



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

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS: ESTUDO DE CASO COM DOIS
EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS**

Carolina Gomes Beneli

Belo Horizonte
2025

Carolina Gomes Beneli

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS: ESTUDO DE CASO COM DOIS
EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheira Ambiental e
Sanitarista

Orientador: Prof. Dra. Adriana Alves Pereira
Wilken

Belo Horizonte
2025

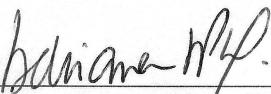
CAROLINA GOMES BENELI

**AVALIAÇÃO DE IMPACTOS CUMULATIVOS: ESTUDO DE CASO COM DOIS
EMPREENDIMENTOS DE MINERAÇÃO EM MINAS GERAIS**

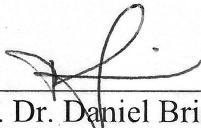
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em 11 de dezembro de 2025

Banca examinadora:



Profa. Dra. Adriana Alves Pereira Wilken – Presidente da Banca Examinadora
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG) – Orientadora



Prof. Dr. Daniel Brianezi
Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)



Eng. Adriano Nascimento Manetta

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força concedida em cada etapa desta caminhada., com renovação de fé e resiliência para superar todos os desafios que surgiram ao longo desta jornada.

À minha filha Helena, que transformou completamente minha vida. Você se tornou minha maior força, minha razão diária para persistir. Tudo o que fiz foi por você. Obrigada por ser minha fonte infinita de amor, inspiração e alegria.

À minha mãe, Sônia, meu pilar mais firme. Obrigada por acreditar no meu sonho como se fosse seu, por todo incentivo, apoio e sacrifícios silenciosos. Você tornou possível o que, sozinha, eu jamais conseguiria. Esse diploma também é seu.

Ao meu pai, Antônio, cuja alegria e entusiasmo sempre iluminaram meus dias. Obrigada por acreditar em mim. Suas palavras foram força e coragem em todos os momentos.

Ao meu marido, Eric, por todo amor, paciência e apoio incondicional. Obrigada por estar ao meu lado em cada passo, por compreender minhas ausências e por dividir comigo todos os pesos e conquistas desta jornada que é a vida. Eu te amo profundamente.

Aos meus irmãos, Bárbara, Matheus e Glauber, minhas grandes inspirações de resiliência, esforço e força de vontade. Obrigada por serem exemplo e motivação constantes.

À minha orientadora, professora Adriana, por aceitar caminhar comigo neste desafio, pelos ensinamentos, pela paciência e pela sabedoria que foram essenciais para a concretização desta pesquisa. Sou imensamente grata por sua dedicação e apoio.

Às minhas amigas Lorena e Gabriele, e a todos os demais colegas, agradeço por cada momento compartilhados, sejam alegrias, incertezas, desafios ou conquistas. O apoio de vocês fez toda diferença, e sou grata por ter trilhado este caminho ao lado de pessoas tão especiais.

Ao CEFET-MG e aos professores do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, agradeço pelos conhecimentos transmitidos, pela compreensão nos momentos difíceis e pelas inspirações que levarei comigo por toda a vida.

RESUMO

BENELI, CAROLINA GOMES. **Avaliação de Impactos Cumulativos: Estudo de Caso com Dois Empreendimentos de Mineração em Minas Gerais.** 2025. 89 páginas. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

A Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC) é um instrumento fundamental para a gestão ambiental, pois permite avaliar a sobreposição de impactos decorrentes de múltiplos empreendimentos, superando as limitações da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), tradicionalmente focada em efeitos isolados. Este estudo teve como objetivo aplicar a AIC aos empreendimentos minerários Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina, ambos localizados em Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, analisando seus efeitos combinados sobre componentes ambientais e sociais selecionados. A metodologia envolveu a seleção dos componentes mais vulneráveis, a definição da área de estudo, o estabelecimento do horizonte temporal, a construção de cenários prospectivos e a avaliação da magnitude e significância dos impactos cumulativos. Os resultados evidenciaram três componentes com impactos cumulativos significativos: Flora, Disponibilidade Hídrica e Serviços Públicos Urbanos. Para o componente Flora, projetou-se a supressão total de vegetação nativa em cenários futuros, valor resultante da soma dos impactos já consolidados pelo Minas-Rio previstos para o Projeto Serra da Serpentina. A magnitude cumulativa foi classificada como alta, com significância muito elevada, dada a baixa resiliência dos ecossistemas afetados e a relevância ecológica regional. No componente Disponibilidade Hídrica, verificou-se que as captações já realizadas pelo Minas-Rio exercem forte pressão sobre os recursos superficiais da bacia do rio do Peixe, situação agravada pela captação adicional prevista para o Projeto Serra da Serpentina. A análise de cenários indicou forte tendência de intensificação da escassez hídrica, com magnitude cumulativa alta e significância muito elevada, especialmente devido à baixa resiliência do sistema hídrico local. Para o componente Serviços Públicos Urbanos, a expansão populacional associada à implantação e operação dos dois empreendimentos resultou e resultará em sobrecarga dos sistemas de saúde, educação, mobilidade e saneamento. A magnitude dos impactos cumulativos foi considerada pequena, e a significância moderada, refletindo alta vulnerabilidade do município frente ao rápido

crescimento urbano. Como parte do estudo, foram propostas medidas de mitigação, acompanhamento e gestão direcionadas aos empreendedores, ao poder público e à sociedade civil. Entre as medidas destacam-se: ações de compensação florestal e recuperação ecológica em escala paisagística; revisão dos limites de outorga e integração entre gestão hídrica municipal e setorial; criação de planos de fortalecimento da infraestrutura urbana; monitoramentos contínuos integrados entre os empreendimentos; e mecanismos participativos de governança local. Conclui-se que a ausência de uma abordagem cumulativa nos processos de licenciamento compromete a eficácia das medidas mitigadoras e dificulta a previsão dos impactos a longo prazo. Assim, a incorporação obrigatória da AIC ao licenciamento ambiental torna-se urgente em regiões de intensa atividade minerária, como Conceição do Mato Dentro. Reforça-se a necessidade de aprimoramento institucional, revisão normativa e ampliação da participação social, visando uma gestão ambiental mais integrada, preventiva e sustentável.

Palavras-chave: AIC. Atividade Minerária. Conceição do Mato Dentro. Impacto Ambiental

ABSTRACT

BENELI, CAROLINA GOMES. Critical Analysis of Environmental Impact Assessment in Minas Gerais: Cumulative Impacts on Mining Projects in the Municipality of Conceição do Mato Dentro. 2025. 89 pages. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

The Cumulative Impact Assessment (CIA) is an essential instrument for environmental management, as it enables the evaluation of overlapping impacts resulting from multiple projects, overcoming the limitations of the traditional Environmental Impact Assessment (EIA), which typically focuses on isolated effects. This study aimed to apply the CIA to the Minas-Rio and Serra da Serpentina mining projects, both located in Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, assessing their combined effects on selected environmental and social components. The methodological approach involved identifying the most vulnerable components, defining the study area, establishing the temporal horizon, developing prospective scenarios, and evaluating the magnitude and significance of cumulative impacts. The results identified three components with significant cumulative impacts: Flora, Water Availability, and Urban Public Services. For the Flora component, future scenarios project extensive loss of native vegetation, resulting from the cumulative suppression already consolidated by the Minas-Rio project and the additional vegetation removal foreseen for the Serra da Serpentina Project. The cumulative magnitude was classified as high, with very high significance, due to the low resilience of the affected ecosystems and their ecological importance. Regarding Water Availability, water withdrawals already carried out by the Minas-Rio project exert strong pressure on surface water resources within the Rio do Peixe basin a situation that is expected to worsen with the additional withdrawals required for the Serra da Serpentina Project. Scenario analyses indicate a strong trend of increasing water scarcity, with high cumulative magnitude and very high significance, particularly due to the low resilience of the local hydrological system. For Urban Public Services, population growth associated with the installation and operation of both mining projects has resulted—and will continue to result—in increased pressure on healthcare, education, mobility, and sanitation systems. The cumulative magnitude was classified as small, with moderate

significance, reflecting the high vulnerability of the municipality in coping with accelerated urban expansion. Mitigation, monitoring, and management measures were proposed for project developers, governmental authorities, and civil society. Key recommendations include large-scale ecological restoration and vegetation compensation programs; revision of water-use authorizations and integration of municipal and sectoral water management; development of urban infrastructure strengthening plans; continuous integrated monitoring between the mining operations; and implementation of participatory governance mechanisms. The study concludes that the absence of a cumulative approach in licensing processes compromises the effectiveness of mitigation measures and hampers the ability to predict long-term impacts. Therefore, the mandatory incorporation of CIA into environmental licensing is urgent in regions with intense mining activity, such as Conceição do Mato Dentro. Institutional strengthening, regulatory improvements, and expanded social participation are essential to ensure more integrated, preventive, and sustainable environmental management.

Keywords: AIC. Mining Activity. Conceição do Mato Dentro. Environmental Impact.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.0 – Mapa de Localização do Empreendimento Minas-Rio.....	27
Figura 2.0 – Mapa de Localização do Projeto Serra da Serpentina.....	30
Figura 3.0 – Etapas da avaliação de impactos cumulativos.....	31
Figura 4.0 – Procedimento para seleção de componentes ambientais e sociais para avaliar impactos cumulativos em um estudo de impacto ambiental.....	33
Figura 5.0 – Área de Estudo.....	46
Figura 6.0 – Histórico do empreendimento Minas-Rio e Perspectivas do Projeto Serra da Serpentina.....	49
Figura 7.0 – Uso e Cobertura da Terra em Conceição do Mato Dentro em 2009.....	53
Figura 7.1 – Uso e Cobertura da Terra em Conceição do Mato Dentro em 2024.....	55
Figura 7.2 – Uso e Cobertura da Terra por Classe em Conceição do Mato Dentro em 2024....	57
Figura 8.0 – Corpos hídricos ao entorno do Empreendimento Minas-Rio em Conceição do Mato Dentro.....	60
Figura 8.1 – Captações outorgadas do Empreendimento Minas-Rio.....	62
Figura 8.2 – Corpos hídricos ao entorno do Projeto Serra da Serpentina em Conceição do Mato Dentro	65
Figura 8.3 – Conexões entre os cursos d’água no Município de Conceição do Mato Dentro.....	67
Figura 9.0 – Urbanização acelerada no município de Conceição do Mato Dentro.....	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.0 – Metodologia para definição de escopo da avaliação de impactos cumulativos.....	32
Quadro 2.0 – Matriz de significância de impactos.....	39
Quadro 3.0 – Componentes ambientais e sociais afetados por aspectos e impactos ambientais decorrentes dos dois projetos minerários estudados.....	41
Quadro 3.1 – Seleção de componentes ambientais e sociais sujeitos a impactos cumulativos.....	42
Quadro 4.0 – Situação de referência dos componentes selecionados.....	50
Quadro 5.0 – Vazões necessárias para o Projeto Serra da Serpentina.....	64
Quadro 6.0 – Identificação dos impactos cumulativos sobre os componentes ambientais e sociais selecionados.....	72
Quadro 6.1 – Efeitos dos projetos sobre os componentes selecionados.....	74
Quadro 6.3 – Avaliação da significância dos impactos cumulativos.....	75
Quadro 7.0 – Estratégias de mitigação dos impactos cumulativos.....	77
Quadro 8.0 – Ferramenta de acompanhamento e gestão dos impactos cumulativos.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADA – Área Diretamente Afetada

AIA – Avaliação de Impactos Ambientais

AIC – Avaliação de Impactos Cumulativos

ANM – Agência Nacional de Mineração

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CEQ – Council on Environmental Quality

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPAM – Comissão de Política Ambiental

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDE-Sisema – Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

LAT – Licenciamento Ambiental Trifásico

LAC – Licenciamento Ambiental Concomitante

LAS – Licenciamento Ambiental Simplificado

LI – Licença de Instalação

LO – Licença de Operação

LP – Licença Prévia

MPMG – Ministério Público do Estado de Minas Gerais

PNMA – Política Nacional do Meio Ambiente

PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradas

QGIS – Sistema de Informação Geográfica de Código Aberto

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

RIMA – Relatório de Impacto Ambiental

SLA – Sistema de Licenciamento Ambiental

SUPRAM – Superintendência Regional de Regularização Ambiental

TAC – Termo de Ajustamento de Conduta

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo Geral.....	17
2.2	Objetivos Específicos.....	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1	Embasamento legal, normativo e literário da Avaliação de Impacto Ambiental.	17
3.2	Licenciamento Ambiental em Minas Gerais.....	19
3.3	Cenário da Aplicação da Avaliação de Impactos Cumulativos.....	21
3.4	Cenário do Município de Conceição do Mato Dentro.....	22
3.4.1.	Empreendimento Minas Rio.....	24
3.4.2.	Projeto Serra da Serpentina	28
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
4.1	Seleção dos Principais Componentes Afetados.....	32
4.2	Definição Área de Estudo.....	34
4.3	Horizonte Temporal.....	34
4.4	Definição de Cenários para AIC.....	35
4.5	Análise de Impactos Cumulativos.....	37
4.6	Proposição de Medidas de Mitigação, Acompanhamento e Gestão.....	39
4.7	Acompanhamento e Gestão.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5.1	Componentes Afetados.....	40
5.2.	Área de Estudo.....	44
5.3.	Horizonte Temporal.....	47
5.4.	Cenário para AIC.....	50
5.4.1.	Cenário do Componente Ambiental Flora.....	51
5.4.2.	Cenário do Componente Ambiental Disponibilidade Hídrica.....	58
5.4.3.	Cenário do Componente Social Serviços Públicos Urbanos.....	68
5.5.	Análise de Impactos Cumulativos.....	71
5.6.	Proposição de Medidas de Mitigação.....	76

5.7.	Acompanhamento e Gestão.....	78
6	CONCLUSÃO.....	81
7	RECOMENDAÇÕES.....	82
8	REFERÊNCIAS.....	83

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um instrumento utilizado para a gestão e política ambiental em diversos países, com legislações e normas específicas em cada um deles. De forma geral, a AIA se concentra exclusivamente em um único empreendimento, sendo chamada de AIA de projeto, e não leva em consideração impactos de múltiplos projetos. Embora impactos de diversos projetos possam ter baixa magnitude, podem gerar grandes problemas ambientais e são frequentemente objeto de críticas e estudos pela comunidade científica (EGLER, 2001).

Neste contexto, discute-se a ocorrência de impactos cumulativos e, como consequência, surge no cenário ambiental a Avaliação de Impactos Cumulativos (AIC). Impactos cumulativos resultam de efeitos aditivos causados por outras ações do passado, do presente ou razoavelmente previsíveis, juntamente com o projeto, plano ou programa em análise, e de efeitos sinérgicos que resultam da interação entre os efeitos de um projeto, plano ou programa sobre diferentes componentes do ambiente (BRODERICK et al 2018). Ou seja, impactos cumulativos são observados quando os efeitos combinados de duas ou mais atividades são maiores ou diferentes do que a soma dos efeitos individuais de cada atividade. Esses impactos surgem de interações complexas entre diferentes fatores ambientais e sociais e podem potencializar ou modificar significativamente o resultado dos impactos isolados. A AIC surge como um instrumento essencial para prever, mitigar e monitorar esses impactos (SÁNCHEZ, 2023).

No Brasil, o campo de estudo e aplicação relacionado aos impactos cumulativos ainda se encontra em uma fase embrionária. Apesar disso, sua relevância é evidente, pois oferece subsídios para a formulação de estratégias voltadas à prevenção e mitigação de problemas socioambientais, promovendo uma gestão mais integrada e sustentável (DIBO; NOBLE; SÁNCHEZ, 2018).

Em um cenário em que a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável ganham destaque, é essencial avaliar criticamente a capacidade da AIA de responder a esses desafios no contexto da mineração em Minas Gerais. Tal análise se justifica pela necessidade urgente de aprimorar os processos, garantindo que os projetos de mineração adotem práticas sustentáveis e minimizem danos duradouros ao meio ambiente e às comunidades afetadas.

Há que se considerar que a expansão das atividades minerárias em território mineiro tem criado um modelo econômico baseado na exploração intensiva de recursos naturais, na ocupação desordenada de pequenas cidades históricas, instalando conflitos de ordem social e ambiental (GUSTIM, 2013).

Minas Gerais, como um polo minerador estratégico, apresenta regiões onde múltiplos empreendimentos coexistem, como na área do Quadrilátero Ferrífero. Nessas áreas, a interação entre projetos de mineração e atividades associadas pode gerar impactos ambientais complexos, como a sobrecarga dos recursos hídricos e a poluição das águas, a intensificação da erosão e contaminação do solo, além do deslocamento de populações e de impactos de diversas ordens. Conforme destaca Sánchez (2013), a AIA tem sido historicamente conduzida com foco em empreendimentos analisados de forma isolada, o que dificulta a adequada consideração das interações entre diferentes ações antrópicas sobre um mesmo território. Essa abordagem fragmentada limita a capacidade de antecipar impactos cumulativos e sinérgicos, comprometendo a efetividade das medidas mitigadoras e a compreensão dos efeitos em longo prazo, o que evidencia a necessidade de avanços metodológicos no processo de avaliação ambiental.

Neste cenário, 67% das reservas medidas de minério de ferro estão localizadas no estado de Minas Gerais. O município de Conceição do Mato Dentro possui a sétima maior reserva medida de minério de ferro (677 milhões de toneladas), com teores médios de 40% (IBRAM 2010). O município abriga uma das maiores operações de mineração de ferro no Brasil, o Empreendimento Minas-Rio, e conta com um novo empreendimento de grande magnitude em elaboração, como é o caso do Projeto Serra da Serpentina.

Portanto, este estudo tem como objetivo realizar a AIC de dois empreendimentos minerários localizados no município de Conceição do Mato Dentro: o empreendimento Minas-Rio, atualmente em operação, e o projeto Serra da Serpentina, ainda em fase de elaboração. O empreendimento Minas-Rio, de propriedade da Anglo American, obteve sua Licença de Operação (LO) em 02 de outubro de 2014, conforme publicação no Diário Oficial do Estado de Minas Gerais, marcando o início de sua fase operacional (FERREIRA ROCHA, 2016). Já o projeto Serra da Serpentina foi protocolado no Sistema de Licenciamento Ambiental pela Vale S.A. em julho de 2022. Contudo, em julho de 2023, a própria requerente solicitou o

arquivamento do processo, visando adequações para obtenção da denominada 'licença social', conforme Carta Vale 154_2023 (VALE S.A., 2023). Posteriormente, em dezembro de 2024, foi firmado acordo para continuidade do projeto sob responsabilidade da Anglo American (ANGLO AMERICAN,2024).

No entanto, os impactos cumulativos, que afetam de forma mais abrangente a região de Conceição do Mato Dentro, ainda não foram devidamente avaliados até o presente momento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar impactos cumulativos causados por dois empreendimentos minerários no município de Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, de modo a contribuir para o avanço das práticas de avaliação ambiental no Brasil.

