a diversificação da atividade antrópica na área de estudo, já que na imagem de 2013 é possível observar a construção de casas nas proximidades das áreas de extração de quartzito e dos cursos d'água.

Figura 9 – Áreas de extração de quartzito em 2013.



A seta amarela indica os novos locais de abertura de lavras para extração de quartzito, já nas proximidades com o limite da bacia do córrego Taquaral. Fonte: Google Earth (2025).

Na Figura 10, em comparação com a Figura 9, é possível observar que as duas bacias hidrográficas passaram a apresentar dinâmicas diferentes em 2023. Nesse sentido, é possível verificar que na bacia do córrego Seco a vegetação iniciou um processo de recuperação nas áreas anteriormente destinadas à extração de quartzito. Assim, nota-se que as áreas esbranquiçadas ficaram menores e/ou se tornaram verdes (obviamente, considerando as cores disponíveis nas imagens de satélite). Outro ponto importante nessa bacia é a identificação do aumento do número de construções, sobretudo habitações, em áreas antes ocupadas pelas lavras, nas proximidades de cursos d'água. Já na bacia do córrego Taquaral, verifica-se o aumento do número e da extensão das áreas de extração de quartzito. Assim como ocorria na bacia vizinha, as novas lavras tendem a ocupar uma área em meia vertente e nas proximidades dos cursos d'água.

Figura 10 – Áreas de extração de quartzito em 2023.



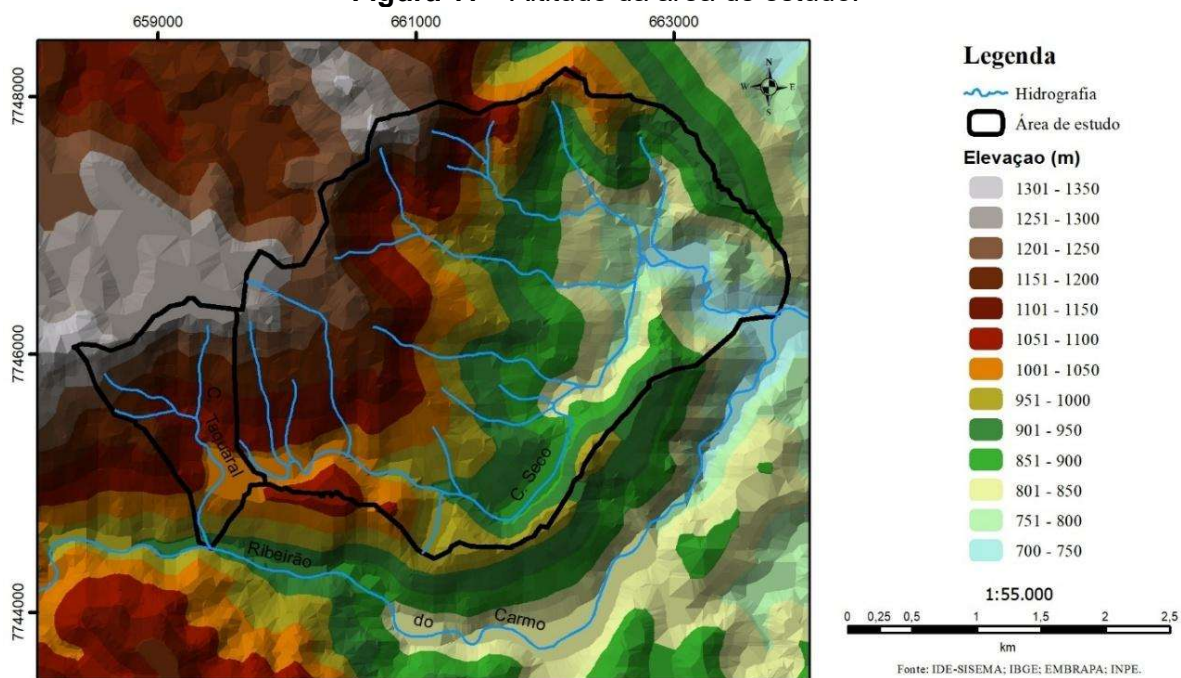
Na figura, a seta amarela indica a nova frente de abertura de lavras para a extração de quartzito. Enquanto na porção leste observam-se pequenas áreas de solos expostos (cores mais claras) associadas às novas construções. Fonte: Google Earth (2025).

Como se observa na Figura 11, e em comparação com as Figuras 8, 9 e 10, as áreas em que vem ocorrendo a extração de quartzito corresponde a superfícies com altitudes superiores a 1.000 m. A área onde estão as lavras em atividade está a cerca de dois quilômetros da confluência do córrego Taquaral com o rio do Carmo. Já a área de lavras inativas na bacia do córrego Seco está a cerca de quatro quilômetros distante da foz desse córrego com o rio do Carmo. Salienta-se ainda que na bacia do córrego Seco há uma represa artificial que, ao longo do tempo, deve ter atenuado a chegada de sedimentos dessa bacia na calha do rio do Carmo.