1.2 Objetivos Específicos

- Identificar e selecionar os principais componentes ambientais e sociais afetados, bem como estabelecer a área de estudo e o horizonte temporal da avaliação.
- Definir os cenários da AIC, compondo a base de referência da avaliação.
- Analisar os impactos cumulativos na área estudada, com base na identificação, previsão e determinação da sua significância.
- Propor medidas de mitigação, acompanhamento e gestão dos impactos identificados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Embasamento legal, normativo e literário da Avaliação de Impacto Ambiental

Os fundamentos do processo de AIA foram estabelecidos nos Estados Unidos entre 1969 e 1970. Este instrumento legal dispunha sobre os princípios da política ambiental americana e exigia para todos os empreendimentos que apresentavam potenciais causadores de impactos a observação de alguns pontos como: identificação dos impactos ambientais; efeitos ambientais negativos da proposta; as alternativas da ação; relação entre a utilização dos recursos ambientais em curto prazo e a manutenção ou a melhoria do seu padrão em longo

prazo e a definição clara quanto aos possíveis comprometimentos dos recursos ambientais, para o caso de implantação da proposta (ROCHA et al., 2005).

A evolução do processo de implantação e regulamentação da AIA entre os países desenvolvidos continuou até os anos 90, quando a grande maioria já tinha algum tipo de regulamentação e os processos implementados. Segundo relatado por SALVADOR (1989) neste período, Irlanda, Espanha, Inglaterra, Áustria, Japão, China e Hong Kong já haviam institucionalizado os processos.

Em consonância com as tendências internacionais, o Brasil instituiu ao longo do tempo seus mecanismos de proteção ambiental e atualmente dispõe de um dos mais modernos conjuntos de legislações ambientais. Parte desse arcabouço normativo teve origem ainda na década de 1930, como o Código Florestal e o Código das Águas, os quais, embora tenham passado por atualizações e revisões, permanecem como referências legais vigentes na gestão ambiental do país (OLIVEIRA, 2008).

O principal marco legal que fundamenta a AIA no país é a Lei nº 6.938/1981, conhecida como a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Ela estabelece a AIA como um instrumento para promover a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, sendo obrigatória para projetos com potencial de causar impactos ambientais significativos (BRASIL, 1981). A lei também determina que a AIA seja conduzida de forma transparente, com a participação da sociedade e dos órgãos responsáveis pela gestão ambiental. Além disso, o artigo 255 da Constituição Federal de 1988 estabeleceu a exigência da elaboração de Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

A Resolução nº 1/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) detalha os critérios e procedimentos para a AIA no Brasil, estabelecendo os tipos de empreendimentos que devem ser submetidos a esse processo. A resolução orienta sobre a elaboração do EIA e do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), documentos técnicos que são fundamentais para a análise dos impactos ambientais de um projeto. O EIA deve abordar as características do projeto, seus possíveis efeitos no meio ambiente, alternativas tecnológicas e medidas de mitigação, enquanto o RIMA utiliza uma linguagem acessível a fim de promover ao público

informações referente aos principais impactos e medidas propostas de um determinado projeto.

3.2 Licenciamento Ambiental em Minas Gerais

A avaliação de impactos ambientais e o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras são estabelecidas pela PNMA, como dois de seus instrumentos de implantação. No Estado de Minas Gerais, no ano de 1980, a Lei nº 7.772 que dispõe sobre a proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, no seu artigo 8º, já estabelecia que

A instalação, construção, ampliação ou o funcionamento de fonte de poluição [...] ficam sujeitos a autorização da Comissão de Política Ambiental (COPAM), mediante licença de instalação e de funcionamento, após exame do impacto ambiental e de acordo com o respectivo relatório conclusivo. (Lei 7.772/1980, art. 8º).

Dessa forma, a partir do início dos anos de 1980, em consonância com a legislação federal e estadual, o licenciamento ambiental passa a ser um dos principais instrumentos de controle ambiental no Estado, uma vez que teoricamente deveria propiciar ações preventivas em relação a empreendimentos que iriam se instalar e, além dessas, medidas corretivas e compensatórias para aqueles em operação (RODRIGUES, 2010, p. 270).

A Resolução CONAMA nº 237/1997 define três etapas que formam o processo de licenciamento ambiental, sendo elas: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e LO. Os processos de licenciamento seguem os passos de desenvolvimento do empreendimento, logo, a LP, conforme o próprio nome, deve ser obtida previamente, nas etapas preliminares do empreendimento, de maneira que possa ser avaliada a viabilidade ambiental e estabelecidas condicionantes previamente ao início das atividades. Em seguida, a LI avalia o cumprimento dos requisitos definidos anteriormente, autorizando a instalação do empreendimento. Por fim, a LO é a conclusão do processo de licenciamento, onde é formalizada a autorização da atividade, definidas as condicionantes e definido o período de vigência da licença do empreendimento (BRASIL, 1997).

O primeiro marco regulatório nesse contexto foi a Deliberação Normativa COPAM nº 01/1990, posteriormente substituída pela DN COPAM nº 74/2004, que introduziu a

classificação dos empreendimentos em seis classes, com base no porte e no potencial poluidor (MINAS GERAIS, 2004). No caso das atividades mineradoras desenvolvidas em Minas Gerais, aplica-se a DN COPAM nº 217/2017, que estabelece critérios específicos para o setor. Essa norma detalha aspectos como o porte do empreendimento, seu potencial poluidor, o contexto da localização e os fatores de restrição que podem influenciar o processo de licenciamento ambiental.

Além do licenciamento ambiental trifásico (LAT), Minas Gerais adota outras modalidades previstas na DN COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017, que visam adequar o processo de licenciamento ao porte, potencial poluidor e critérios locacionais dos empreendimentos. O Licenciamento Ambiental Concomitante (LAC) pode ocorrer nas formas LAC 1, quando as etapas de LP, LI e LO são analisadas e concedidas em uma única fase; ou LAC 2, quando há análise conjunta de LP e LI, com a LO sendo emitida posteriormente, ou ainda quando a LP é concedida primeiro e as etapas de LI e LO são analisadas simultaneamente. Já o Licenciamento Ambiental Simplificado (LAS) é realizado em fase única, podendo ocorrer por meio de cadastro eletrônico (LAS-Cadastro), quando o empreendedor apenas registra as informações da atividade no sistema do órgão ambiental, ou por meio da apresentação de um Relatório Ambiental Simplificado (LAS-RAS), que contém uma descrição resumida dos impactos ambientais e das medidas de controle propostas. A escolha da modalidade depende da classe do empreendimento, definida pela combinação entre porte, potencial poluidor e critérios locacionais, conforme matriz de enquadramento estabelecida pela norma (MINAS GERAIS, 2017).

Em Minas Gerais, a exigência de EIA/RIMA para compor o processo de AIA, é obrigatória para diversos empreendimentos minerários, especialmente aqueles localizados em áreas sensíveis, como regiões cársticas ou de relevante interesse ambiental. Essa exigência está fundamentada na legislação ambiental vigente e é reforçada por Termos de Referência específicos elaborados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), que visam garantir a qualidade técnica dos estudos e permitir uma análise criteriosa dos riscos e impactos associados à atividade mineradora (MINAS GERAIS, 2005; MINAS GERAIS, 2012).

Apesar dos impactos cumulativos serem mencionados na Resolução Conama de 01/86, a legislação não apresenta metodologias claras para aplicação dessas análises no processo de AIA. Para Sánchez (2020), existem outros obstáculos significativos no estudo dos impactos cumulativos, como a regulamentação desatualizada, a ausência de definições e procedimentos claros para sua aplicação, a escassez de conhecimento técnico e metodológico, a atribuição da responsabilidade pelos impactos ambientais a empresas privadas que enfrentam acesso restrito a informações ambientais e operam com foco predominante no lucro, além de conflitos de competências entre instituições.

3.3 Cenário da Aplicação da Avaliação de Impactos Cumulativos

Embora o processo da AIA seja considerado um valioso instrumento na gestão ambiental, a experiência tem mostrado que em muitos casos ele não é suficiente para prever muitos dos impactos ambientais negativos decorrentes do processo de desenvolvimento de projetos (OLIVEIRA, 2008).

Além da AIA se apresentar deficiente em alguns aspectos importantes como a tardia realização do processo no planejamento do empreendimento e a não consideração de impactos cumulativos, impactos regionais e globais, as metodologias utilizadas e a maioria das legislações em vigor não contemplam casos de avaliação ambiental em níveis estratégicos. Vários especialistas e organizações internacionais têm apoiado a aplicação do processo da AIC, que contempla uma avaliação mais global, suprindo as deficiências apresentadas pela atual aplicação da AIA no âmbito de projetos (EGLER, 2001, p.180).

Neste contexto de avaliar a capacidade do ambiente, discute-se a ocorrência de impactos cumulativos ou efeitos cumulativos, e, como consequência, surge no cenário ambiental internacional a AIC. De acordo com Council on Environmental Quality (CEQ, 1997), os impactos ambientais que causam maior degradação ambiental não são aqueles advindos de uma atividade específica, mas sim da combinação de impactos individualmente menores provenientes de diversas atividades ao longo do tempo.

A realização da AIC em níveis estratégicos dentro de projetos, como a AIA tradicionalmente é aplicada, também é uma questão bastante relevante e discutida por diversos pesquisadores. Uma tendência ao resgate das origens e conceitos da AIC tem se dado pelas limitações e falhas na AIA (OLIVEIRA, 2008).

A literatura internacional evidencia que a AIC tem sido objeto de pesquisas, grupos técnicos especializados e aplicações práticas em diversos países, especialmente no âmbito do planejamento ambiental e da avaliação estratégica. Autores como Therivel e Ross (2007) destacam que, apesar do avanço conceitual e do reconhecimento normativo da AIC em diferentes contextos regulatórios, sua implementação ainda enfrenta entraves metodológicos e institucionais. No contexto brasileiro, essa ferramenta permanece pouco aplicada de forma sistemática, sendo mais frequente sua utilização em experiências pontuais, com maior destaque para o setor energético, onde a necessidade de avaliação integrada dos impactos se mostra mais evidente.

Sánchez (2023) define os impactos cumulativos como aqueles resultantes da sobreposição de efeitos de múltiplas ações antrópicas ao longo do tempo, podendo ser sinérgicos, aditivos ou não lineares. Essa abordagem considera não apenas os impactos diretos de um novo empreendimento, mas também os efeitos indiretos e sinérgicos decorrentes da interação com atividades preexistentes, o que permite uma avaliação mais ampla das pressões ambientais e sociais existentes.

Além disso, segundo Sánchez (2023), a consideração de um horizonte temporal adequado é essencial para a análise de impactos cumulativos, pois os efeitos ambientais podem se manifestar de maneira gradual e prolongada, exigindo uma abordagem que conte a retrospectiva histórica quanto projeções futuras.

A metodologia proposta por Sánchez (2023) para a AIC envolve uma série de etapas estruturadas, incluindo a definição da área de estudo, a identificação de indutores de mudanças ambientais, a seleção de componentes ambientais relevantes e a construção de cenários prospectivos. A abordagem metodológica enfatiza o uso de ferramentas espaciais e modelagens preditivas para identificar áreas de maior vulnerabilidade e prever possíveis cenários de impacto futuro. A aplicação dessa metodologia permite não apenas diagnosticar os impactos já existentes, mas também antecipar tendências de degradação ambiental e propor estratégias para mitigar ou compensar os efeitos negativos decorrentes da interação entre diferentes empreendimentos dentro de uma mesma região.

3.4 Cenário do Município de Conceição do Mato Dentro

Conceição do Mato Dentro é um município com muitas particularidades e sua história remonta ao ciclo econômico da mineração, no século XVIII. No início do século XVIII, o bandeirante Borba Gato fez as primeiras descobertas de ouro na região em que se localiza o Município de Conceição do Mato Dentro, habitada então pelos índios Botocudos. Em 1704, Gahriel Ponce de Lion, Gaspar Soares e Manuel Corrêa de Paiva, todos de Piratininga, chefiram a bandeira que descobriu ouro no rio Santo Antônio. Depois de inúmeras lutas contra os indígenas, retiraram-se para a vertente da serra, onde, entre os penhascos da Ferrugem e os espiões do Campo Grande e Cotocori, localizaram as mais ricas lavras auríferas de toda a região nordeste da Capitania. Divididas as lavras entre os descobridores, desenvolvem-se a mineração (IBGE, 2023).

Ao longo dos séculos, a mineração manteve-se como atividade estruturante na economia local, evoluindo de lavras auríferas para a exploração de minerais metálicos estratégicos. Essa transição consolidou Conceição do Mato Dentro como um dos principais polos minerários de Minas Gerais. Dados do Anuário Mineral Brasileiro indicam que, desde os anos 2000, houve intensificação das pesquisas e lavras, com predominância de títulos minerários para ferro, fosfato e cromo, protocolados por grandes empresas como Anglo American e Vale S.A. Atualmente, o Complexo Minas-Rio, operado pela Anglo American, figura entre os maiores empreendimentos de minério de ferro do país, com capacidade de produção anual superior a 26 milhões de toneladas. Essa relevância é evidenciada pelo fato de o município ter liderado a arrecadação da Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) em Minas Gerais em 2024, com valores superiores a R\$ 240 milhões (ANM, 2025).

Nas últimas décadas, a presença desses empreendimentos transformou profundamente a dinâmica econômica e social local. A atividade minerária impulsionou o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) municipal, aumentou a arrecadação de tributos e gerou empregos diretos e indiretos, especialmente nos setores da construção civil, comércio e serviços, que apresentaram crescimento expressivo entre 2006 e 2012. No entanto, esse desenvolvimento também trouxe desafios, como impactos ambientais, pressões sobre a infraestrutura urbana e mudanças na dinâmica migratória, com aumento da população flutuante e demanda por serviços públicos. A realidade de Conceição do Mato Dentro reflete o dilema enfrentado por muitos municípios mineradores: como equilibrar os benefícios

econômicos da mineração com a sustentabilidade ambiental e o bem-estar social da população local (LARA; LOBO; GARCIA, 2016).

3.4.1 Empreendimento Minas-Rio.

O empreendimento Minas-Rio consiste em um complexo minerário destinado à exploração de minério de ferro na Serra da Ferrugem e na Serra do Sapo, marcadas pela presença de dois importantes biomas, Mata Atlântica e Cerrado (BECKER; PEREIRA, 2011). O orçamento inicial do projeto foi de 5,5 bilhões de dólares, mas seu custo em 2014 já ultrapassava os 8,8 bilhões de dólares, em parte financiados pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). O projeto foi concebido pela empresa Minas Rio Mineração S.A. (MMX), mas em 2008 a transnacional Anglo American assumiu o controle acionário da empresa e adquiriu os direitos sobre o empreendimento (GESTA, 2014).

O complexo minerário é composto pela segunda maior lavra a céu aberto de minério de ferro de mundo. Uma planta industrial e uma barragem de rejeitos, situadas em Conceição do Mato Dentro e no município vizinho de Alvorada de Minas, uma adutora de captação de água nova no Rio do Peixe, em Dom Joaquim, também em Minas Gerais, e linhas de transmissão de energia. A essas estruturas se articula o maior mineroduto do mundo, que, com 529 km de extensão, atravessa 33 municípios, 26 em Minas Gerais e 7 no Rio de Janeiro, desembocando no complexo portuário do Açu, construído na costa norte deste estado (ROCHA CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA, 2016).

O processo de licenciamento ambiental foi realizado de forma fragmentada, cabendo a órgãos distintos as análises acerca dos efeitos ambientais decorrentes das principais estruturas: a mina foi licenciada pelo órgão ambiental do estado de Minas Gerais - a Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM); o mineroduto, pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); e o porto, pelo órgão ambiental do Rio de Janeiro - o Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Essa fragmentação certamente contribuiu para subdimensionar os “impactos” relatados nos estudos, fazendo com que cada órgão licenciador levasse em consideração apenas os danos previstos para uma parte do empreendimento (SANTOS et al, 2018).

Dado o processo de obtenção e Licença de Instalação (LI) a partir de dezembro de 2009 (LI nº 048 - Fase I) e finalizado em dezembro de 2010 (LI nº 065 - Fase II), a Anglo American,

em 02/10/2014 (data de Publicação do Diário Oficial de Minas Gerais), obteve a Licença de Operação (LO nº 123/2014) de seu empreendimento, sendo este o marco inicial de operação do Projeto Minas-Rio (ARCADIS, 2023).

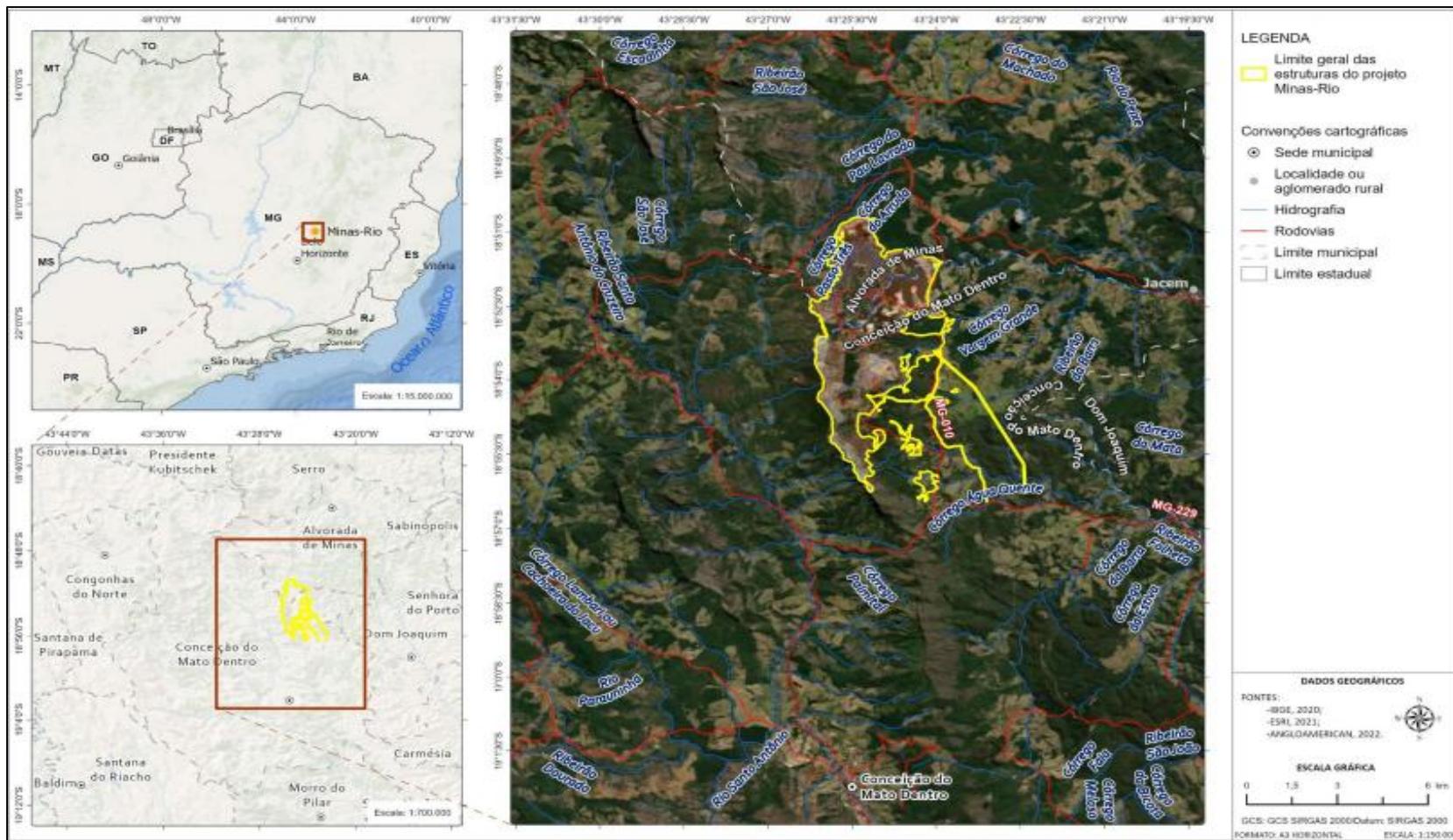
Em outubro de 2014 a Anglo American formalizou a primeira expansão de seu Complexo Minerário, por meio do processo de licenciamento do Projeto de Otimização da Mina do Sapo, também denominado Step 2, que teve como principal objetivo a potencialização imediata, e em um curto prazo, da cava do Sapo (cava licenciada no Projeto Minas-Rio), pela abertura de novas frentes de lavra em áreas contíguas às estruturas já licenciadas. Em outubro de 2015 e outubro de 2016 a Anglo American obteve, respectivamente, a LP+LI nº 142/2015 e a LO nº 156/2016 do Projeto de Otimização da Mina do Sapo (ARCADIS, 2023).