A altitude de forma isolada não representa um aspecto que intensifique os problemas ambientais decorrentes da extração de quartzito. No entanto, trata-se de uma área em que a altitude varia muito em curtas distâncias, conferindo ao local um relevo predominantemente declivoso. Conforme Figura 12, embora as áreas exploradas não sejam as mais declivosas – já que essas estão mais concentradas nos limites das bacias hidrográficas, elas possuem declividade considerável, o que tende a facilitar o deslocamento de materiais desagregados durante a exploração do quartzito para as áreas mais baixas além de favorecer a intensificação de processos

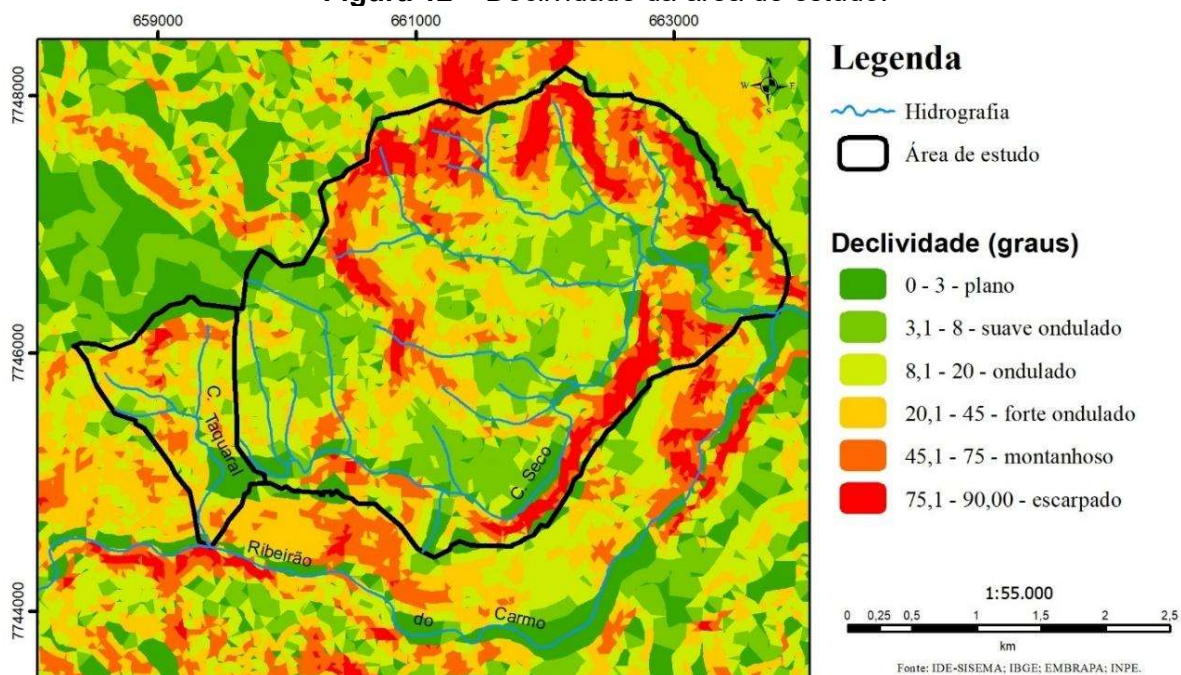
erosivos nas encostas em que a vegetação foi retirada e onde os materiais superficiais foram revolvidos.

Figura 11 – Altitude da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 12 – Declividade da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.2 Identificação de impactos ambientais em campo

As informações coletadas em campo corroboram com as discussões acerca da evolução temporal das atividades antrópicas na área investigada. Nesse sentido, as visitas a campo e o levantamento de informações em outros trabalhos acadêmicos, indicam que a extração de quartzito em Ouro Preto passou por várias transformações e sofreu diversos deslocamentos, conforme disponibilidade e demanda das rochas. Contudo, essa atividade ainda incorpora os impactos negativos sociais e ambientais da mineração.

A extração de quartzito na área investigada é realizada de maneira artesanal, com utilização limitada de máquinas. Essa característica influencia a capacidade operacional dos trabalhadores, levando-os a buscar outros pontos de extração quando a atividade se torna economicamente inviável devido ao aumento dos custos. Durante a observação em campo, foi constatado que não há evidências de medidas para mitigar impactos ambientais decorrentes da extração de rocha. Essa situação é registrada em locais onde ocorrem atividades não autorizadas, uma vez que o Estado não pode fiscalizar práticas irregulares, restando apenas agir para impedir sua realização. Na Figura 13 é possível observar uma pilha de placas de quartzito estocada nas proximidades de um curso d'água. Essas pilhas são encontradas em diversos pontos da área e são um exemplo desse trabalho manual realizado pelas pessoas.

Por meio dos trabalhos de campo, foi verificado que os cursos d'água da área de estudo estão localizados em um ambiente muito declivoso, onde predominam sequências de poços e corredeiras. No entanto, a exploração irregular e sem planejamento, marcada pelo lançamento de rejeitos de qualquer forma nas encostas, tem tido como reflexo o acúmulo de sedimentos nos cursos fluviais, contribuindo para o assoreamento desses corpos hídricos, sobretudo nesses segmentos de poços. Na Figura 14, observam-se diferentes ambientes da área de estudo e as alterações provocadas pela extração do quartzito. Na Figura 14a, verifica-se o afloramento de quartzito parcialmente preservado. Em 14b e 14c, verificam-se as alterações no leito do córrego Seco, com muitas placas de quartzito abandonadas ao longo do canal.

Figura 13 – Material estocado próximo ao curso d'água.



Fonte: Arquivo do autor (2025).

Figura 14 – Lavra de quartzito abandonada.



A) Rocha de quartzito exposta; B) Extração em curso d'água; C) Destaque para as manguieiras coletando água para residências próximas.

Fonte: Arquivo do autor (2025).

Na Figura 15, é possível observar outros pontos de extração e tratamento do quartzito (Figuras 15a e 15b), que utilizavam a água do próprio canal fluvial. Na Figura 15c se observa uma área de deposição de material descartado, ou seja, dos materiais associados à extração da rocha, mas que não têm valor comercial. Na Figura

15d se observa uma área de extração abandonada. Essa área, por exemplo, pode ser observada nas imagens de satélite com a vegetação aparentemente recomposta e, desse modo, podendo ser interpretada como recuperada. No entanto, a visita a campo revelou que, apesar da aparente recuperação da vegetação, trata-se de uma área degradada, que ainda deve demorar muito tempo para recuperar o equilíbrio ambiental perdido.

Figura 15 – Lavra no Córrego Seco.



A) Materiais lançados no córrego; B) Lavra diretamente no curso d'água e cano de água no canto inferior direito; C) Deposição de estéril; D) Marcas do que já foi uma exploração de quartzito.

Fonte: Arquivo do autor (2025).

Na Figura 16, estão representadas outras áreas de lavra de quartzito abandonadas. É possível observar que, por serem extrações irregulares, não há nenhum tipo de controle ambiental após o abandono da área. Essas atividades são altamente predatórias e provocam danos ambientais que se prolongam no tempo. Assim, enquanto os materiais mais finos (solos arenosos e siltosos) são desagregados e carregados para os cursos d'água na fase inicial da abertura de lavra, os clastos maiores ficam sujeitos a chuvas mais intensas e a movimentos de massa.

Figura 16 – Área de lavra de quartzito abandonada.



A) Exemplo de pedreira com estéril deixado; B) Descarte de resíduos próximo ao curso d'água; C) Área com depósitos de quartzito no curso d'água.

Fonte: Arquivo do autor (2025).

Além dos danos à paisagem, considerando a superfície da área onde ocorrem as extrações de quartzito, tem-se o significativo dano aos ambientes fluviais. Na Figura 17 é possível verificar que há um grande acúmulo de clastos de quartzito relacionados à extração da rocha. De modo geral, áreas em que predominam rochas como o quartzito, é comum encontrar depósitos fluviais ricos em material arenoso. No entanto, no caso da área de estudo, como os materiais desagregados durante a extração têm uma diversidade muito grande de tamanho, enquanto os materiais mais finos chegam aos cursos d'água e seguem à jusante, os materiais mais grosseiros tendem a ficar acumulados nas áreas de menor energia dos canais.

Figura 17 – Lavra no Córrego Taquaral.



A) Deposição de material; B) Resíduos da lavra levados e depositados pelas chuvas; C) Lavra diretamente no curso d'água; D) Fragmentos de rochas no córrego.

Fonte: Arquivo do autor (2025).

A partir da observação dessas imagens registradas e ao longo dos trabalhos de campo foi possível compreender com maior profundidade os efeitos das atividades de extração de quartzito e das ações antrópicas nas bacias dos córregos Seco e Taquaral. Essa atividade, que vem ocorrendo por décadas de maneira pouco planejada, tem gerado inúmeros impactos sobre o meio ambiente, com destaque para os ambientes aquáticos vinculados a esses cursos d'água.

5.3 Impactos ambientais e atividades humanas

Conforme pode ser observado nas figuras referentes aos anos de 2003, 2013 e 2023 (Figuras 8, 9 e 10), a extração do quartzito provocou a alteração da superfície, destacando-se nesse contexto ações como a retirada da vegetação natural, o revolvimento do solo e o deslocamento de rochas sãs e intemperizadas visando a comercialização das melhores peças. Tudo isso realizado, de modo geral, nas proximidades dos cursos d'água.

A extração de quartzito na área investigada é, atualmente, uma atividade irregular, que não conta com licenciamento ambiental e, portanto, também não conta com uma estrutura para minimizar os danos ambientais. Igualmente, não há fiscalização sobre a atividade. Como se trata de uma atividade irregular, a cada fase de maior rigor da fiscalização, ela tende a mudar de localização, visando driblar as denúncias que levam a polícia e/ou justiça a intervir. A mudança de local também pode estar associada à redução da disponibilidade do quartzito a ser explorado com alguma margem de lucro. Assim, quando a extração se torna economicamente inviável, ela acaba migrando para outro ponto.