Em 2015 a Anglo American formalizou o pedido de LP+LI para o Projeto de Extensão da Mina do Sapo (Step 3) dando continuidade ao planejamento de exploração, beneficiamento e logística das reservas minerais da serra do Sapo, considerando, por outro lado, um horizonte de longo prazo da vida útil da mina, em novas áreas que se estendem até os limites da serra da Ferrugem, e não apenas em áreas contíguas ao Complexo Minerário existente. Em 26/01/2018 a empresa obteve a aprovação da LP+LI nº 001/2018 e iniciou as obras de implantação das estruturas previstas. Em 21/12/2018 e 20/12/2019 a empresa obteve as Licenças de Operação LO nº 252/2018 e LO nº 320/2019 para parte das estruturas licenciadas na LP+LI do Step 3 (ARCADIS, 2023).

O projeto é amplamente marcado por diversos impactos ambientais, sociais e econômicos, que envolvem desde a degradação de áreas naturais até a alteração do meio socioeconômico das comunidades locais. A instalação de grandes obras de infraestrutura, como o sistema de transporte de minério e os reservatórios de rejeitos, acentuaram as transformações no ecossistema da região, com a perda de biodiversidade e alterações nos cursos d'água. O deslocamento de comunidades, a expropriação de terras e o aumento da pressão sobre os recursos hídricos também são consequências diretas da implementação do projeto (BARCELOS et al., 2013)

A Figura 1.0 apresenta a localização do empreendimento Minas-Rio, no município de Conceição do Mato Dentro.

Figura 1.0 – Mapa de Localização do Empreendimento Minas-Rio



Fonte: Arcadis (2023)

3.4.2 Projeto Serra da Serpentina

A Serra da Serpentina, localizada ao sul do município de Conceição do Mato Dentro, na porção meridional da Serra da Ferrugem, constitui um dos principais marcos paisagísticos e ambientais da região. Reconhecida por sua beleza cênica e por atrair visitantes e praticantes de esportes radicais, a serra também possui elevado valor ecológico, especialmente em termos de biodiversidade. A área integra a Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço, reconhecida por sua importância na produção de água para grandes bacias hidrográficas brasileiras e pela conservação de ecossistemas associados ao bioma Mata Atlântica e à vegetação de campo rupestre (AMPLO ENGENHARIA, 2022).

Em julho de 2022, a empresa Vale S.A. protocolou junto ao órgão ambiental estadual o pedido de licenciamento do Projeto Serra da Serpentina, enquadrado como classe 6 na modalidade de LAT, que compreende as etapas de LP, LI e LO. O projeto prevê uma produção anual de 26,5 milhões de toneladas de pellet feed base úmida, com estruturas como uma cava principal, 18 cavas satélites, usina de beneficiamento, sistemas de bombeamento de rejeitos e concentrado, pilhas de estéril e rejeito filtrado, mineroduto, acessos, estruturas administrativas e uma pera ferroviária em Nova Era. A disposição de rejeitos está prevista em cinco pilhas, ocupando uma área de 2.358 hectares, com volume final estimado em 1.685 Mt ao longo de 15 anos. A fase de instalação, estimada em 3,5 anos, prevê a contratação de cerca de 2.300 trabalhadores, com redução significativa na fase de operação (AMPLO ENGENHARIA, 2022).

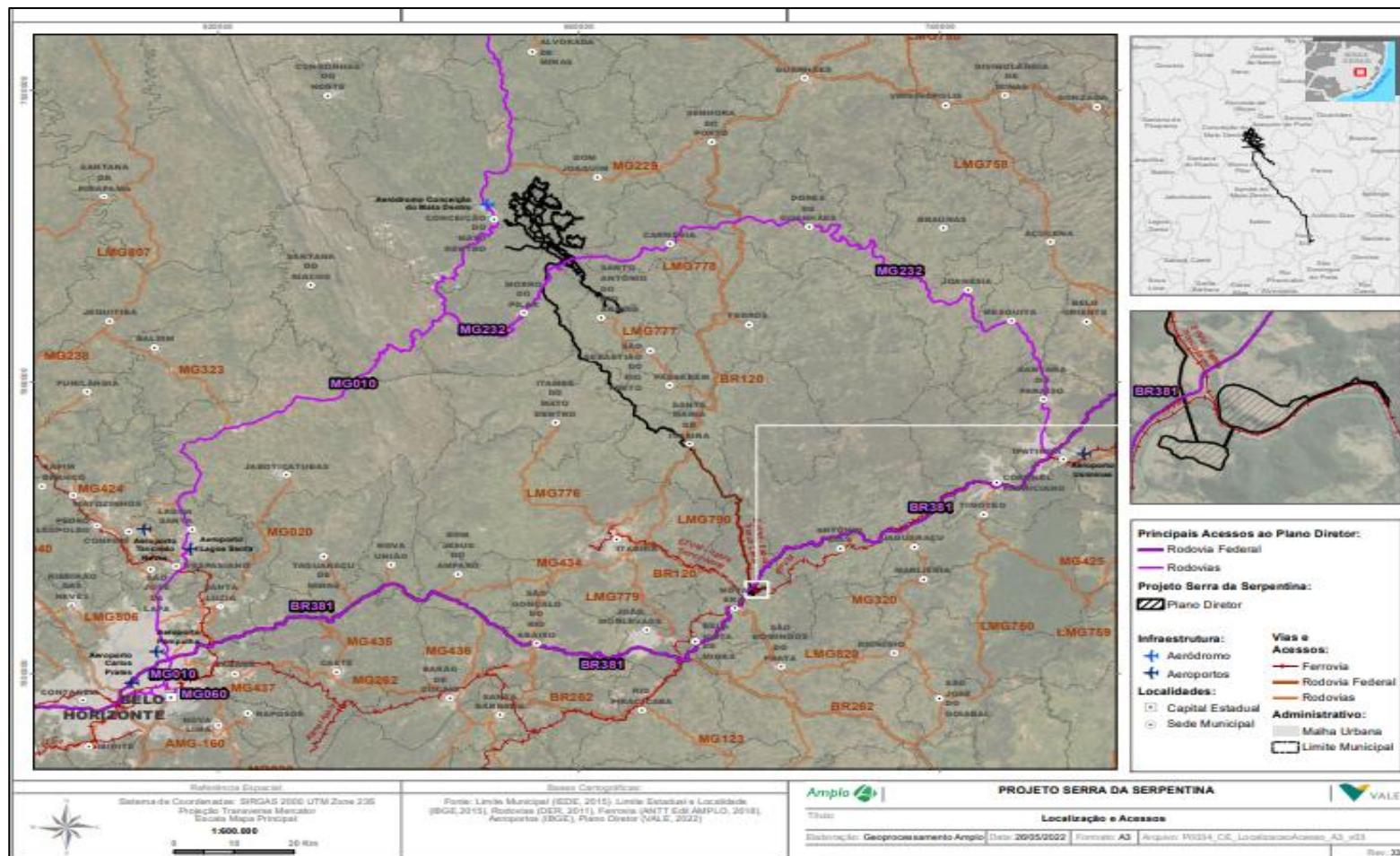
Entretanto, em julho de 2023 a Vale S.A realizou o arquivamento do processo, visando obter a chamada “licença social”, conforme Carta Vale 154_2023 – Arquivamento do Processo nº 7014921 disponibilizada nos autos do processo no Sistema de Licenciamento Ambiental (SLA) (VALE S.A, 2023). Em dezembro de 2024, a Anglo American Brasil anunciou a conclusão do acordo para incorporar os recursos da Serra da Serpentina ao complexo Minas-Rio, assumindo a responsabilidade pelo desenvolvimento do projeto e ampliando significativamente o potencial de produção de minério de ferro na região (ANGLO AMERICAN BRASIL, 2024).

A retomada do projeto pela Anglo American indica que o estudo de impacto ambiental previamente elaborado mantém sua validade como referência para a presente análise.

Ressalta-se que, conforme o acordo firmado em dezembro de 2024, prevê-se a reativação dos estudos por volta de meados de 2026. Até o momento, a empresa não divulgou estimativa oficial para o reinício das atividades, limitando-se a confirmar a continuidade do empreendimento. Cabe destacar que, quando o processo foi protocolado pela Vale em 2022, houve significativa mobilização das comunidades locais; entretanto, após o arquivamento do projeto, o tema não voltou a ser objeto de discussão.

A Figura 2.0 apresenta a localização do Projeto Serra da Serpentina, no município de Conceição do Mato Dentro

Figura 2.0 – Mapa de Localização do Projeto Serra da Serpentina

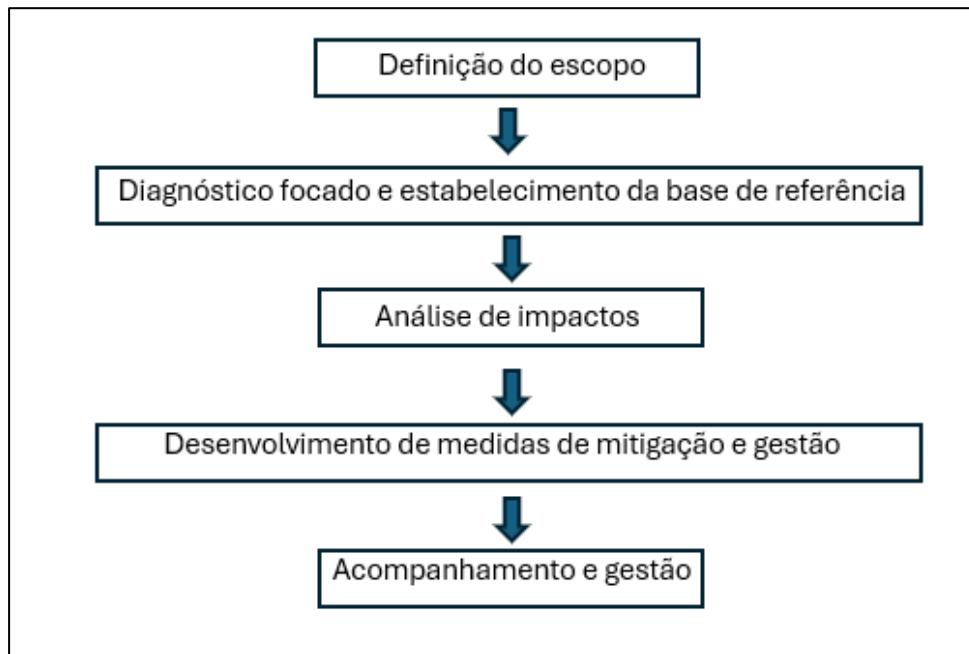


Fonte: Amplo Engenharia (2022)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho baseia-se em pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa, baseada em análise documental e da literatura, na aplicação de um estudo de caso. A metodologia para aplicação da AIC foi baseada em Sánchez (2023) (Figura 3.0; Quadro 1.0).

Figura 3.0 – Etapas da avaliação de impactos cumulativos



Fonte: Sánchez (2023)

Quadro 1.0 – Metodologia para definição de escopo da avaliação de impactos cumulativos

DEFINIÇÃO DO ESCOPO	FUNÇÕES
Identificar e selecionar componentes ambientais e sociais para avaliação.	Focalizar a avaliação sobre um número limitado de componentes que possam ser afetados de maneira significativa.
Selecionar os projetos a serem considerados	Caracterizar as fontes de impactos cumulativos sobre os componentes selecionados.
Estabelecer a área de estudo	Definir limites espaciais para a realização do diagnóstico do estado dos componentes selecionados.
Estabelecer o horizonte temporal do estudo	Definir limites temporais no passado para a realização do diagnóstico do estado dos componentes selecionados e descrição da trajetória de mudança; Definir limites temporais no futuro para projetar tendências de mudanças.
Definir cenários para avaliação	Construir configurações plausíveis de futuro para previsão e análise de impactos.

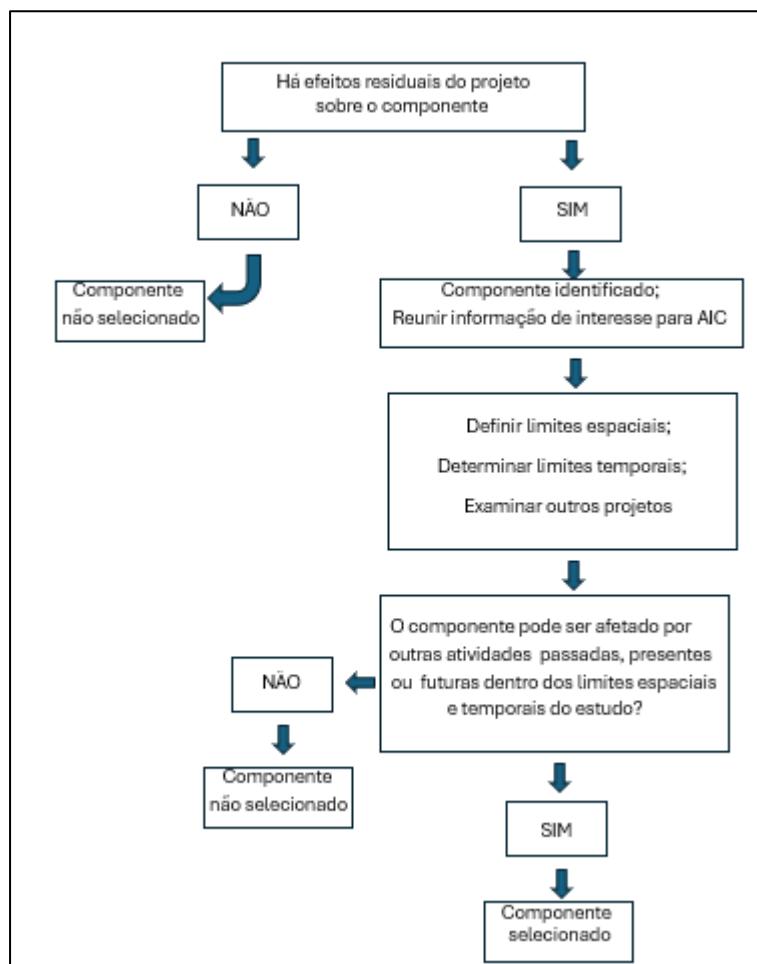
Fonte: Adaptado de Sánchez (2023)

4.1 Seleção dos Principais Componentes Afetados

A seleção dos componentes ambientais e sociais afetados seguiu uma abordagem metodológica estruturada, conforme proposta por Sánchez (2023), priorizando aqueles que apresentam maior vulnerabilidade ecológica, relevância social e escala de impacto. Essa vulnerabilidade abrange fatores críticos como a supressão de remanescentes de Mata Atlântica, a escassez hídrica decorrente da pressão sobre recursos naturais e o aumento exponencial da população, que intensifica a demanda por infraestrutura e serviços, ampliando os riscos socioambientais. Essa análise permitiu identificar os principais fatores ambientais e sociais que podem ser influenciados pelo avanço das atividades minerárias na região.

A seleção dos componentes ambientais e sociais analisados baseou-se na identificação dos impactos já registrados nos estudos ambientais disponíveis, sendo orientada principalmente pelas análises da vulnerabilidade do ambiente. Para isso, foram considerados o EIA do Empreendimento Minas-Rio (FERREIRA ROCHA, 2016) e o EIA do Projeto Serra da Serpentina (AMPLA ENGENHARIA, 2022). Através desses documentos foi possível identificar os impactos mais importantes e os componentes afetados por cada um deles, sendo submetidos posteriormente a alguns testes para identificação dos componentes ambientais, conforme proposto por Sánchez (2023) e apresentado na Figura 4.0.

Figura 4.0 – Procedimento para seleção de componentes ambientais e sociais para avaliar impactos cumulativos em um estudo de impacto ambiental



Fonte: Sánchez (2023)

Com o propósito de identificar exclusivamente os componentes suscetíveis a impactos cumulativos relevantes, considerando a presença de efeitos residuais e a influência potencial

de atividades passadas, atuais e futuras, foram elaboradas justificativas que avaliam efetivamente a natureza cumulativa desses impactos ao longo do tempo. A partir dessas análises, foram definidos os componentes estudados nesta AIC.

4.2 Definição da Área de Estudo

Este estudo foi conduzido no município de Conceição do Mato Dentro, localizado na região central do estado de Minas Gerais, Brasil, onde está localizado o empreendimento Minas-Rio e onde se pretende instalar o Projeto Serra da Serpentina. A definição da área de estudo baseia-se na localização dos empreendimentos minerários envolvidos e, principalmente, na distribuição espacial dos componentes ambientais e sociais selecionados para análise. A delimitação considera os locais onde esses componentes estão presentes e podem ser afetados pelos impactos cumulativos decorrentes das atividades de mineração.

Foram utilizadas bases cartográficas em formato shapefile, obtidas de fontes públicas confiáveis, como o IDE-Sisema, a Agência Nacional de Mineração (ANM) e os documentos técnicos dos processos de Licenciamento Ambiental, com destaque para o EIA do Projeto Serra da Serpentina (AMPLO ENGENHARIA, 2022), e o EIA do Empreendimento Minas-Rio Etapa 3 (FERREIRA ROCHA, 2016). A análise espacial foi realizada por meio do software QGis, que permitiu definir com precisão os limites da área de estudo a ser considerada na AIC, com base na ADA dos empreendimentos e na localização dos componentes selecionados.

4.3 Horizonte Temporal do Estudo

A definição do horizonte temporal deste estudo considerou tanto a retrospectiva histórica da atividade minerária na região de Conceição do Mato Dentro quanto a situação atual e projeções futuras, conforme a metodologia proposta por Sánchez (2023).

Cabe ressaltar que, embora o Projeto Serra da Serpentina ainda não esteja aprovado, o EIA deste Projeto, elaborado pela empresa Amplo Engenharia para a Vale S.A em 2022, foi utilizado como referência para a análise dos impactos potenciais.

O horizonte passado foi definido como o cenário anterior à implantação de qualquer empreendimento mineral na região, ou seja, em 2007, um ano antes em que foi emitida a Licença Prévia (LP) do Empreendimento Minas-Rio. Todavia também foi definido um marco

principal para indicar o limite pretérito de estudo conforme mencionado por Sánchez (2023): a implantação do Empreendimento Minas-Rio, cuja LI foi emitida em dezembro de 2009, que acarretou nos primeiros impactos sentidos na região em 2010 e a operação do Empreendimento Minas-Rio através da LO nº 123/2014 obtida em 2014, considerado o marco inicial, que representou um ponto de inflexão na intensificação da mineração na região, provocando alterações significativas nos componentes ambientais e socioeconômicos locais. Dessa forma, o horizonte passado contempla os anos de 2007 a 2014.