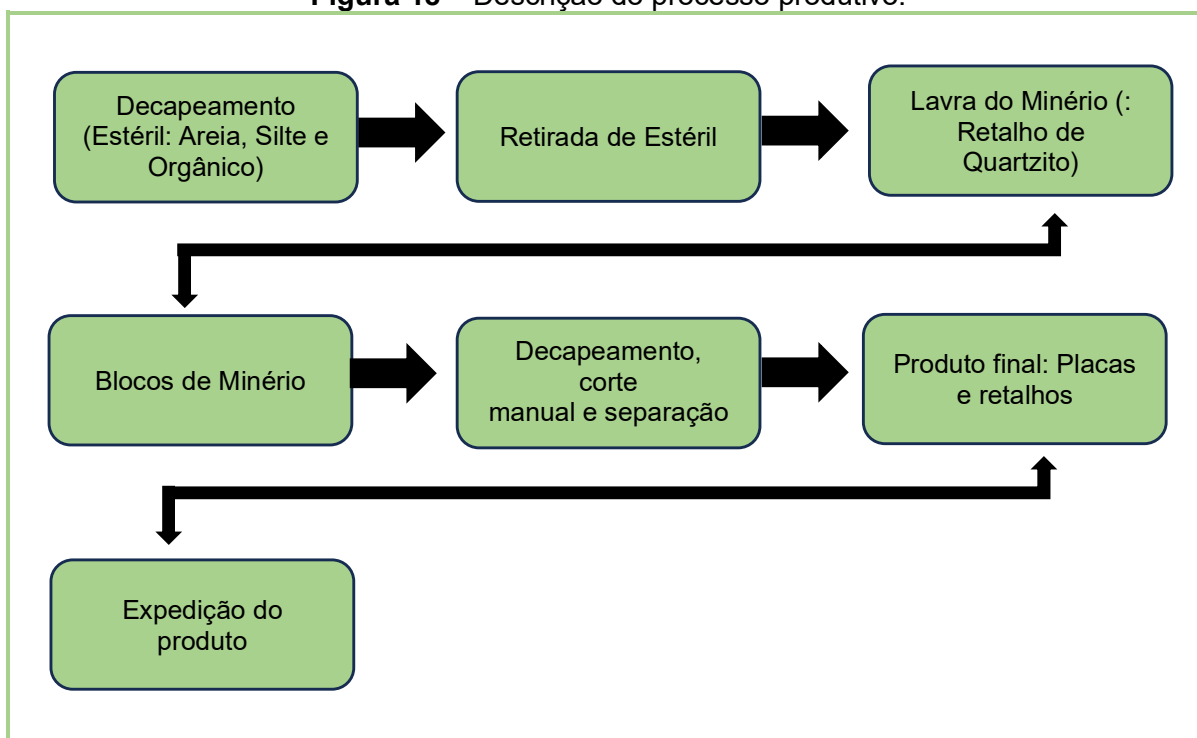
Como se observa nas imagens de satélite, a extração de quartzito na área de estudo tende a ser bastante impactante para o meio ambiente. Isso ocorre porque, como destaca Deschamps *et al.* (2002), o processo é realizado a céu aberto, em bancadas. Inicialmente é realizado o decapeamento, com a retirada da vegetação natural, dos solos arenosos e siltosos e do quartzito alterado, que não possuem valor econômico. Posteriormente, por meios de explosivos e/ou ferramentas manuais, o quartzito é liberado para ser deslocado. No caso da área investigada, não há registro do uso de explosivos, mas apenas dessas ferramentas manuais.

Ainda nessa fase, conforme Deschamps *et al.* (2002), há uma grande geração de estéril, que consiste em blocos e retalhos da rocha sem valor comercial.

Posteriormente, aparam-se as placas com ferramentas manuais, sendo então gerados rejeitos adicionais. Elas são expedidas para as serrarias para acabamento ou direto para o mercado consumidor.

Na Figura 18, a seguir, está representado o fluxograma esquemático dessas operações relacionadas à extração de rochas ornamentais. No processo de corte com ferramentas manuais na aparta das placas, ainda há um grande volume de rejeito gerado, sendo que a sua parcela aproveitável é muito baixa. Além disso, o alto empolamento do estéril, que varia de 1,5 a 1,7 (aumento do volume do material após ser desagregado), contribui ainda mais para o aumento do seu volume. Dessa forma, a geração de estéril e rejeitos é bastante significativa, representando aproximadamente 93% do total da rocha desmontada (DESCHAMPS *et al.*, 2002).

Figura 18 – Descrição do processo produtivo.



Fonte: Adaptado partir de Deschamps *et al.* (2002, p. 57).

Mesmo com o maior aproveitamento dos resíduos atualmente, devido à diversificação dos produtos comercializados, o volume de resíduos depositado em pilhas ainda é muito expressivo, fazendo com que um dos maiores impactos presentes neste tipo de atividade seja o visual, além do carreamento desse rejeito para as calhas fluviais e ambientes marginais fluviais.

Na área de estudo, por se tratar de um relevo bastante declivoso e com a presença de cursos d'água, os quartzitos de melhor qualidade, e alvo da exploração, podem ser encontrados mais próximos da superfície. Muitas vezes, essas rochas de maior valor comercial se encontram associadas a áreas de passagem de cursos d'água, que as deixam expostas com maior facilidade. Assim, as operações de lavra acontecem em diversos pontos da área investigada, pois não demandavam a retirada da capa de solo, já iniciando as operações com uma certa agilidade.

Essa facilidade ao iniciar as operações proporcionou a instalação desordenada de diversas frentes de lavra, principalmente nas cabeceiras e margens. Isso tem provocado alterações significativas na morfologia e na qualidade ambiental desses ambientes fluviais.

Um dos impactos que mais se destaca é o acúmulo de resíduos sólidos oriundos da extração e do beneficiamento inicial das rochas. Estes resíduos variam de granulometrias finas até blocos de quartzito, que muitas das vezes são depositados de forma desordenada nas margens ou jogados de propósito no leito dos córregos para exploração de outras áreas. Essa deposição de grandes volumes de sedimentos de origem antrópica está provocando o assoreamento dos canais em diversos trechos. Assim, tem ocorrido a redução da profundidade dos canais e a redução da capacidade de escoamento dos cursos fluviais, o que pode contribuir para o alagamento de áreas adjacentes durante períodos de chuva intensa.

Outro aspecto preocupante observado é o desmatamento, especialmente nas áreas de mata ciliar. A retirada da vegetação ocorre tanto pela necessidade de abrir espaço para as novas frentes de lavra quanto para o tratamento prévio e a deposição de material. Outro ponto observado foi o desmatamento para acomodação do material já beneficiado e para abertura de estradas. A supressão da vegetação nativa compromete funções ecológicas fundamentais, como a proteção do solo contra processos erosivos, a regulação térmica e a proteção da fauna local.

Ressalta-se que o desmatamento não ocorre somente pela extração de quartzito, já que, mais recentemente, a abertura de estradas também tem relação com o acesso a novos loteamentos e a construções na área investigada. Tudo isso contribui para o aumento do material desagregado que chega aos cursos d'água e intensificam o assoreamento dos canais.

Em alguns trechos dos canais fluviais, foi identificado o desvio intencional do curso natural dos córregos. Alguns desvios parecem ter relação com a necessidade

de facilitar a continuidade das atividades de lavra. Outros desvios parecem atender à demanda de água de residências próximas, já que se verifica a presença de mangueiras ligando os desvios e os cursos d'água a residências (Figura 15 C). Essas intervenções têm comprometido a funcionalidade ecológica dos ecossistemas aquáticos e alterando o regime hidrológico local. Essas mudanças tendem a afetar os ecossistemas aquáticos, além de influenciar negativamente a disponibilidade hídrica nas nascentes e trechos a jusante dos córregos, provocando instabilidade nos processos naturais e dificultando a regeneração da vegetação ripária.

Através das idas em campo notou-se que, atualmente, a exploração ocorre em menor escala, sendo realizada principalmente por trabalhadores autônomos e de maneira manual, mas que ainda sim ocasiona impactos ambientais severos. A ausência de técnicas adequadas de descarte de resíduos, aliada à falta de fiscalização, contribui para a manutenção de um cenário de degradação.

Além disso, o aumento das ocupações ao longo das margens dos córregos introduz novos elementos de pressão ambiental. Como já citado as práticas de captação direta de água com o uso de mangueiras nas nascentes e o descarte de esgoto e lixo doméstico nos corpos hídricos agravam ainda mais a situação, comprometendo a qualidade da água e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Tais processos evidenciam uma relação direta entre a exploração de quartzito e a intensificação de processos de degradação ambiental na região. Observam-se impactos como a supressão da vegetação natural, revolvimento do solo e rochas, acúmulo de sedimentos nos canais fluviais e em suas margens, captação de água dos cursos fluviais para beneficiar o quartzito ou para uso doméstico. Além desses impactos observados em campo, é possível que outros impactos tenham ou estejam ocorrendo como reflexo dos que foram citados anteriormente, como a perda de biodiversidade, a redução da vazão e a instabilidade dos sistemas ambientais.

Diante dos impactos ambientais constatados nas bacias dos córregos Seco e Taquaral, conclui-se então que a exploração desordenada e predatória de quartzito, associada ao avanço de ocupações irregulares e à ausência de gestão adequada dos recursos naturais, tem gerado um processo contínuo de degradação dos ecossistemas aquáticos locais. O que evidencia a urgência da adoção de políticas públicas integradas, que conciliem o uso econômico dos recursos com a conservação ambiental, assegurando a sustentabilidade hídrica e a qualidade de vida.

Fernandes (2002) afirma que por ser uma atividade antecedente a qualquer legislação ambiental vigente no Brasil, o desenvolvimento da mineração, de um modo geral, ocorreu na ausência de critérios técnicos mais adequados, que levassem em conta a preservação de recursos naturais. Na área investigada, por se tratar de uma atividade irregular, há diversos danos que englobam tanto aspectos sociais, como econômicos e ambientais.

As pessoas que atuam nessa atividade não têm nenhum tipo de proteção, não pagam impostos e não fazem o controle ambiental devido. Assim, essa atividade ocorre completamente fora do que afirmam Faleiro e Lopes (2010), segundo os quais a mineração deve ser realizada de acordo com os parâmetros legais, de forma a garantir uma extração sustentável dos recursos naturais, com o mínimo de impacto, e preservando a saúde do trabalhador. Além de gerar, para o município, possibilidade de melhorias para a cidade e comunidade.