Para o horizonte presente, considerou-se o empreendimento Minas-Rio em sua configuração atual, incluindo todas as ampliações autorizadas ao longo do processo de licenciamento: Step 1, Step 2 e Step 3. Step 1: Refere-se à área da jazida original licenciada, que já estava em operação e quase exaurida em relatórios recentes; Step 2: Compreende as áreas ao norte e ao sul da jazida do Step 1, que estão em processo de mineração. Step 3: É a área mais ao sul da planta, que envolve o desenvolvimento da Etapa 3 do projeto, incluindo a expansão da mina e o avanço das operações.

Para o horizonte futuro, considerou-se a previsão de início da operação do Projeto Serra da Serpentina com base nos prazos legais para análise dos estudos e na validade das licenças ambientais (LP, LI e LO), bem como na estimativa de sua vida útil apresentada nos estudos ambientais (AMPLO ENGENHARIA, 2022). Além disso, foram consideradas as projeções de operação contínua do Empreendimento Minas-Rio, conforme descrito no Plano de Fechamento de Mina (ARCADIS, 2023).

4.4 Definição de Cenários e Base de Referência para AIC

Para a projeção de cenários futuros, é fundamental compreender a situação dos componentes ambientais no passado, no presente e nas possíveis condições futuras, considerando diferentes trajetórias hipotéticas. Neste estudo, foram definidos dois cenários contrastantes com o objetivo de avaliar a evolução da mineração na região de Conceição do Mato Dentro e os impactos cumulativos associados.

- Cenário 1 – Situação Atual (Minas-Rio): contempla exclusivamente o empreendimento atualmente em operação, o Empreendimento Minas-Rio. Para este cenário, foi realizado o levantamento do estado dos componentes ambientais e sociais

antes da implantação do empreendimento (condição passada) e após sua instalação e operação (condição atual), permitindo identificar os impactos já consolidados.

- Cenário 2 – Expansão da Mineração (Minas-Rio + Serra da Serpentina): inclui, além do Empreendimento Minas-Rio, o Projeto Serra da Serpentina, considerado como empreendimento em fase de planejamento e, portanto, potencialmente previsível. Este cenário permite avaliar os impactos cumulativos que poderão incidir sobre os componentes ambientais e sociais selecionados, caso ambos os empreendimentos estejam em operação no futuro.

A construção dos cenários teve como objetivo estimar a provável situação futura dos componentes ambientais e sociais afetados, considerando a intensificação da atividade minerária e suas implicações sobre o território. Para isso, foi realizada uma análise com o EIA do Projeto Serra da Serpentina (AMPLIO ENGENHARIA, 2022) e o EIA do Projeto de Extensão da Mina do Sapo (FERREIRA ROCHA, 2016).

Além desses documentos técnicos, foram incorporadas informações geoespaciais da Plataforma MapBiomas, dados demográficos provenientes do IBGE (2022) e estudos acadêmicos voltados à realidade socioambiental da região, como o trabalho de Andrade (2024), que discute os desastres socioambientais e a violência em contextos minerários, e de Lara (2015), que analisa a dinâmica demográfica e econômica de Conceição do Mato Dentro.

A incorporação dessas fontes permitiu uma abordagem mais abrangente e sensível às dinâmicas territoriais, aos conflitos socioambientais e aos potenciais efeitos cumulativos da mineração. As referências serão retomadas na seção de discussão, como suporte aos tópicos analisados e às interpretações propostas.

Cabe destacar que, neste estudo, a definição dos cenários foi realizada de forma integrada a etapa de Estabelecimento da Base de Referência para AIC, ou seja, o Diagnóstico da AIC, que prevê três principais atividades em sua preparação conforme discutido por Sánchez (2023):

- Identificar as causas e os processos indutores de mudanças no estado de cada componente selecionado;
- Realizar análise retrospectiva do estado de cada componente selecionado e projetar tendências;

- Avaliar a vulnerabilidade de cada componente em face dos processos indutores de mudança.

Para a identificação dos processos indutores de mudanças em cada componente, foram analisados os projetos selecionados para realização desta AIC, o Empreendimento Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina, bem como a influência que a intensificação da atividade minerária gerada pela simultaneidade dos projetos no município de Conceição do Mato Dentro exerce sobre os componentes selecionados.

A análise retrospectiva de cada componente está detalhada nos itens 5.4.1, 5.4.2 e 5.4.3, os quais abordam os cenários considerados na AIC, contemplando as situações passadas, presentes e futuras, conforme estabelecido no horizonte temporal do estudo.

No que se refere à realização da etapa da base de referência do estudo exige o mapeamento da vulnerabilidade dos componentes analisados. A avaliação da vulnerabilidade foi conduzida a partir de sua relação inversa com a resiliência, entendida como a capacidade do componente de absorver perturbações e reorganizar-se, mantendo funções, estruturas e retroalimentações essenciais (WALKER et al., 2006). Dessa forma, a vulnerabilidade manifesta-se quando o componente não apresenta resiliência suficiente para suportar tais mudanças.

A análise de cada componente foi realizada por meio de um quadro que descreve sua situação de referência, considerando a condição de linha de base, o nível de resiliência ao estresse e o grau de vulnerabilidade, conforme a metodologia proposta por Sánchez (2023). A resiliência, segundo Walker et al. (2006), pode ser classificada como alta, média ou baixa, dependendo da capacidade do componente de absorver impactos e reorganizar-se sem perder suas propriedades fundamentais. Assim, a vulnerabilidade corresponde justamente à insuficiência dessa capacidade, configurando-se como o oposto da resiliência.

4.5 Análise de Impactos Cumulativos.

A análise de impactos cumulativos compreende três tarefas principais: a identificação, a previsão da magnitude e a determinação da significância dos impactos cumulativos. Essas tarefas não são diferentes daquelas usuais na preparação de um EIA. Uma distinção fundamental, porém, é que não se trata de avaliar os impactos de um único projeto, mas de

um conjunto de projetos que, cumulativamente, concorrem para modificar a qualidade ambiental (SÁNCHEZ, 2023).

A identificação de impactos cumulativos visou explicar as relações de causalidade e descrever quais serão os impactos sobre os componentes selecionados. Para isso, foi elaborado um quadro contemplando o componente, a fonte de impacto direto e o impacto cumulativo, de acordo com a metodologia proposta por Sánchez (2023).

No que concerne à previsão de impactos, esta informa sobre a magnitude esperada de um impacto. A magnitude corresponde a uma descrição da intensidade ou de quanto determinado componente será afetado. A magnitude de um impacto é o desvio de uma condição de referência, ou seja, a diferença entre uma condição futura prevista e a condição de referência. Essa condição de referência é a situação do componente sem a perturbação causada pelo conjunto de projetos (SÁNCHEZ, 2023, p. 148).

Para este estudo, foi realizada uma previsão quantitativa dos impactos, baseada na modelagem de cenários elaborada para os componentes selecionados. As análises foram apresentadas em um quadro que contempla: (i) os efeitos atuais, já consolidados com o Empreendimento Minas-Rio; (ii) os efeitos futuros associados ao Projeto Serra da Serpentina; (iii) o efeito adicional do projeto, ou seja, a quantificação do componente selecionado considerando os impactos adicionais; e (iv) determinação da magnitude dos impactos cumulativos utilizando o critério baseado na metodologia proposta por Sánchez (2023), que concerne no intervalo de efeito adicional do projeto sob o efeito atual, determinado na coluna (iii):

- Efeito adicional ($> 100\%$): Grande Magnitude
- Efeito adicional ($> 50\% < 100\%$): Intermediária Magnitude
- Efeito adicional ($> 0\% < 50\%$): Pequena Magnitude
- Efeito adicional ($< 0\%$ (negativo)): Desprezível Magnitude

Para a determinação da significância de impactos, a regra é básica. São significativos os impactos “fortes”, isto é, de grande magnitude, que afetam os componentes selecionados no contexto da análise. Trata-se de cotejar alguma medida de magnitude do impacto, como sua

intensidade, com alguma qualificação da vulnerabilidade do componente (SÁNCHEZ, 2023).

Sánchez (2023) apresenta uma matriz para avaliação da significância dos impactos (Quadro 2.0), fundamentada exclusivamente na vulnerabilidade do componente e na magnitude do impacto, permitindo, assim, determinar sua significância. Neste estudo, essa matriz foi aplicada considerando que a vulnerabilidade do componente foi previamente estabelecida e detalhada no item 5.4, enquanto a magnitude foi definida antes da análise de significância, descrita no item 5.5.

Quadro 2.0 – Matriz de significância de impactos

Vulnerabilidade do componente	Classes de magnitude do impacto			
	Desprezível	Pequena	Intermediária	Grande
Baixa	Mínima	Mínima	Baixa	Moderada
Média	Mínima	Baixa	Moderada	Moderada
Alta	Baixa	Moderada	Elevada	Elevada
Muito Alta	Baixa	Moderada	Elevada	Muito Elevada

Fonte: Sánchez (2023)

4.6 Proposição de Medidas de Mitigação, Acompanhamento e Gestão

De acordo com Sánchez (2023), há fundamentalmente três estratégias de mitigação de impactos cumulativos:

- Redução, reparação ou compensação de impactos adversos do grupo de projeto.
- Melhoria do desempenho e redução de impacto de empreendimentos existentes cujas atividades afetem os componentes selecionados.
- Melhoria da condição, aumento da resiliência ou redução da vulnerabilidade dos componentes ambientais ou sociais afetados pelos projetos, empreendimentos e outros indutores de mudança.

Assim, as medidas de mitigação propostas para os impactos sobre os componentes selecionados foram estruturadas com base nessas três estratégias, com o objetivo de melhorar a condição ou reduzir a vulnerabilidade de cada componente.

4.7 Acompanhamento e Gestão

O acompanhamento e a gestão devem ser uma responsabilidade partilhada entre governos, empreendedores e organizações da sociedade civil (SÁNCHEZ, 2023).

Para a proposição de medidas de acompanhamento e gestão foi elaborado um quadro estruturado com as seguintes informações: (i) componente selecionado; (ii) outras fontes adicionais de impacto, além dos empreendimentos Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina; (iii) impactos cumulativos identificados; (iv) significância dos impactos cumulativos; e (v) medidas de mitigação, acompanhamento e gestão propostas, direcionadas às empresas, às autoridades governamentais e às comunidades locais.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Componentes Ambientais e Sociais Afetados

Através da análise do EIA do Projeto Serra da Serpentina (AMPLO ENGENHARIA, 2022) e do EIA do Empreendimento Minas-Rio (FERREIRA ROCHA, 2016), foi possível identificar os principais itens com potencial de vulnerabilidade do ambiente, decorrentes das atividades minerárias na região de Conceição do Mato Dentro, MG. Cada aspecto e/ou impacto foi correlacionado aos respectivos componentes ambientais e sociais afetados, o que permitiu uma sistematização preliminar dos elementos mais sensíveis. Essa análise está apresentada no Quadro 3.0.

Quadro 3.0 – Componentes ambientais e sociais afetados por aspectos e impactos ambientais decorrentes dos dois projetos minerários estudados.

Aspecto/Impacto Ambiental	Principal Componente Afetado
Supressão vegetal	Flora
Contaminação de solos	Solo
Geração de empregos/Migração laboral	Serviços públicos urbanos
Intervenção em cursos d’água	Disponibilidade hídrica
Poluição atmosférica	Qualidade do ar
Conflitos com comunidade locais	Comunidades tradicionais
Intervenção em bens do patrimônio cultural	Patrimônio cultural
Emissão de ruídos	Comunidades vizinhas

Fonte: Autor (2025)

Esses componentes foram, então, submetidos a testes metodológicos, conforme proposto por Sánchez (2023), com o objetivo de selecionar apenas os componentes sujeitos a impactos cumulativos. Esse processo está representado no Quadro 3.1, que sintetiza a lógica de seleção dos componentes prioritários para aprofundamento analítico.

Quadro 3.1 – Seleção de componentes ambientais e sociais

Componente	Selecionado?	Principais Motivos
Flora	Sim	Ambos os projetos requerem supressão de vegetação. Há acúmulo histórico de alterações da cobertura vegetal nativa na região.
Solo	Não	Na área de Conceição do Mato Dentro, os solos identificados apresentam, de modo geral, profundidade elevada e boa estruturação, características que favorecem maior resiliência frente a perturbações antrópicas. Esses atributos contribuem para uma melhor infiltração de água, estabilidade física e capacidade de regeneração do solo após intervenções, reduzindo sua suscetibilidade a processos erosivos e à degradação quando comparados a solos rasos ou pouco desenvolvidos. No entanto, a resposta do solo às perturbações está diretamente condicionada às suas propriedades físicas, químicas e biológicas, bem como à intensidade e duração das intervenções realizadas (EMBRAPA, 2018; LEPSCH, 2011).

Fonte: Autor (2025)¹

¹ Continua...

Quadro 3.1 – Seleção de componentes ambientais e sociais

Serviços públicos urbanos	Sim	O empreendimento Minas-Rio já provocou um expressivo crescimento populacional na região como o registrado em 2011, e a expectativa é que o Projeto Serra da Serpentina também contribua significativamente para esse aumento, e a atuação simultânea dos empreendimentos pode gerar pressão sobre os serviços públicos locais, como saúde, educação e transporte.
Disponibilidade Hídrica	Sim	Apesar de captarem água em córregos distintos, os empreendimentos compartilham afluentes da bacia do rio do Peixe, integrante da bacia do rio Santo Antônio, responsável pelo abastecimento de Conceição do Mato Dentro. Essa conexão hidrográfica intensifica os impactos cumulativos, especialmente sobre a disponibilidade dos recursos hídricos.
Qualidade do ar	Não	Monitoramentos existentes indicam que as concentrações de material particulado (MP), gases e poeira estão dentro dos limites legais e ambientais. A manutenção da qualidade do ar próxima aos padrões de referência sugere baixa vulnerabilidade do componente.

Fonte: Autor (2025)²

² Continuação...

Quadro 3.1 – Seleção de componentes ambientais e sociais sujeitos a impactos cumulativos

Comunidades tradicionais	Não	Os estudos ambientais dos empreendimentos Minas-Rio e Serra da Serpentina indicam baixa ou nenhuma interferência sobre comunidades tradicionais indígenas e quilombolas na região, bem como está fora dos raios de restrição do IDE-Sisema.
Patrimônio cultural	Não	As análises realizadas apontam que os impactos sobre o patrimônio cultural são pontuais e não apresentam caráter cumulativo. As áreas de influência dos empreendimentos não coincidem com bens tombados ou sítios arqueológicos relevantes, conforme os levantamentos realizados.
Comunidades vizinhas	Não	Os receptores sensíveis, ou seja, a população, estão localizados a uma distância suficiente em que a propagação sonora é significativamente atenuada, reduzindo o potencial de impacto cumulativo

Fonte: Autor (2025)³

Perante o exposto, a seleção dos componentes ambientais e sociais para esta AIC baseou-se na identificação de elementos sujeitos a pressões simultâneas e recorrentes, decorrentes da atuação conjunta dos empreendimentos Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina. Foram consideradas a sobreposição espacial e temporal das atividades.

³ Conclusão

O componente flora foi incluído devido à necessidade de supressão de vegetação nativa por ambos os empreendimentos, especialmente em área de Mata Atlântica, que é protegida pela Lei nº 11.428/2006 (BRASIL,2006). A continuidade dessas intervenções pode intensificar os impactos sobre os remanescentes vegetais, tornando essencial a análise cumulativa desse componente.

Em relação aos recursos hídricos, foi selecionado o componente disponibilidade hídrica, uma vez que, embora a captação ocorra em córregos distintos, ambos os projetos utilizam afluentes da bacia do rio do Peixe, que integra a bacia do rio Santo Antônio, responsável pelo abastecimento do município. Essa interconexão hidrográfica estabelece uma relação direta entre os empreendimentos e a disponibilidade hídrica regional.

No âmbito social, foi selecionado o componente serviços públicos urbanos. O empreendimento Minas-Rio já provocou um expressivo crescimento populacional na região, e há expectativa de que o Projeto Serra da Serpentina contribua para esse aumento, com a chegada de centenas de trabalhadores. A atuação simultânea dos empreendimentos pode gerar pressão adicional sobre os serviços públicos locais, como saúde, educação, transporte e habitação.

Os cenários de cumulatividade para os componentes selecionados, considerando seus estados no passado, presente e projeções futuras, serão detalhados no item 5.4 deste estudo, permitindo uma compreensão abrangente da evolução dos impactos e subsidiando a prospecção de cenários futuros.

5.2 Área de Estudo

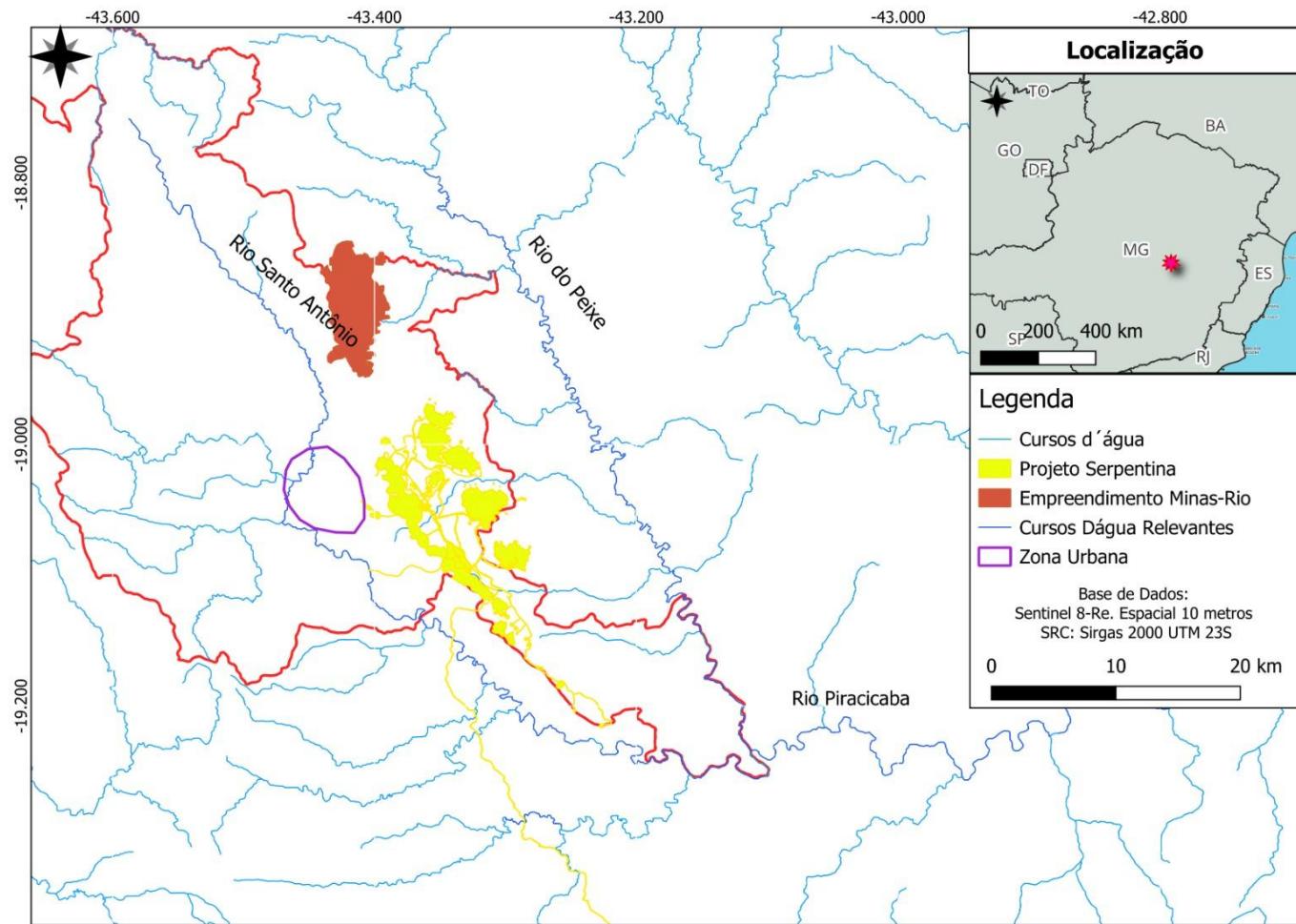
A delimitação da área de estudo está diretamente relacionada aos objetivos e à finalidade da avaliação. No contexto deste trabalho, voltado à AIC, a localização dos componentes afetados define os limites da área de estudo, uma vez que são esses componentes que evidenciam a cumulatividade dos impactos. Ainda assim, conforme destacado por Sánchez (2023), é possível estabelecer áreas distintas para cada componente selecionado, de acordo com suas especificidades.

Considerando que os componentes ambientais selecionados foram a flora e a disponibilidade hídrica, e o componente social selecionado foi serviços públicos urbanos, foram delimitadas

áreas de estudo distintas. A flora ficou concentrada na ADA dos empreendimentos Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina, enquanto os componentes disponibilidade hídrica e serviços públicos urbanos se concentraram na zona urbana do município de Conceição do Mato Dentro.

Dessa forma, a área de estudo abrangeu tanto as localizações do atual e futuro empreendimento quanto todo o território municipal de Conceição do Mato Dentro. Cabe destacar que o mineroduto do empreendimento Minas-Rio não foi contemplado neste estudo. A Figura 5.0 contempla a área de estudo delimitada.

Figura 5.0 – Área de Estudo



Fonte: Autor (2025)

5.3 Horizonte Temporal

No presente estudo, foram considerados três horizontes temporais: o passado, presente e o futuro, cada qual delimitado por marcos específicos.

O horizonte passado foi definido como o cenário anterior à implantação de qualquer empreendimento mineral na região, sendo adotada a data de 2007, um ano antes da emissão da LP do Empreendimento Minas - Rio. Todavia também foi definido um marco principal para indicar o limite pretérito de estudo conforme mencionado por Sánchez (2023): a implantação do Empreendimento Minas-Rio, cuja LI foi emitida em dezembro de 2009, que acarretou nos primeiros impactos sentidos na região em 2010, bem como o início da operação por meio da LO obtida em 2014, considerado o marco inicial de operação, que representou um ponto de inflexão na intensificação da mineração na região, provocando alterações significativas nos componentes ambientais e socioeconômicos locais.

Para o horizonte presente, considerou-se o empreendimento Minas-Rio em sua configuração atual, incluindo todas as ampliações autorizadas ao longo do processo de licenciamento: Step 1, Step 2 e Step 3.

Para a projeção do horizonte futuro, foram definidos dois marcos temporais. O primeiro deles corresponde à previsão de início das operações do Projeto Serra da Serpentina. Embora o processo tenha sido arquivado pela Vale S.A. em 2023, um acordo firmado em dezembro de 2024 transferiu à Anglo American a responsabilidade de dar continuidade ao projeto. Diante disso, torna-se necessário estabelecer uma cronologia estimada para o início das atividades, com base nos prazos máximos estipulados pelo órgão ambiental do estado de Minas Gerais, tanto para a análise dos processos quanto para a validade das licenças ambientais previstas em um LAT, considerando ainda, que a Anglo American realizará novos estudos ambientais para o Projeto Serra da Serpentina.

Considerando os prazos médios para elaboração e tramitação do LAT, estima-se um período de aproximadamente dois anos para a produção dos estudos ambientais, a partir de 2025, ano em que o projeto passou oficialmente à responsabilidade da Anglo American. Esse período seria seguido por cerca de um ano destinado à análise técnica pelo órgão ambiental estadual, conforme previsto no artigo 24 da Deliberação Normativa COPAM nº 217/2017, que trata

do licenciamento ambiental envolvendo EIA/RIMA, necessário para atividades que causam significativo impacto ambiental.

Após a emissão da LP, com validade de até cinco anos, e da Licença de Instalação LI válida por até seis anos, conforme estabelecido na mesma normativa, projeta-se a obtenção da LP para 2028, da LI para 2033 e da LO por volta de 2039. Assim, estima-se que o início das operações do Projeto Serra da Serpentina ocorra em 2039. Todavia, ressalta-se que há componentes ambientais e sociais selecionados, como a Flora e Serviços Públicos Urbanos que podem ser impactados já na fase de instalação do projeto, estimada para 2033.

Para o segundo marco temporal do horizonte futuro, foi considerada as projeções de operação contínua do Projeto Minas-Rio, cuja vida útil está prevista até o ano de 2074 considerando suas ampliações, conforme apresentado no Plano de Fechamento de Mina (ARCADIS, 2023). Tratando-se do Projeto Serra da Serpentina, foi adotada como referência a estimativa de vida útil do projeto conforme indicado no EIA, que projeta uma vida útil de aproximadamente 39 anos após o início da operação (AMPLO ENGENHARIA, 2022), sendo estimada então para 2078. A delimitação dos horizontes temporais, portanto, abrange o intervalo entre 2007 e 2078, conforme Figura 6.0.

Figura 6.0 – Histórico do empreendimento Minas-Rio e Perspectivas do Projeto Serra da Serpentina



Fonte: Autor (2025)

5.4 Cenários e Base de Referência para AIC

A avaliação de vulnerabilidade de cada componente em face dos processos indutores de mudança está apresentada no Quadro 4.0, conforme metodologia proposta por Sánchez (2023), evidenciando relação inversa à resiliência do componente. Dessa forma, quanto

maior a capacidade de um componente de resistir ao estresse, menor será sua vulnerabilidade no ambiente.

Quadro 4.0 – Situação de referência dos componentes selecionados

Componente Selecionado	Condição de linha de base	Resiliência ao Estresse	Vulnerabilidade
Flora	Grande parte da área dos empreendimentos é/ era composta por formações vegetais de elevada relevância ecológica e alta biodiversidade, conforme literaturas que tratam sobre a região.	Baixa – as mudanças decorrentes da supressão vegetal tendem a persistir a longo prazo, uma vez que as áreas suprimidas foram ou serão ocupadas por infraestruturas dos empreendimentos.	Alta
Disponibilidade Hídrica	Os grandes volumes de água outorgados para o empreendimento Minas-Rio, conforme estabelecido no EIA, já resultam em escassez hídrica para os moradores locais. Com a soma do volume necessário para a operação do Projeto Serra da Serpentina, estima-se uma intensificação significativa da escassez na região.	Baixa – as alterações decorrentes do elevado volume de água captado para atividades industriais tendem a persistir ao longo de toda a vida útil dos empreendimentos.	Alta

Fonte: Autor (2025)⁴

⁴ Continua...

Quadro 4.0 – Situação de referência dos componentes selecionados

Componente Selecionado	Condição de linha de base	Resiliência ao Estresse	Vulnerabilidade
Serviços Públicos Urbanos	A rápida intensificação do processo de urbanização no município, decorrente principalmente das fases de implantação e operação dos empreendimentos, tem sobrecarregado as infraestruturas locais.	Média – as alterações decorrentes do boom demográfico tendem a persistir por alguns anos; entretanto, o município tende a adaptar sua infraestrutura para atender à nova demanda populacional.	Alta

Fonte: Autor (2025)⁵

A análise retrospectiva de cada componente foi abordada nos cenários da AIC, detalhados nos itens 5.4.1, 5.4.2 e 5.4.3.

Neste estudo, foram definidos dois cenários distintos para a análise dos impactos cumulativos da atividade minerária na região de Conceição do Mato Dentro. O primeiro cenário contempla exclusivamente o empreendimento atualmente em operação, o Minas-Rio, permitindo avaliar a evolução dos componentes ambientais desde a condição anterior à sua implantação (passado) até a situação atual. Já o segundo cenário incorpora, além do Minas-Rio, o Projeto Serra da Serpentina, considerado como empreendimento em fase de planejamento e, portanto, potencialmente previsível.

A construção desses cenários tem como finalidade estimar a provável condição futura dos componentes ambientais e sociais selecionados, considerando diferentes graus de pressão antrópica e a intensificação das atividades minerárias no território.

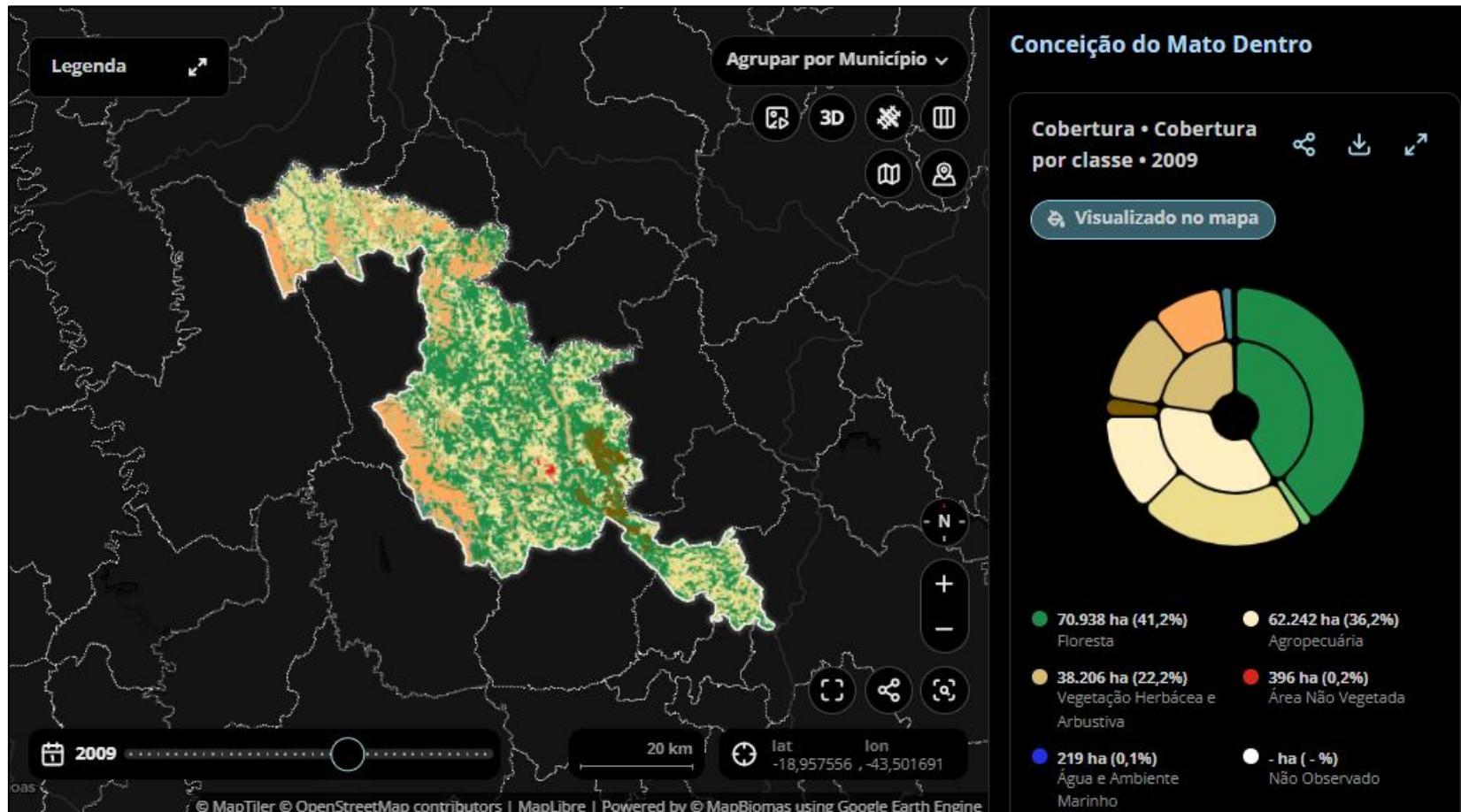
⁵ Conclusão

5.4.1 Cenário do Componente Ambiental Flora

A análise da cobertura vegetal nativa no município de Conceição do Mato Dentro, feita através da comparação de imagens de satélite dos anos de 2009 e 2024, revela um processo contínuo de supressão e fragmentação da vegetação ao longo das últimas décadas, intensificado pela implantação e expansão de empreendimentos minerários (Figura 7.0; Figura 7.1).

A implantação do empreendimento Minas-Rio, em 2010, representou um marco na transformação territorial de Conceição do Mato Dentro. No ano anterior, conforme ilustrado na Figura 7.0, a categoria de Área Não Vegetada ocupava apenas 396 hectares, o equivalente a 0,2% da área total do município.

Figura 7.0 – Uso e Cobertura da Terra em Conceição do Mato Dentro em 2009

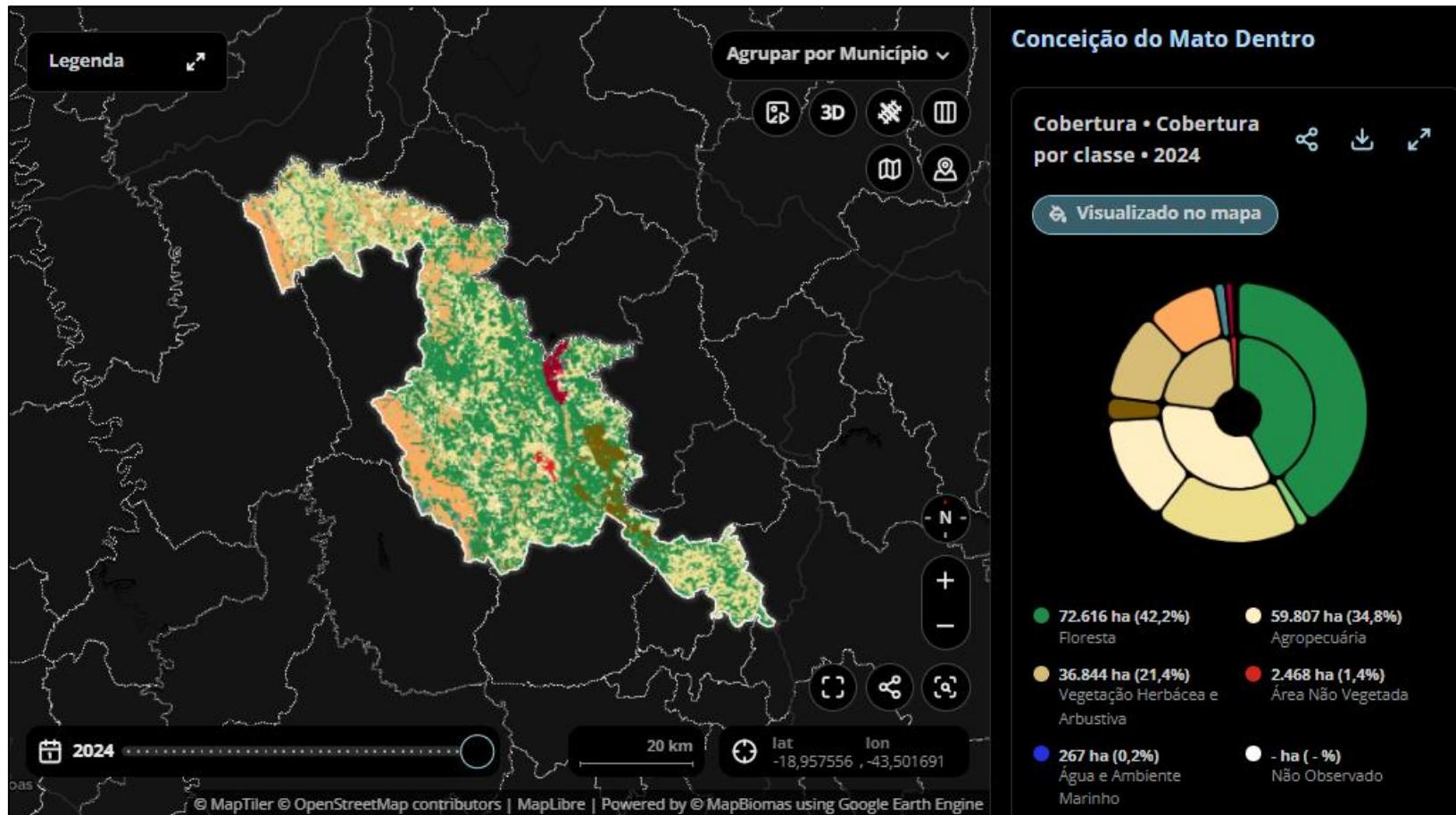


Fonte: MapBiomas (2025)

Analisando os dados de 2024, observa-se uma intensificação significativa na ocupação de Áreas Não Vegetadas no município de Conceição do Mato Dentro, conforme ilustrado na Figura 7.1. A extensão dessas áreas alcançou 2.468 hectares, representando um crescimento expressivo de 523% em relação ao ano de 2009, quando foram registrados apenas 396 hectares.

A categoria “Área Não Vegetada”, conforme definida pela plataforma MapBiomas, inclui superfícies expostas, áreas de mineração, obras civis, estradas e outras formas de ocupação que substituem a cobertura vegetal original (Figura 7.2).