Na área de estudo, assim como afirma Caldeira (1992), a atividade minerária (no caso da área investigada, a extração de quartzito) tem como principal problema ambiental o uso indiscriminado e predatório dos recursos naturais, visando à extração apenas de materiais considerados ricos ou de boa qualidade. Nesse contexto, o material de má qualidade é descartado, indo parar nas pilhas de resíduos, inviabilizando na maioria das vezes seu aproveitamento futuro e provocando muitos impactos ambientais negativos.

Diante dos impactos identificados na área de estudo, a extração de quartzito de forma desordenada e sem as práticas minerárias sustentáveis e responsáveis, acarretam uma série de consequências negativas tanto para o meio ambiente quanto para sociedade com degradação, poluição e desequilíbrio ecológico. Estes impactos deixam ainda mais evidente a necessidade urgente do uso racional dos recursos naturais, a preservação e recuperação das áreas exploradas, e reforça a importância de uma abordagem mais consciente e integrada entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo buscou-se investigar os reflexos das atividades antrópicas nas bacias hidrográficas dos córregos Seco e Taquaral. Assim, retomando a questão norteadora que residiu em explicar os impactos ambientais e reflexos causados pela extração do quartzito, pode-se concluir que a mineração predatória sem os devidos recursos tecno-econômicos gerou diversos impactos ambientais que comprometem o meio ambiente local.

Verificou-se, com essa pesquisa, que a atividade de extração de quartzito se concentrava na bacia do córrego Seco e, ao longo do tempo, migrou para a bacia do córrego Taquaral. Essa migração ocorreu devido a dois fatores, podendo ser, em alguns casos, devido a um deles isolado ou aos dois em conjunto, quais sejam, a inviabilidade econômica de algumas lavras com o passar do tempo e/ou a ocorrência de denúncias que levaram à fiscalização atuar de forma mais efetiva.

Também foi possível verificar que a bacia do córrego Seco passou a apresentar, a partir de 2013, uma dinâmica marcada pela redução de lavras, recomposição da vegetação nas antigas lavras e o aumento de construções. No córrego Taquaral apenas houve a abertura de novas lavras.

Ao longo da pesquisa foi possível observar que a extração de quartzito ocorre de forma artesanal e sem controle dos impactos ambientais. Nesse sentido, há uma sequência de impactos visíveis na área e outros presumíveis, devido à pressão das atividades humanas. Desse modo, foi possível verificar a ocorrência da retirada da vegetação natural, o revolvimento do solo e de rochas, o acúmulo de materiais/detritos nas margens e nos leitos dos canais fluviais, além da intensificação dos processos erosivos e de movimentos de massa. Com relação às construções e aberturas de estradas, também se observam impactos semelhantes, que se somam à captação de água em nascentes e cursos d'água e o lançamentos de efluentes sem tratamento nos cursos d'água.

Como consequência dos impactos listados anteriormente, outros impactos podem ter ou estar ocorrendo como reflexo daqueles citados anteriormente, como a redução da vazão, a perda de biodiversidade e o desequilíbrio dos sistemas ambientais.

Apesar da extração mineral gerar grandes impactos para a região onde está inserida, tal atividade é essencial para a indústria moderna e para a sociedade

atual, visto que o quartzito é uma importante matéria-prima para a construção civil e ornamental, como revestimentos externos e pavimentos, sendo usado também em mosaicos ornamentais. Sendo assim, a comunidade ouro-pretana não deve visar a não-extração devido aos impactos causados, mas, sim a não-degradação ambiental onde se encontra a jazida, a otimização do uso de recursos naturais não renováveis e a minimização dos efeitos causados pela mineração.

Fica evidente a necessidade de inserção de políticas públicas atuantes na concessão, no supervisionamento e no cumprimento da legislação ambiental e mineral, contando também com a criação de programas voltados para a preservação e recuperação do meio ambiente. A junção das estratégias corporativas com as políticas públicas objetiva a prevenção de acidentes e a adequada realização da atividade no âmbito socioambiental, buscando atingir a sustentabilidade ecológica, social, econômica, espacial e cultural, e assim cooperar com o desenvolvimento sustentável do setor extrativista. Para isso, tais estratégias devem considerar a particularidade de cada local visando se beneficiar das oportunidades de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, Carlos Rubens Araújo. **Manual de caracterização, aplicação, uso e manutenção das principais rochas comerciais no Espírito Santo**: rochas ornamentais. Cachoeiro de Itapemirim: Instituto Euvaldo Lodi, 2013. 242 p.
- ALKMIM, Fernando F.; MARSHAK, Stephen. Transamazonian orogeny in the Southern Sao Francisco craton region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero. **Precambrian Research**, v. 90, n. 1-2, p. 29-58, 1998.
- ALMEIDA, Caroline Corrêa de. Evolução histórica da proteção jurídica das águas no Brasil. **Jus Navegandi**, Teresina, a. 7, n. 60, nov. 2002.
- ARAÚJO, Larissa Oliveira Santiago; MORAIS, Carolina Soares. Rigidez locacional e os impactos socioeconômicos e ambientais da Mina de Brucutu no Município de Barão de Cocais-MG. **Revista Engenharia de Interesse Social**, João Monlevade, v. 1, n. 1, p. 01-15, 2016.
- AZEVEDO, Isabela Prado. **Impactos socioeconômicos da atividade mineradora**. 2020. 45 f. Monografia (Bacharel em Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.
- BALTAZAR, O. F., & LOBATO, L. M. 2020. Structural evolution of the Rio das Velhas greenstone belt, Quadrilátero Ferrífero, Brazil: influence of proterozoic orogenies on its western Archean gold deposits. *Minerals*, 10 (11): 983.
- BARRETO, Maria Laura. **Mineração e desenvolvimento sustentável**: desafios para o Brasil. 3 ed. Rio de Janeiro, 2001. 215 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Mineração. **Anuário Mineral Brasileiro**: principais substâncias metálicas. Brasília: ANM, 2023. 23 p.
- 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, 31 de agosto de 1981.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME; Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM. **Boletim do Setor Mineral 2020**. Brasília: MME; SGM, 2020. 25 p.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Minerais estratégicos**: Brasil é o principal agente no mercado mundial de nióbio. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/brasil-e-o-principal-agente-no-mercado-mundial-de-niobio>. Acesso em: 10 jan.2025.
- CALDEIRA, Silvana Maria Bernardes. **Avaliação da degradação ambiental em áreas de confronto entre minerações e outras atividades antrópicas**: aplicação à bacia do Ribeirão Piedade, SW da RMBR. 1992. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1992.

CARDOSO JÚNIOR, Hamilton Matos; LUNAS, Divina Aparecida Leonel. Densidade técnica e a especialização regional produtiva na extração mineral no Brasil. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA, 2015, Anápolis. **Anais ...** Goiás, CSEH, v. 1, 2015.

COELHO, Tádzio Peters. Dilemas e obstáculos na economia de Brumadinho frente à minério-dependência. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 29-33, abr. 2020.

COSTA, Marco Aurélio *et al.* **Texto para discussão**: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2020. 115 p.

DESCHAMPS, Eleonora *et al.* **Controle ambiental na mineração de quartzito**: Pedra São Thomé. Belo Horizonte: Projeto Minas Ambiente. 2002. 204 p.

DONDA JÚNIOR, Alberto. **Fatores influentes no processo de escolha da localização agroindustrial no Paraná**: estudo de caso de uma agroindústria de aves. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

FALEIRO, Flávio Fernandes.; LOPES, Luciana Maria. Aspectos da mineração e impactos da exploração de quartzito em Pirenópolis-GO. **Ateliê Geográfico - Revista Eletrônica**, Goiânia-GO, v.4, n.3. p. 148-162, ago., 2010.

FERNANDES, Tânia Maríá Gomes. **Caracterização petrográfica, química e tecnológica dos quartzitos do centro produtor de São Thomé das Letras no sudoeste do estado de Minas Gerais**. 2002.140 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

FERNANDES, Tânia Maríá Gomes; GODOY, Antônio Misson; FERNANDES, Nedson Humberto. Aspectos geológicos e tecnológicos dos quartzitos do centro produtor de São Thomé das Letras (MG). **Geociências**, v. 22, n. 2, p. 129-141, 2003.

FLORES, José Cruz do Carmo; LIMA, Hermani Mota de. **Fechamento de mina**: aspectos técnicos, jurídicos e socioambientais. Ouro Preto: UFOP, 2012. 316 p.

FREIRE, Willian. **Código de mineração anotado**. 5 ed. rev., atual. e ampl. Belo Horizonte: Mandamentos, 2010. 1367 p.

FREITAS, Gilberto Passos. **A Constituição Federal e a Efetividade das Normas Ambientais**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000.

FURTADO, Celso. **Formação Econômica do Brasil**. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 352 p.

GERALDES, Mauro Cesar *et al.* **Geologia e recursos minerais da folha Casimiro de Abreu**: SF.23-Z-B-I, estado do Rio de Janeiro – escala 1:100.000. Belo Horizonte: CPRM, 2012. 136 p.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. 5. ed., rev. e atual. São Paulo: Foco, 2019. 722 p.

HADDAD, Paulo Roberto. **Economia Regional**: teoria e métodos de análise. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989. 694 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produto Interno Bruto**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 10 jan.2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO - IBRAM. **Acertando o foco**. Brasília, 2015. Disponível em: http://www.ibram.org.br/150/15001002.asp?ttCD_CHAVE=242343. Acesso em: 20 jan.2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO– IBRAM. **Dados do setor mineral**: 1º semestre e 1º trimestre de 2021. Brasília, IBRAM, 2021. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 10 jan.2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Mineração aumenta exportações no 1º semestre e ajuda a evitar queda maior na balança comercial brasileira**. Disponível em: <https://ibram.org.br/release/mineracao-aumenta-exportacoes-no-1o-semester-e-ajuda-a-evitar-queda-maior-na-balanca-comercial-brasileira/>. Acesso em: 10 jan.2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Mineração em números**. Brasília, IBRAM, 2023. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 10 jan.2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2020**: ano base 2019. Brasília, IBRAM, 2020. Disponível em: <https://ibram.org.br/publicacoes/>. Acesso em: 08 jan.2025.