Figura 7.1 – Uso e Cobertura da Terra em Conceição do Mato Dentro em 2024

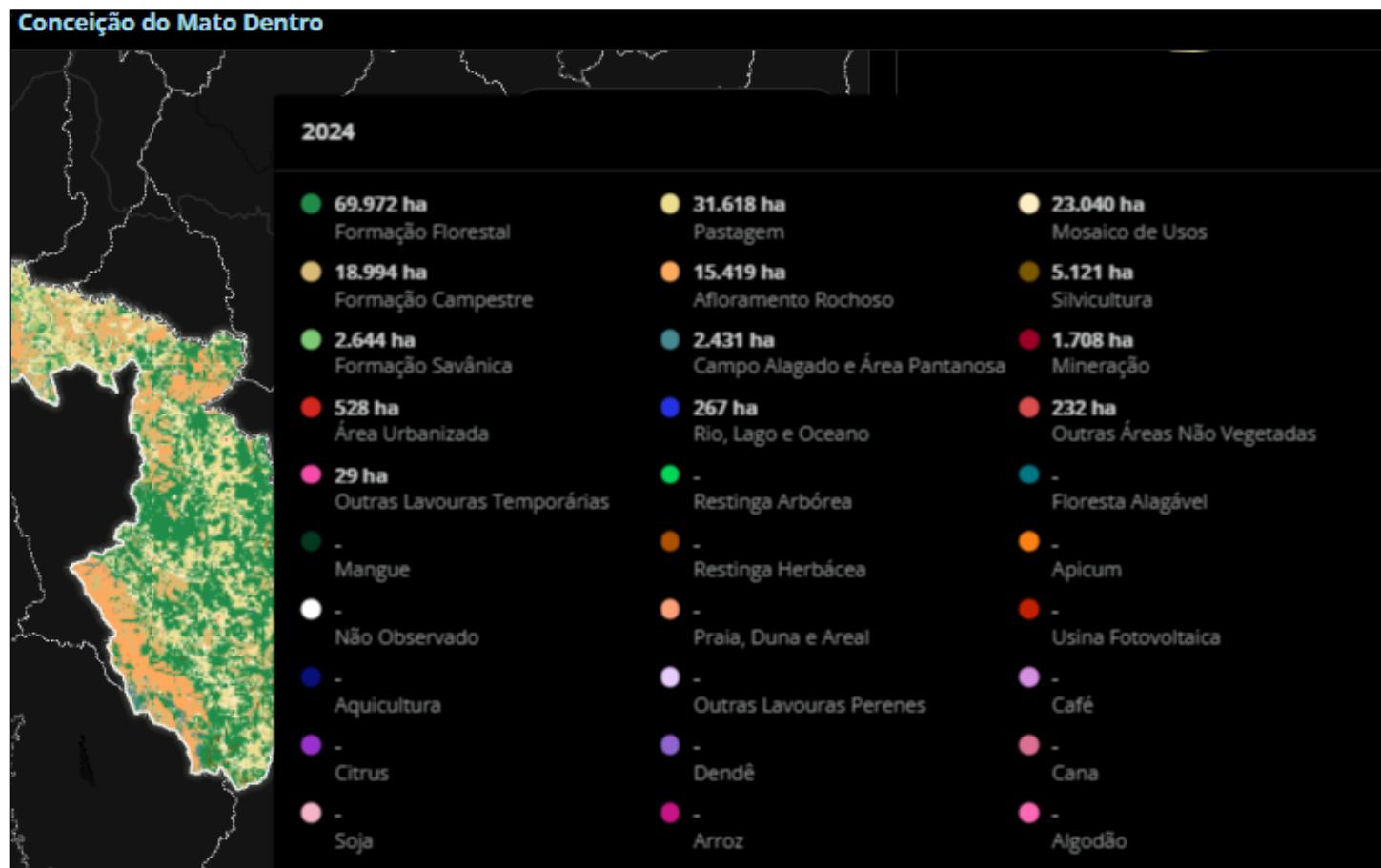


Fonte: MapBiomas (2025)

Dentre os 2.468 hectares classificados como “Área Não Vegetada” no município de Conceição do Mato Dentro, destacado em vermelho na Figura 7.1, aproximadamente 1.708 hectares estão diretamente vinculados à atividade minerária (Figura 7.2). Esse valor representa cerca de 69% do total dessa categoria no município. Cabe destacar que a clara mancha vermelha na Figura 7.1 sobrepõe aos limites da ADA do Empreendimento Minas-Rio.

Esse dado evidencia o papel central da mineração como principal vetor de transformação da paisagem local, contribuindo de forma significativa para a substituição da cobertura vegetal nativa por superfícies expostas e estruturas operacionais. A expansão das áreas mineradas não apenas altera a configuração espacial do território, mas também intensifica os processos de fragmentação ecológica, degradação do solo e comprometimento dos serviços ecossistêmicos, como a regulação hídrica e a conservação da biodiversidade.

Figura 7.2 – Uso e Cobertura da Terra por Classe em Conceição do Mato Dentro em 2024



Fonte: MapBiomas (2025)

Com a previsão de implantação do Projeto Serra da Serpentina, estima-se uma nova onda de supressão vegetal. De acordo com os estudos ambientais elaborados pela Amplo Engenharia (2022), estima-se a supressão de aproximadamente 4.005,68 hectares de vegetação nativa e áreas reflorestadas. Dentre essas, destacam-se 2.352,22 hectares de formações florestais, que correspondem a ecossistemas de alta relevância ecológica e biodiversidade. Além disso, serão suprimidos 381,01 hectares de formações campestres, 85,60 hectares de campo de várzea, e 74,47 hectares de candeial, vegetações típicas do bioma Cerrado e da Serra do Espinhaço, reconhecidas por sua fragilidade e importância para a conservação da fauna e flora locais. Soma-se a isso a retirada de 55,40 hectares de reflorestamento com floresta semidecidual e 1.056,98 hectares de áreas de silvicultura, evidenciando que mesmo áreas em processo de recuperação ou uso sustentável serão impactadas (AMPLO ENGENHARIA, 2022).

Diante das projeções futuras vinculadas ao Projeto Serra da Serpentina, estima-se que o cenário futuro do componente ambiental Flora na região de Conceição do Mato Dentro será marcado por acentuada supressão vegetal, uma vez que a “Área Não Vegetada” poderá atingir aproximadamente 6.473,68 hectares na próxima década, representando um aumento de 160% em relação ao valor atual de 2.468 hectares. Esse crescimento, que equivale a 2,6 vezes a extensão atual, está diretamente associado à expansão dos processos minerários, especialmente com a implantação do Projeto Serra da Serpentina e a continuidade das operações do Minas-Rio. Cabe ressaltar que outras atividades não contempladas neste estudo, como atividades industriais, agricultura, e etc, podem agravar ainda mais esse cenário.

5.4.2 Cenário do Componente Ambiental Disponibilidade Hídrica

O município de Conceição do Mato Dentro, localizado em uma zona de transição entre o Cerrado e a Mata Atlântica, era historicamente reconhecido por sua abundante disponibilidade hídrica. A presença de nascentes preservadas e córregos limpos favorecia o abastecimento direto de comunidades rurais, como Água Quente, que dependiam desses recursos para o consumo humano, agricultura familiar e demais atividades cotidianas. As condições naturais da região contribuíam para a formação de diversos cursos d’água, consolidando uma percepção de segurança hídrica entre os moradores (PRATES, 2014).

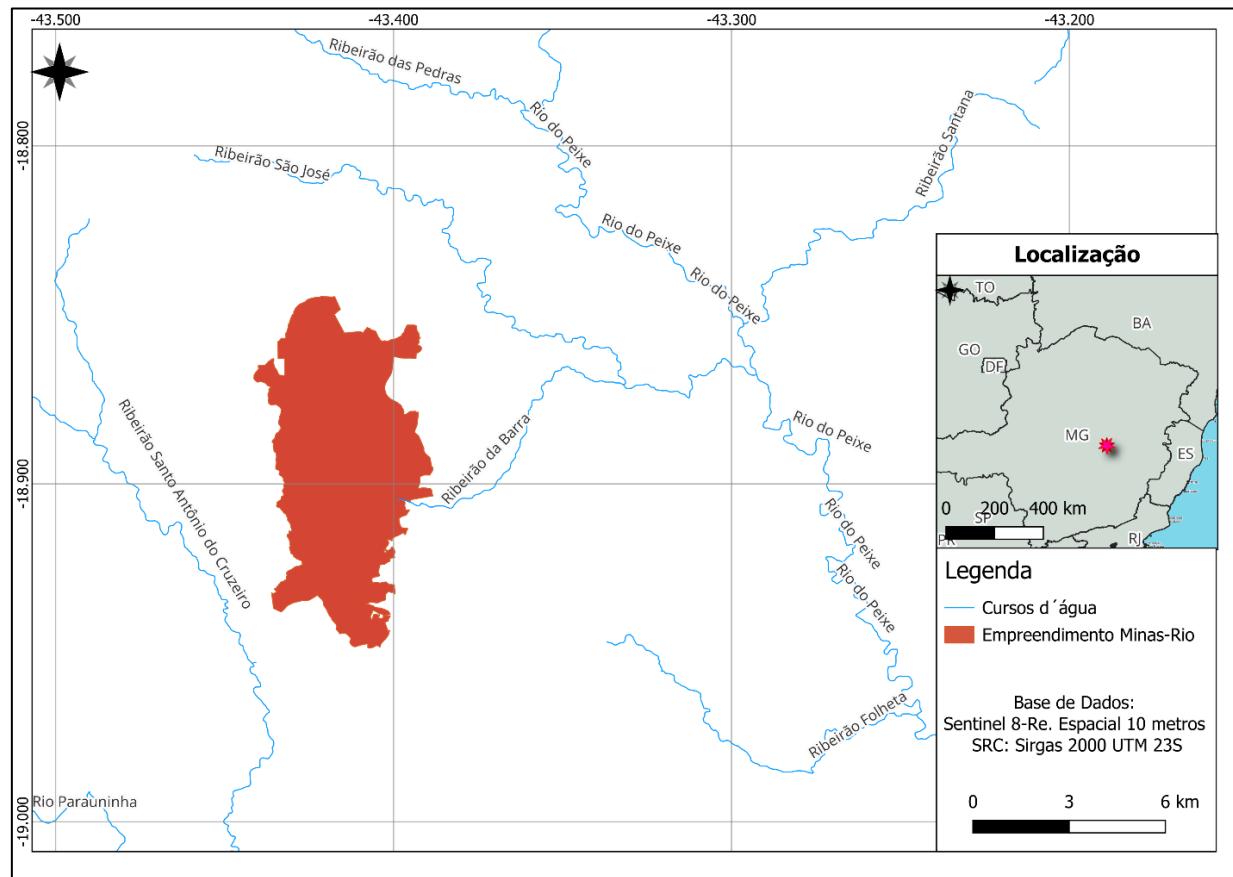
Essa realidade começou a se transformar com a implantação do projeto Minas-Rio. A comunidade de Água Quente, passou a enfrentar, desde 2010, episódios de assoreamento e poluição em córregos locais, especialmente no Córrego Passa Sete, comprometendo a qualidade e a disponibilidade da água. Os impactos ambientais geraram uma mudança significativa na relação da população com os recursos hídricos, antes abundantes e confiáveis, agora marcados por escassez e degradação (ABREU, 2014).

Nesse contexto, a gestão dos recursos hídricos em Conceição do Mato Dentro tornou-se ainda mais complexa, exigindo um equilíbrio entre os usos urbanos e industriais da água. O Córrego Passa Sete é apontado como afluente de um ribeirão denominado Ribeirão São José, que, por sua vez, deságua no Rio do Peixe. O Rio do Peixe é um dos principais componentes da Bacia Hidrográfica do Rio Santo Antônio, que faz parte da Bacia do rio Doce, da qual também faz parte o Rio Santo Antônio. O abastecimento público municipal é realizado majoritariamente a partir do Rio Santo Antônio, que fornece água à Estação de Tratamento de Água (ETA), abastecendo a população local, integrando, assim, o município à Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-SANTO ANTÔNIO, 2015).

A conexão entre esses corpos hídricos é especialmente relevante diante da atuação do projeto Minas-Rio, que realiza uma das maiores captações da região justamente no rio do Peixe. Com vazão outorgada de 2.500 m³/h (equivalente a 694,44 L/s), essa captação é destinada às atividades de lavra, beneficiamento e transporte de minério por meio do mineroduto (CÁRITAS, 2023a).

A Figura 8.0 apresenta os corpos hídricos ao entorno do Empreendimento Minas-Rio, no Município de Conceição do Mato Dentro

**Figura 8.0 – Corpos hídricos ao entorno do
Empreendimento Minas-Rio em Conceição do Mato
Dentro**



Fonte: Autor (2025)

O volume captado representa um uso expressivo, com potencial de afetar diretamente a disponibilidade hídrica do rio Santo Antônio, sobretudo em períodos de estiagem. Além da vazão outorgada para captação no Rio do Peixe, a empresa também possui outorgas para captações em outros corpos d'água. O EIA da Etapa 2 do Empreendimento Minas-Rio, detalha todas as captações outorgadas (Figura 8.1).

**Figura 8.1 – Captações outorgadas do Empreendimento
Minas-Rio**

Empreendedor	Portaria	Data de Publicação	Tipo	Finalidade	Modo de Uso	Curso d'água	UTM X	UTM Y	Vazão (m ³ /h)
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2250/2008	04/12/2008	Superficial	Consumo industrial	Captação	Rio do Peixe	684.815	7.901.832	2.499,84
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	303/2010	02/02/2010	Subterrâneo	Consumo humano	Captação	Poço tubular	668.775	7.908.827	5
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	559/2010	27/02/2010	Subterrâneo	Consumo humano e industrial	Captação	Poço tubular	665.883	7.911.499	59,14
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2523/2010	29/09/2010	Subterrâneo	Consumo humano	Captação	Poço tubular	669.271	7.908.699	2,26
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2909/2010	18/11/2010	Subterrâneo	Consumo humano, industrial e irrigação	Captação	Poço tubular	665.715	7.909.526	180
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	581/2010	27/02/2010	Superficial	Consumo industrial, disposição de rejeitos e recirculação de água	Captação em barramento com regularização	Córrego Passa Três ou Passa	686.644	7.913.778	1.706,40
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2516/2010	25/09/2010	Superficial	Drenagem de curso d'água	Canalização e retificação de curso	Córrego sem nome (afluente ME do Córrego Água Santa)	665.644	7.912.114	-
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2517/2010	25/09/2010	Superficial	Aspersão de vias e contenção de poeira	Captação em barramento com regularização	Córrego Vargem Grande	687.641	7.909.567	79,2
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2813/2010	04/11/2010	Superficial	Canalização para implantação de pilha de estéril	Canalização e retificação de curso	Córrego Candela Mansa	665.701	7.909.272	-
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	295/2011	16/02/2011	Superficial	Consumo humano, industrial e irrigação	Captação em curso d'água	Ribeirão Santo Antônio	663.957	7.903.410	500,04
Anglo American Minério de Ferro Brasil S/A	2261/2011	30/07/2011	Subterrâneo	Consumo humano	Captação	Poço tubular	668.257	7.910.408	1,64
Enesa Engenharia S/A	811/2013	24/04/2013	Subterrâneo	Consumo humano	Captação	Poço tubular	668.934	7.908.686	3
Borbagato Agroindustrial S/A	128/2013	22/01/2013	Subterrâneo	Consumo humano	Captação	Poço tubular	667.889	7.912.846	3

Fonte: Adaptado de Ferreira Rocha (2016)

Somando todas as captações outorgadas relacionadas acima que interferem na disponibilidade hídrica do Município de Conceição do Mato Dentro, chegamos ao valor de 5039,52 m³/h, que equivale a aproximadamente 1399,87 L/s. Realizando alguns comparativos, considerando o consumo per capita de água de 189,5 Litros/hab.dia (CÁRITAS, 2023a), conclui-se que:

$$\text{População Abastecida} = \frac{1399,87 \frac{\text{L}}{\text{s}} \times 86.400}{189,5 (\frac{\text{L}}{\text{hab. dia}})} = 638.181 \text{ habitantes}$$

Conforme exposto, a vazão de água outorgada seria suficiente para abastecer uma população de 638.181 habitantes. Comparando essa população com os 23.163 habitantes do município de Conceição do Mato Dentro (IBGE, 2022), a vazão outorgada abasteceria uma população cerca de 28 vezes a população atual.

Neste cenário, que contempla apenas o Empreendimento Minas-Rio, diversas reclamações de escassez hídrica foram registradas, conforme relato de Elizete Pires da Sena, moradora de Passa Sete, em Audiência Pública que teve como objetivo tornar público e debater os impactos da mineração nos recursos hídricos da região. que aconteceu no dia 07 de março na Câmara Municipal de Conceição do Mato Dentro.

“Antes da mineração chegar nas comunidades, nunca faltou água. [...] Tinha rio, tinha os peixes, os bois sempre bebiam água no rio. Depois que a mineração chegou, acabou com tudo e não acabou só com a água. Acabou com a vida, com a cultura, com a identidade... primeiramente eles destruíram a cachoeira de Passa Sete, colocando um mar de lama em cima da nossa cabeça. Depois, em 2014, mataram o rio, poluíram todo o rio e mataram os peixes. Por que só depois da mineração a água foi poluída? Por que só depois o rio foi morto? Por que só depois da mineração as nascentes secaram? [...] Acabou com a área de lazer do povo, acabou com a agricultura familiar. [...] Eu peço que vocês olhem pelas nossas comunidades, pela nossa vida mesmo” (CÁRITAS, 2023b).

Somado a isso, com a previsão de implantação do Projeto Serra da Serpentina, estima-se um cenário com nova onda de dificuldades referente à disponibilidade hídrica. De acordo com os estudos ambientais elaborados pela Amplo Engenharia (2022), o Projeto Serra da Serpentina provocará mudanças significativas na disponibilidade hídrica de Conceição do Mato Dentro, devido principalmente ao rebaixamento do lençol freático e à supressão de nascentes e trechos de cursos d'água (AMPLO ENGENHARIA, 2022).

O Projeto Serra da Serpentina prevê diferentes sistemas de captação de água para atender às fases de implantação e operação. Durante a implantação, serão utilizados dois sistemas independentes: um no Rio São João, com vazão estimada de 25 m³/h, para abastecer as obras da unidade de tratamento de minério, cavas e pilhas; e outro no Rio Piracicaba, com 15 m³/h, destinado às obras da área de filtragem de concentrado e pera ferroviária, totalizando 40 m³/h. Já na fase operacional, a maior demanda será suprida pelo Rio Santo Antônio, com vazão de 1.115 m³/h, para atividades como selagem de bombas, alimentação da ETA, filtragem, reservatórios e combate a incêndio., enquanto o Rio Piracicaba fornecerá 375 m³/h para make-up de bombas, lavagem de filtros e alimentação da ETA. Assim, a soma das captações na operação atinge 1.490 m³/h (cerca de 414 L/s), garantindo o abastecimento necessário para os processos industriais e serviços do empreendimento (AMPLO ENGENHARIA, 2022).