JESUS, Juliana da Silva Reis de. **Diagnóstico do uso e gestão dos recursos naturais no assentamento Padre Josímo Tavares em São José do Povo, Mato Grosso**. 2019. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2019.

JURDI, Vitor Nagib Gomes. **Estudo das práticas sustentáveis na mineração de rochas ornamentais no estado do Espírito Santo com foco no papel dos arranjos produtivos locais**. 2024. 44 f. Graduação (Bacharel em Engenharia de Minas) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024.

LIMA, Rosa Malena Fernandes *et al.* Caracterização tecnológica de resíduos de pedreiras de quartzito da região de Ouro Preto/MG. **Revista Escola de Minas**, v. 60, p. 663-668, 2007.

LIMA, Valdivino Borges de. Minérios e mineração: a rigidez locacional e a exploração industrial. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA (ERECEO), 9., 2005, Porto Nacional. **Anais ...** Porto Nacional: Universidade Federal de Goiás, 2005.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antônio Freitas. **Rochas & minerais**

industriais, usos e especificações. 2. ed. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2008. 990 p.

MANCINI, Lucia; SALA, Serenella. Social impact assessment in the mining sector: Review and comparison of indicators frameworks. **Resources Policy**, v. 57, p. 98-111, aug. 2018.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente**. 9. ed. rev. atual. amp. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2019.

NEVES, José Henrique. **Análise da integridade estrutural do quartzito Itacolomi colado com diferentes resinas**. 2006. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2006.

PINTO, Miriam de Magdala *et al.* Como escolher a melhor metodologia para avaliar o impacto social da sua iniciativa? **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v.15, n. 35, p. 132-152, jan./abr. 2019.

PIRES, Paulo Roberto. **Caracterização sócio-econômica e ambiental da atividade do tratamento de quartzito na região de Ouro Preto**. 2007. 147 f. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007.

PIRES F. R. M.; BERTOLINO L. C. 1991. Estudo do Metamorfismo nas Formações Proterozóicas no Quadrilátero Ferrífero, MG. Anuário do Instituto de Geociências, v.14, p. 1-9, 1991.

QUEIROZ, Yanne da Silva *et al.* Estudo do potencial geoturístico do patrimônio mineiro da serra de Ouro Preto, sudeste do quadrilátero ferrífero, MG. 2020. **Geonomos**, v.28, n.1, p. 75-87, 2020.

REUTERS. Macroeconomia: faturamento do setor mineral sobe 5% e alcança R\$ 56,7 bi no 3º tri, diz instituto. **CNN Brasil** [online], 16 out. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/faturamento-do-setor-mineral-sobe-5-e-alcanca-r-567-bi-no-3o-tri-diz-instituto/>. Acesso em: 10 jan.2025.

RIBEIRO, Elaine Maria Fiuza. **Exportações de petróleo e a maldição dos recursos naturais: um estudo empírico para o Brasil**. 2018. 68 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

ROSIÈRE, Carlos Alberto; ROLIM, Vassily Khoury. Formações ferríferas e minério de alto teor associado: Minério de ferro no Brasil – geologia, metalogênese e economia. (p. 32-45). In: MELFI, Adolpho José *et al.* (org.). **Recursos Minerais no Brasil: problemas e desafios**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2016. 420 p.

SANTOS, Dênnys Araújo *et al.* Extração mineral de quartzito e sua aplicabilidade na construção civil na cidade de várzea–PB. **Holos**, v. 4, p. 89-100, 2014.

SANTOS, Maria Guimarães Vieira dos. **Avaliação da reabilitação in loco com espécies nativas, de pilha de estéril gerada por mineração de quartzito, no**

município de São Thomé das Letras, Minas Gerais. 2005. 77f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

SCHALKA, Gustavo. **Quando mais é menos**: a maldição dos recursos naturais existe? 2016. 29 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) - Instituto de Ensino e Pesquisa - INSPER, São Paulo, 2016.

SILVA, Silvana da Crisóstomo. Desenvolvimento sustentável e os conflitos socioambientais provocados pela mineração sob a insígnia do capitalismo dependente. **Revista de Políticas Públicas**, v. 24, n. 1, p. 108-125, 2020.

SOUZA, Leonardo Andrade de; SOBREIRA, Frederico Garcia. Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Carmo: atributos morfométricos, equação de chuva intensa e tempo de concentração, e análise da suscetibilidade a inundação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 7, p. 1355-1370, 2017.

STIGLITZ, Joseph Eugene. **Globalização**: como dar certo. São Paulo: Companhia das Letras, 2007. 528 p.

VIDAL, Francisco Wilson Hollanda; AZEVEDO, Hélio Carvalho Antunes de; CASTRO, Nuria Fernández. **Tecnologia de rochas ornamentais**: pesquisa, lavra e beneficiamento. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2013. 700 p.

WANDERLEY, Luiz Jardim; MILANEZ, Bruno; GONÇALVES, Ricardo Junior de Assis Fernandes. Política mineral brasileira e neoextrativismo ultraneoliberal (v.2, p. 245-286). In: LIMONAD, Ester (orgs.). **Planejamento territorial volume 2**: reflexões críticas e práticas alternativas. São Paulo: Max Limonad, 2021.