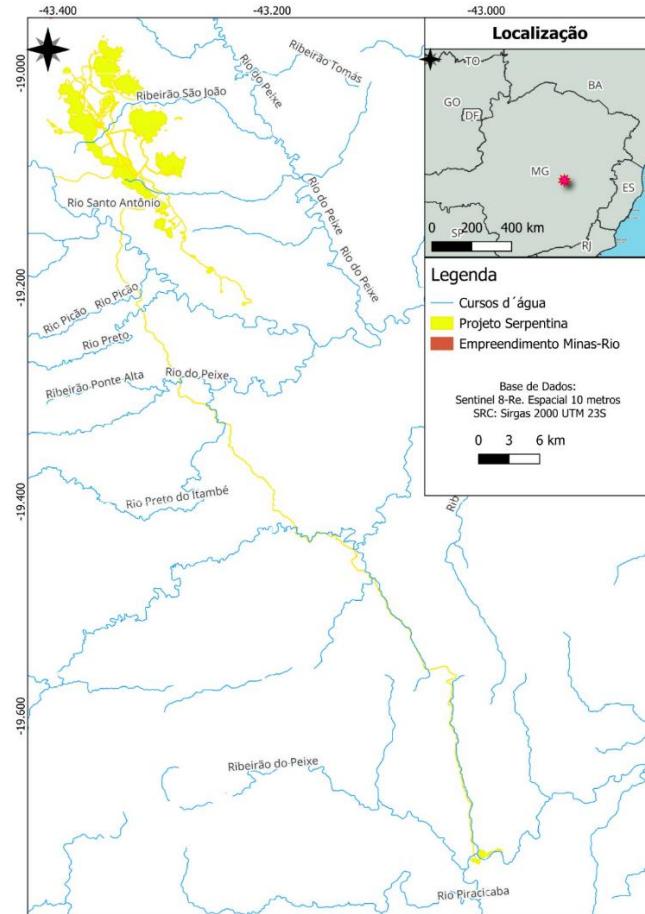
Quadro 5.0 – Vazões necessárias para o Projeto Serra da Serpentina

Rio	Vazão (m ³ /h)	Vazão (L/s)
Rio São João	25	6,94
Rio Piracicaba	390	108,34
Rio Santo Antônio	1.115	309,72

Fonte: Autor (2025)

A Figura 8.2 apresenta os corpos hídricos ao entorno do Projeto Serra da Serpentina, no Município de Conceição do Mato Dentro

Figura 8.2 – Corpos hídricos ao entorno do Projeto Serra da Serpentina em Conceição do Mato Dentro



Fonte: Autor (2025)

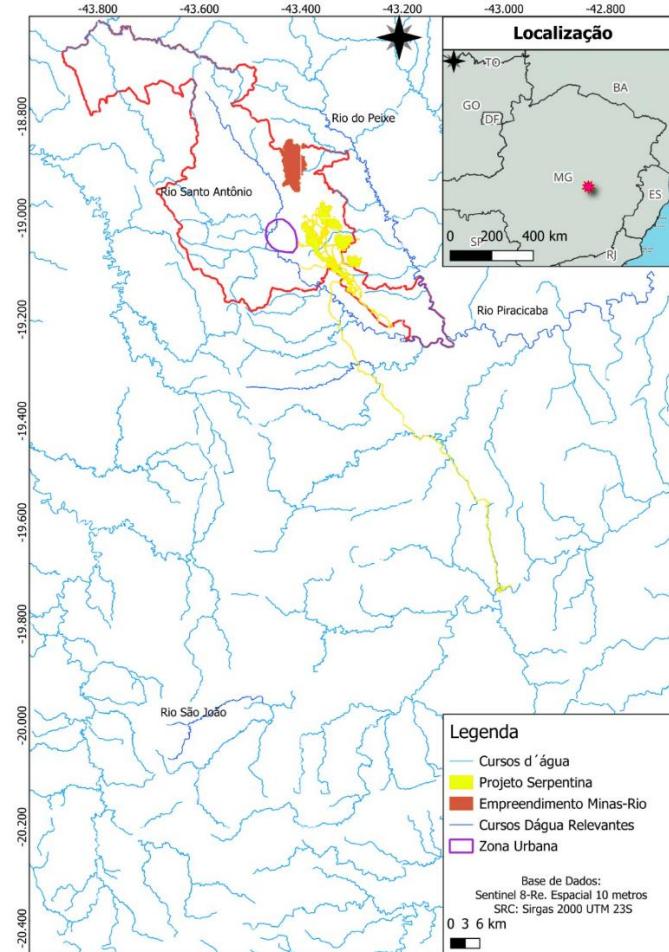
Dessa forma, ressalta-se que o maior volume de água a ser captado pelo Projeto Serra da Serpentina ocorrerá no Rio Santo Antônio, curso d’água que constitui a principal fonte de abastecimento público do município de Conceição do Mato Dentro, ademais o Rio Piracicaba também compõe a Bacia do Rio Doce e interfere diretamente no Rio Santo Antônio. Para avaliar os impactos dessa captação, foram realizados comparativos considerando o consumo per capita de 189,5 litros por habitante/dia (CÁRITAS, 2023a), e a soma da vazão prevista para retirada do Rio Santo Antônio e Rio Piracicaba (Quadro 5.0), por serem os mananciais que afeta diretamente a disponibilidade hídrica do município. A partir dessa análise, conclui-se que:

$$\text{População Abastecida} = \frac{418,06 \frac{L}{s} \times 86.400}{189,5 (\frac{L}{hab. dia})} = 190.533 \text{ habitantes}$$

Esta vazão seria suficiente para abastecer uma população de 190.533 habitantes. Comparando essa população com os 23.163 habitantes (IBGE, 2022), do município de Conceição do Mato Dentro, a vazão captada abasteceria uma população cerca de 8 vezes a população atual.

Considerando o exposto, a concomitância das operações do Empreendimento Minas-Rio e do Projeto Serra da Serpentina caracteriza um cenário de elevada criticidade, uma vez que a demanda hídrica combinada de ambos os empreendimentos equivale ao volume necessário para abastecer uma população aproximadamente 36 vezes superior à atual. Ressalta-se que o município de Conceição do Mato Dentro já apresenta indícios de escassez hídrica decorrentes da captação realizada pelo Minas-Rio no Rio do Peixe, afluente do Rio Santo Antônio, este último responsável pelo abastecimento público municipal. Importa destacar que o mesmo corpo hídrico será utilizado para suprir as necessidades operacionais do Projeto Serra da Serpentina, aumentando consideravelmente a criticidade quanto a disponibilidade hídrica na região. A conexão entre os cursos d’água encontra-se representada na Figura 8.3.

Figura 8.3 – Conexões entre os cursos d’água no Município de Conceição do Mato Dentro



Fonte: Autor (2025)

5.4.3 Cenário do Componente Social Serviços Públicos Urbanos

De acordo com os dados dos Censos Demográficos, o município de Conceição do Mato Dentro apresentava uma população residente de 18.721 habitantes em 1991. Nas duas décadas seguintes, observou-se uma leve redução populacional, com 18.637 habitantes em 2000 e 17.908 em 2010 (IBGE, 2024). Esse cenário começou a se transformar com a chegada do empreendimento Minas-Rio, da Anglo American, cuja implantação provocou mudanças significativas na dinâmica populacional local.

Estudo elaborado pela Synergia Consultoria Socioambiental (2013), citado por Lara (2015), menciona sobre o comportamento populacional do município em função da implantação e operação do empreendimento. Considerando apenas a sede urbana, a maior demanda de mão de obra ocorreu durante a Fase I de implantação, com um pico de 6.610 trabalhadores, número 57% superior ao previsto inicialmente nos estudos ambientais. Para a fase de operação, foi mencionada a contratação de 713 trabalhadores diretos, além de 746 empregos indiretos gerados pelo efeito-renda na região.

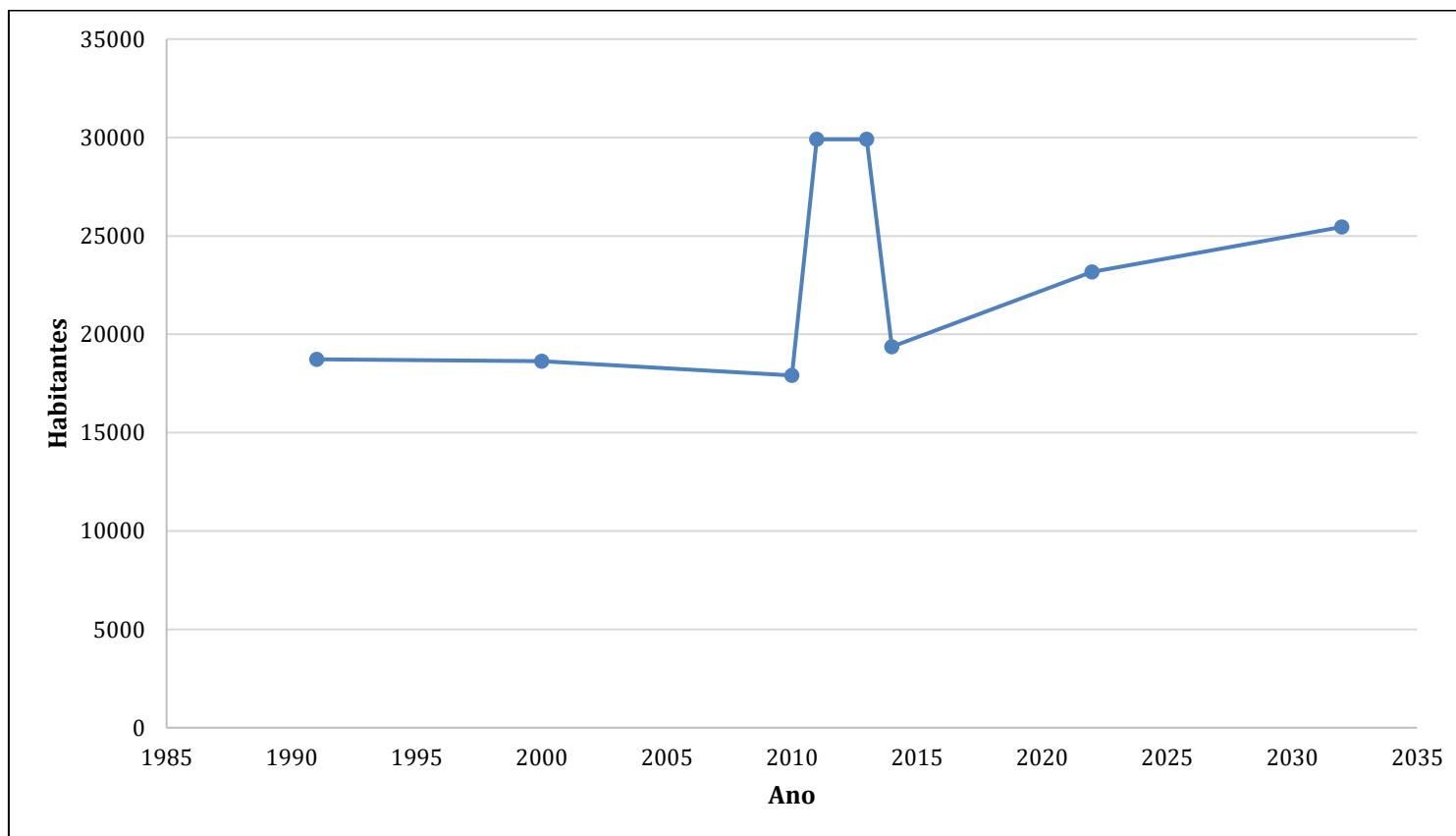
Complementando essas informações, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Gestão Ambiental de Conceição do Mato Dentro, em documento publicado no primeiro semestre de 2015, indicou que, embora os estudos ambientais previssem a contratação de cerca de 4.000 trabalhadores no pico das obras, esse número teria alcançado 12.000 funcionários durante a fase de implantação, que foi de 2011 a 2013 (LARA, 2015). Esse contingente representa um aumento de aproximadamente 67% em relação à população residente em 2010, elevando o número de habitantes para cerca de 29.908 pessoas em um curto intervalo de tempo.

Com o término da fase de implantação e o início da fase de operação em 2014, o número de trabalhadores foi reduzido para 1.459, considerando os empregos diretos e indiretos não residentes no município. Assim, estima-se que a população do município tenha se estabilizado em torno de 19.367 habitantes nesse período, refletindo a permanência de parte dos trabalhadores e o impacto duradouro do empreendimento na estrutura demográfica local (LARA, 2015). Atualmente, considerando o Censo Demográfico realizado em 2022, estima-se 23.163 habitantes no município de Conceição do Mato Dentro (IBGE, 2022).

Além disso, projeta-se um novo crescimento populacional expressivo, ainda que temporário, em Conceição do Mato Dentro, decorrente da futura implantação do Projeto Serra da Serpentina (Figura 8.0). Durante a fase de implantação, estimada em aproximadamente 3,5 anos, prevê-se a mobilização de cerca de 2.300 trabalhadores, incluindo mão de obra direta e indireta (AMPLA ENGENHARIA, 2022). Contudo, é importante destacar que esse número pode ser substancialmente superior, conforme aconteceu no empreendimento Minas-Rio. Esse contingente representa uma nova pressão sobre a infraestrutura urbana e os serviços públicos locais que passará de 23.163 habitantes para 25.463, podendo esse quantitativo sofrer variações significativas como aconteceu no Minas-Rio.

A Figura 9.0 apresenta um gráfico contemplando a urbanização acelerada

**Figura 9.0 – Urbanização acelerada
no município de Conceição do Mato
Dentro**



Fonte: Autor (2025)

Estudos apontam que esse tipo de crescimento populacional está frequentemente associado ao aumento da violência, da prostituição, do tráfico de drogas e de crimes contra o patrimônio, como furtos e roubos (ANDRADE, 2024). A literatura também destaca que situações de estresse social e insegurança territorial, provocadas por mudanças abruptas na dinâmica local, contribuem para o agravamento da violência interpessoal e para a desestruturação do tecido social (ANDRADE, 2024). Além disso, o relatório da Universidade Federal Fluminense (UFF) revela que a exploração minerária em áreas vulneráveis tem gerado violações de direitos humanos e ampliado desigualdades sociais, especialmente em municípios que não possuem estrutura adequada para absorver os impactos da atividade (UFF, 2025).

5.5 Análise de Impactos Cumulativos

A etapa inicial da análise de impactos consiste na identificação dos impactos cumulativos. Conforme a abordagem proposta por Sánchez (2023), essa identificação deve considerar as interações entre diferentes fontes de impacto e seus efeitos sobre os componentes ambientais e sociais. O Quadro 6.0 apresenta essa análise, contemplando os componentes selecionados, suas respectivas fontes de impacto, os impactos diretos e os impactos cumulativos previstos, considerando a interação entre o Empreendimento Minas-Rio e o Projeto Serra da Serpentina no município de Conceição do Mato Dentro.

Quadro 6.0 – Identificação dos impactos cumulativos sobre os componentes ambientais e sociais selecionados

Componente	Fonte de impacto	Impacto direto	Impacto cumulativo
Flora	Supressão vegetal	Perda de habitats	Redução da conectividade ecológica e perda de biodiversidade em escala regional
Disponibilidade Hídrica	Captação de água em cursos d’água	Redução da disponibilidade hídrica local	Intensificação da pressão sobre recursos hídricos, comprometendo usos múltiplos (especialmente abastecimento doméstico) e ecossistemas aquáticos
Serviços Públicos Urbanos	Mão de Obra necessária para Fase de Instalação e Operação de empreendimentos	Aumento da demanda por infraestrutura urbana	Sobrecarga dos serviços públicos, expansão desordenada e pressão sobre habitação e saneamento

Fonte: Autor (2025)

A segunda etapa da análise de impactos correspondeu à previsão da magnitude dos impactos (Quadro 6.1). Conforme a metodologia proposta por Sánchez (2023), essa etapa busca

quantificar a intensidade do efeito sobre cada componente selecionado. Neste estudo, essa estimativa foi realizada por meio da modelagem de cenários, considerando as condições apresentadas no item 5.4, que descreve de forma quantitativa as situações presentes e futuras para cada componente.

Os resultados dessa análise estão consolidados no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 –Efeitos dos projetos sobre os componentes selecionados

Componente	Contextualização do dado quantitativo	Efeito atual	Efeito futuro (Projeto Serra da Serpentina)	Efeito adicional do projeto sob o efeito atual	Determinação da magnitude
Flora	Área não vegetada oriunda de atividades minerárias (hectares)	2.468 ha	2.468 ha + 4.005,68 ha = 6.473,68 L/s	+ 162,30%	Grande
Disponibilidade Hídrica	Volume captados nos cursos d’água que compõe o Município de Conceição do Mato Dentro (L/s)	1399,87 L/s	1399,87 L/s + 418,06 L/s = 1.817,93 L/s	+ 29,86%	Pequena
Serviços Públicos Urbanos	Aumento significativo da população do município de Conceição do Mato Dentro oriundo da demanda de mão de Obra (habitantes)	23.163 hab	23.163 hab + 2.300 hab = 25.463 hab	+ 9,93%	Pequena

Fonte: Autor (2025)

Cabe ressaltar que no que concerne ao efeito futuro (Projeto Serra da Serpentina) do componente serviços públicos urbanos o número pode ser substancialmente superior, conforme observado no empreendimento Minas-Rio.

Diante do exposto, ao aplicar a matriz de significância (Quadro 6.3) às análises de vulnerabilidade e magnitude dos componentes selecionados, obtêm-se os seguintes resultados:

Quadro 6.3 – Avaliação da significância dos impactos cumulativos

Componente	Vulnerabilidade	Magnitude	Significância
Flora	Alta	Grande	Elevada
Disponibilidade Hídrica	Alta	Pequena	Moderada
Serviços Públicos Urbanos	Alta	Pequena	Moderada

Fonte: Autor (2025)

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que os impactos cumulativos decorrentes da interação entre os Empreendimentos Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina apresentam diferentes níveis de magnitude e significância sobre os componentes analisados. A flora provavelmente será o componente mais afetado, com magnitude classificada como grande e significância elevada, indicando risco expressivo de redução da conectividade ecológica e perda de biodiversidade em escala regional. A disponibilidade hídrica também se destaca, com magnitude intermediária e significância elevada, o que reforça a vulnerabilidade dos ecossistemas aquáticos e risco de desabastecimento da população. Por outro lado, os impactos sobre os serviços públicos urbanos apresentam baixa magnitude e significância moderada, mas possuem elevado potencial de intensificação caso o número de trabalhadores ultrapasse significativamente as estimativas iniciais, situação já observada no empreendimento Minas-Rio.

5.6 Proposição de Medidas de Mitigação

Para o componente ambiental flora, recomenda-se inicialmente reduzir e compensar os impactos por meio de estudos de alternativas locacionais, do planejamento integrado das áreas de supressão vegetal, evitando fragmentação adicional, e da implementação de programas de compensação florestal em áreas equivalentes ou superiores às afetadas. A melhoria do desempenho dos empreendimentos existentes deve incluir ações como reforço dos programas de prevenção e combate a incêndios, monitoramento da regeneração natural e aperfeiçoamento das técnicas de revegetação. Por fim, para aumentar a resiliência do componente, sugere-se a criação de corredores ecológicos que garantam a conectividade

entre fragmentos florestais, bem como a implantação de viveiros para produção de espécies nativas e ameaçadas, fortalecendo a biodiversidade regional.

No caso do componente ambiental disponibilidade hídrica, as medidas de redução e compensação envolvem a otimização do consumo nos processos industriais, adoção de sistemas de reuso e instalação de estruturas para captação e armazenamento de água da chuva. A melhoria do desempenho dos empreendimentos existentes deve contemplar a revisão das outorgas, o monitoramento contínuo das captações e o investimento em tecnologias para redução de perdas no transporte e uso da água. Para aumentar a resiliência hídrica, recomenda-se a recuperação de nascentes e áreas de recarga, além da implementação de programas comunitários voltados ao uso racional da água e à proteção dos mananciais.

Por fim, para o componente social serviços públicos urbanos, as medidas de redução incluem o planejamento prévio para alojamento e infraestrutura básica destinada aos trabalhadores, bem como investimentos em saneamento e transporte público nas áreas de influência direta. A melhoria do desempenho dos empreendimentos existentes deve ocorrer por meio de parcerias com governos locais para ampliação dos serviços de saúde, educação e segurança, além do apoio a programas habitacionais que reduzam a pressão sobre áreas urbanas. Para aumentar a resiliência social, sugere-se a criação de conselhos comunitários para gestão participativa das demandas, bem como o incentivo à capacitação profissional local, reduzindo a migração externa e equilibrando a oferta de trabalho.

Essas medidas, articuladas entre empresas, autoridades governamentais e comunidades locais, visam não apenas mitigar os impactos cumulativos, mas também promover condições mais sustentáveis e resilientes para os componentes ambientais e sociais afetados pelos empreendimentos (Quadro 7.0).

Quadro 7.0 –Estratégias de mitigação dos impactos cumulativos

Componente	Estratégias de Mitigação		
	(i) Redução, reparação ou compensação	(ii) Melhoria do desempenho	(iii) Melhoria da condição e resiliência
Flora	Planejamento integrado para minimizar supressão vegetal; compensação florestal em áreas equivalentes ou superiores.	Reforço de programas de prevenção a incêndios; monitoramento da regeneração natural; aperfeiçoamento das técnicas de revegetação.	Criação de corredores ecológicos; implantação de viveiros para espécies nativas e ameaçadas.
Disponibilidade Hídrica	Otimização do consumo hídrico nos processos industriais; adoção de sistemas de reuso; captação e armazenamento de água da chuva.	Revisão das outorgas; monitoramento contínuo das captações; investimento em tecnologias para redução de perdas.	Recuperação de nascentes e áreas de recarga; programas comunitários de uso racional da água e proteção de mananciais.
Serviços Públicos Urbanos	Planejamento prévio para alojamento e infraestrutura básica; investimentos em saneamento e transporte público.	Parcerias com governos locais para ampliar serviços de saúde, educação e segurança; apoio a programas habitacionais.	Criação de conselhos comunitários para gestão participativa; incentivo à capacitação profissional local para reduzir migração externa.

Fonte: Autor (2025)

5.7 Acompanhamento e Gestão

O uso de ferramentas adequadas de gestão é necessário para mitigar impactos, e o monitoramento é fundamental para verificar se as ações de gestão têm sucesso e indicar necessidade de mudança ou adaptação dos programas de gestão (SÁNCHEZ, 2023).

Além disso, é fundamental estabelecer mecanismos de governança participativa, envolvendo empresas, órgãos governamentais e comunidades locais, para assegurar transparência, integração de informações e tomada de decisão baseada em evidências. A gestão da AIC deve

ser adaptativa, incorporando novos dados e cenários ao longo do tempo, de modo a reduzir vulnerabilidades, aumentar a resiliência dos sistemas afetados e promover a sustentabilidade regional (SÁNCHEZ, 2023).

O Quadro 8.0 apresenta um sumário das propostas de mitigação e monitoramento de impactos cumulativos, conforme metodologia descrita por Sánchez (2023), configurando-se como uma ferramenta estratégica para o acompanhamento das medidas de mitigação atribuídas aos respectivos responsáveis: empresas, autoridades governamentais e comunidades locais. Para tornar esse acompanhamento mais efetivo, recomenda-se a definição de prazos periódicos para avaliação, possibilitando uma análise integrada e adaptativa ao longo do tempo. No presente estudo, tais prazos não foram estabelecidos por não serem essenciais à análise proposta.

Quadro 8.0 –Ferramenta de acompanhamento e gestão dos impactos cumulativos

Componente	Outras fontes importantes de impacto	Impactos cumulativos dos projetos	Significância dos impactos cumulativos	Medidas de mitigação, acompanhamento e gestão propostas		
				Empresas	Autoridades	Comunidades locais
Flora	Supressão vegetal por expansão urbana; incêndios florestais; atividades agropecuárias.	Redução da conectividade ecológica e perda de biodiversidade em escala regional.	Elevada (alta vulnerabilidade + grande magnitude).	Planejamento integrado para minimizar supressão; compensação florestal; corredores ecológicos.	Fiscalização do desmatamento; criação de unidades de conservação.	Programas de educação ambiental
Disponibilidade Hídrica	Captação para irrigação agrícola; mudanças climáticas; uso doméstico intensivo.	Intensificação da pressão sobre recursos hídricos, comprometendo ecossistemas aquáticos e o abastecimento doméstico.	Elevada (alta vulnerabilidade + magnitude intermediária).	Uso eficiente da água; reuso industrial; monitoramento de vazões.	Regulamentação de outorgas; fiscalização de captações ilegais.	Campanhas de uso racional da água; proteção de nascentes.

Fonte: Autor (2025)⁶

⁶ Continua

Quadro 8.0 –Ferramenta de acompanhamento e gestão dos impactos cumulativos

Componente	Outras fontes importantes de impacto	Impactos cumulativos dos projetos	Significância dos impactos cumulativos	Medidas de mitigação, acompanhamento e gestão propostas		
				Empresas	Autoridades	Comunidades locais
Serviços Públicos Urbanos	Migração populacional; expansão urbana desordenada.	Sobrecarga de serviços públicos, pressão sobre habitação e saneamento. Aumento da violência e prostituição.	Moderada (alta vulnerabilidade + pequena magnitude).	Planejamento prévio para alojamento; investimentos em saneamento e transporte público; Capacitação de mão de obra.	Ampliação de serviços básicos; planejamento urbano integrado	Participação em conselhos municipais; projetos de melhoria urbana.

Fonte: Autor (2025)⁷

⁷ Conclusão

6 CONCLUSÃO

A realização da AIC nos componentes ambientais e sociais selecionados, considerando as fontes de impactos dos empreendimentos Minas-Rio e Projeto Serra da Serpentina, no município de Conceição do Mato Dentro, revelou a complexidade e a profundidade dos efeitos gerados pela sobreposição de atividades minerárias em regiões ambientalmente sensíveis e socialmente vulneráveis. A AIC possibilitou identificar componentes críticos, como flora, disponibilidade hídrica e serviços públicos urbanos, que podem sofrer pressões simultâneas e recorrentes, geralmente negligenciadas nos processos convencionais de AIA.

A análise demonstrou que os impactos cumulativos vão além da escassez hídrica, envolvendo também a fragmentação de ecossistemas, a perda de biodiversidade, a intensificação da urbanização desordenada, aumento da violência e a sobrecarga dos serviços públicos. Esses efeitos, quando considerados isoladamente, podem parecer de baixa magnitude, mas sua interação ao longo do tempo revela um cenário de degradação progressiva e de difícil reversão. A ausência de uma abordagem integrada nos processos de avaliação de impacto e licenciamento ambiental compromete não apenas a eficácia das medidas de mitigação, mas também a capacidade de antecipar riscos e planejar o desenvolvimento de forma sustentável.

Do ponto de vista institucional, o estudo evidencia a necessidade urgente de incorporar a AIC como instrumento obrigatório nos processos de licenciamento ambiental, especialmente em regiões como o Quadrilátero Ferrífero, onde a concentração de empreendimentos é elevada. A revisão das normativas vigentes, o fortalecimento dos órgãos ambientais e a ampliação da participação social são medidas fundamentais para garantir maior transparência, justiça ambiental e efetividade na gestão dos territórios afetados.

Conclui-se, portanto, que a AIC não deve ser vista como uma etapa complementar, mas como um eixo estruturante da avaliação ambiental moderna. Sua aplicação permite compreender os impactos em escala regional e temporal, promovendo uma visão sistêmica e preventiva. Ao reconhecer a interdependência entre os componentes ambientais e sociais, este estudo contribui para o avanço das práticas de avaliação no Brasil e reforça a importância de uma

abordagem mais estratégica, integrada e participativa na tomada de decisões que envolvem grandes empreendimentos.

7 RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, recomenda-se que a AIC seja incorporada de forma obrigatória aos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de grande porte, especialmente em regiões com múltiplas atividades antrópicas. Essa medida contribuiria para uma análise mais integrada e realista dos efeitos ambientais e sociais.

Sugere-se, ainda, a revisão das normativas ambientais vigentes, com a inclusão de metodologias específicas para a AIC, definição de responsabilidades e critérios técnicos claros para sua aplicação. A criação de instrumentos legais que orientem a prática da AIC é fundamental para garantir sua efetividade e legitimidade.

É recomendável o fortalecimento da atuação dos órgãos ambientais, por meio da capacitação técnica de seus profissionais e da adoção de ferramentas geoespaciais e modelagens preditivas. Essas tecnologias permitem uma análise mais precisa dos impactos e facilitam a construção de cenários futuros.

A ampliação da transparência e da participação social nos processos de licenciamento também se mostra essencial. Comunidades afetadas devem ter acesso às informações sobre impactos cumulativos e participar ativamente das decisões que envolvem o território em que vivem.

8 REFERÊNCIAS

- ABREU, M. Efeitos do Projeto Minas-Rio: estudo de caso da comunidade de Água Quente em Conceição do Mato Dentro.** Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://conflitosambientaismg.lcc.ufmg.br/wp-content/uploads/2014/12/Monografia-Marina-Abreu-Efeitos-do-Projeto-Minas-Rio.pdf>. Acesso em: 29 out. 2025.
- AMPLIO ENGENHARIA. Estudo de Impacto Ambiental – EIA: Projeto Serra da Serpentina.** Vale S.A. Conceição do Mato Dentro, MG, 2022. Disponível em: <https://ecosistemas.meioambiente.mg.gov.br/sla/#/acesso-visitante/115337/A-05-02-0>
- ANDRADE, R.L.M. Mineração, desastres socioambientais e crimes violentos: um olhar a partir da realidade de Mariana e Brumadinho.** Observatório de Segurança Pública de Minas Gerais. Diálogos Soberania e Clima, Especial N°2, maio 2024. Disponível em: <https://soberaniaeclima.org.br/wp-content/uploads/2025/04/Dialogos-Soberania-e-Clima-Especial-N2-MAIO-2024-pt-31-41.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.
- ANGLO AMERICAN BRASIL.** Anglo American conclui acordo para incorporar a Serra da Serpentina ao Minas-Rio. 2 dez. 2024. Disponível em: <https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/imprensa/noticias/2024/02-12-2024>. Acesso em: 13 out. 2025.
- ANGLO AMERICAN. Meio Ambiente – Plano de Mineração Sustentável.** Anglo American Brasil, 2023. Disponível em: <https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/sustabilidade/meio-ambiente>. Acesso em: 7 set. 2025.
- ARCADIS. Plano de Fechamento de Mina do Projeto Minas-Rio.** Conceição do Mato Dentro: Anglo American, mar. 2023. 25829-FM-RT-0003-Rev.3.
- BARBIERI, J. C. Avaliação de impacto ambiental na legislação brasileira.** Revista de Administração de Empresas, v. 35, p. 78-85, 1995.
- BARCELOS, E; COSTA, A. M; MILANEZ, B.; et al.** O Projeto Minas-Rio e seus impactos socioambientais: olhares desde a perspectiva dos atingidos. Relatório preliminar. Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB), Rio de Janeiro/Niterói, 2013. Disponível em: <https://aarj.files.wordpress.com/2014/09/relatorio-ac3a7u-e-cmd-2014.pdf>.
- BECKER, L. C.; PEREIRA, D. C. O Projeto Minas-Rio e o desafio do desenvolvimento territorial integrado e sustentado: a grande mina em Conceição do Mato Dentro.** CETEM, 2025. Disponível em: <https://mineralis.cetem.gov.br>. Acesso em: 7 set. 2025.
- BRANDT MEIO AMBIENTE. Estudo de Impacto Ambiental.** MMX - Minas Rio Mineração e Logística Ltda., 2007.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 15 jan. 2025.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

BRASIL MINERAL. Anglo American e Vale concluem acordo sobre Serra da Serpentina. 2024. Disponível em: <https://www.brasilmineral.com.br/noticias/anglo-american-e-vale-concluem-acordo-sobre-serra-da-serpentina>. Acesso em: 29 jan. 2025.

BRODERICK, M.; DURNING, B.; SÁNCHEZ, L. E. Cumulative Effects. In: THERIVEL, R.; WOOD, G. (ed.). **Methods of Environmental and Social Impact Assessment**. 4. ed. New York: Routledge, 2018. p. 649-677.

BRONZ, D. Nos bastidores do licenciamento ambiental: uma etnografia das práticas empresariais em grandes empreendimentos. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2016.

CÁRITAS. Relatório Técnico nº 001/2023 – Influência das atividades da Anglo American – Projeto Minas-Rio sobre os recursos hídricos na região de Conceição do Mato Dentro, Alvorada de Minas e Dom Joaquim. Conceição do Mato Dentro: ATI 39/NACAB; ATI 39/CÁRITAS, jan. 2023a.

CÁRITAS. Audiência pública promove debate sobre os impactos da mineração nos recursos hídricos. Cáritas MG, 17 mar. 2023b. Disponível em: <https://mg.caritas.org.br/noticias/audiencia-publica-promove-debate-sobre-os-impactos-da-mineracao-nos-recursos-hidricos?lang=pt>. Acesso em: 29 out. 2025.

CARVALHO, M. B.; MARQUES, E. E. Impactos cumulativos: uma revisão integrativa sobre os desafios da avaliação. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v. 19, n. 1, p. 12498–6981, 2025.

CEQ. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY. Considering Cumulative Effects Under the National Environmental Policy Act. Washington, DC, 1997.

CBH-SANTO ANTÔNIO - COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTO ANTÔNIO. Plano Municipal de Saneamento Básico – Conceição do Mato Dentro (MG): Prognóstico com objetivos e metas dos serviços de saneamento básico e alternativas institucionais de gestão (P4_R1). [S.I.], 2015. Disponível em: https://www.cbhsantoantonio.org.br/wp-content/uploads/2015/06/P4_R1_CONCEI%C3%87%C3%83O_DO_MATO_DENTRO.pdf. Acesso em: 29 out. 2025.

CORREIO DE MINAS. Megaprojeto da Vale planeja minerar a 3 quilômetros da capital mineira do ecoturismo. 2022. Disponível em: <https://correiodeminas.com.br/2022/12/21/megaprojeto-da-vale-planeja-minerar-a-3-quilometros-da-capital-mineira-do-ecoturismo/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

DE CASTRO PEREIRA, D. BECKER, L. C.; WILDHAGEN, R. O. Comunidades atingidas por mineração e violação dos direitos humanos: cenários em Conceição do Mato Dentro. **Revista Ética e Filosofia Política**, v. 1, n. 16, p. 124-150, 2013.

DIAS, T. H.; MADEIRA FILHO, W. Projeto Minas-Rio no entorno do Monumento Natural Serra da Ferrugem, MG, Brasil. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 35, n. 2, 2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/348141367>. Acesso em: 9 set. 2025.

DIBO, A. P. A.; NOBLE, B. F.; SÁNCHEZ, L. E. Perspectives on driving changes in project-based cumulative effects assessment for biodiversity: lessons from the Canadian experience. **Environmental Management**, v. 62, n. 6, p. 929-941, 2018. DOI: 10.1007/s00267-018-1086-6.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Brasileiro 2010**. Brasília: DNPM, 2010.

DURNING, B.; SÁNCHEZ, L. E. O processo de avaliação de impactos cumulativos. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 71, n. 7, p. 650, 2018.

EGLER, P. C. G. **Perspectiva de uso no Brasil do processo de avaliação ambiental estratégica**. Parcerias Estratégicas, Brasília: CGEE, v. 6, n. 11, p. 175-190, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

FERREIRA, I. L. **Mineração e conservação ambiental em Conceição do Mato Dentro: desafios de uma (des)ordenação territorial**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFMG, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br>. Acesso em: 7 set. 2025.

FERREIRA ROCHA. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA: Projeto de Extensão da Mina do Sapo**. Nova Lima: Anglo American, 2016. Disponível em: <<https://brasil.angloamerican.com/pt-pt/sustentabilidade/documentos-tecnicos-sobre-nossos-projetos/minas-rio>>. Acesso em: 9 set. 2025.

GESTA. GRUPO DE ESTUDOS EM TEMÁTICAS AMBIENTAIS. **Parecer sobre o documento “Estudo de atualização das áreas de influência (AI) do Projeto Minas-Rio mineração”**. Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <https://goo.gl/AYGQzT>.

GRZYBOWSKI, C. **Impactos ecossociais do empreendimento extrativista Minas-Rio da Anglo American**. Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas (Ibase), 2021. Disponível em: https://ibase.br/wp-content/uploads/2021/10/Impactos-ecossociais-Anglo-American_Grzybowski_Candido.pdf.

GUSTIN, M. Impactos da mineração na região de Conceição do Mato Dentro. In: **Relatório parcial do projeto Internacional de pesquisa Cidade e Alteridade**. Núcleo temático mineração na região de Conceição do Mato Dentro. Belo Horizonte, 2013.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Histórico – Conceição do Mato Dentro**. Disponível em:

<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/conceicao-do-mato-dentro/historico>. Acesso em: 5 dez. 2024.

IBRAM - INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO. Informações e análises da economia mineral brasileira. Brasília: IBRAM, 2010.

IDE-SISEMA. Instituto Estadual de Florestas – Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br>. Acesso em: 9 set. 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. Corredores Ecológicos: Estratégias para a conservação da biodiversidade em Minas Gerais. Belo Horizonte: IEF, 2015. Disponível em: <https://www.ief.mg.gov.br>. Acesso em: 9 set. 2025.

IN THE MINE. Vale adquire 15% de Minas-Rio da Anglo American. 2024. Disponível em: <https://www.inthemine.com.br/site/vale-adquire-15-de-minas-rio-da-anglo-american/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

LARA, Mariana Sena. A atividade minerária e a dinâmica demográfica/econômica em Conceição do Mato Dentro (MG). 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/IGCM-A8SMBM>. Acesso em: 14 out. 2025.

LARA, M. S.; LOBO, C.; GARCIA, R. A. Atividade minerária e a dinâmica migratória em Conceição do Mato Dentro/MG. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 26, n. 47, p. 759–784, set./dez. 2016. DOI: 10.5752/p.2318-2962.2016v26n47p759. Acesso em: 6 set. 2025.

LEITE, G. M. S. Mineração e Sustentabilidade: Contradições no Projeto Minas-Rio. Revista Além dos Muros, Ouro Preto, v. 5, n. 1, p. 45–67, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br>. Acesso em: 7 set. 2025.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, A. Q. Abordagem da poluição do ar na mineração: impactos, formas de monitoramento e controle. Universidade Federal do Pará, Marabá, 2009.

LIMA, J. R. S. Poluição atmosférica em regiões montanhosas: estudo de caso em Minas Gerais. 2009. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, Lívia Aguiar et al. Análise do uso e cobertura da terra em Conceição do Mato Dentro, Minas Gerais, de 1985 a 2022. In: Semana da Integração Ensino, Pesquisa e Extensão da UFVJM, Diamantina, 2025. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sintegra2024/922716-analise-do-uso-e-cobertura-da-terra-em-conceicao-do-mato-dentro-minas-gerais-de-1985-a-2022>. Acesso em: 27 out. 2025.

LIMA, M. A. **Poluição atmosférica em áreas de mineração: impactos e estratégias de controle.** In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 421–440.

MAPBIOMAS. **Plataforma MapBiomass Brasil.** Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 27 out. 2025.

MINAS GERAIS. **Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM.** Termo de Referência para Elaboração de EIA/RIMA para Extração de Areia na Região do Arenito Urucuia. Montes Claros: URC COPAM NM, 2012. Disponível em: <https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/N12f9itr2jwtNgKTI0xwwwLH9yKWmDe8.pdf>. Acesso em: 6 set. 2025.

MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa COPAM nº 217, de 06 de dezembro de 2017.** Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental. Diário do Executivo, Minas Gerais, 8 dez. 2017. Disponível em: https://mtr.meioambiente.mg.gov.br/documentos/DN_COPAM_217.pdf. Acesso em: 6 set. 2025.

MINAS GERAIS. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. **Termo de Referência para Elaboração de Estudos de Impacto Ambiental para Atividades Minerárias em Áreas Cárticas no Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte: FEAM, mar. 2005. Disponível em: <https://meioambiente.mg.gov.br/documents/38374/7117652/eia-areas-carsticas>. Acesso em: 6 set. 2025.

OLIVEIRA, V. R. S. **Impactos cumulativos na avaliação de impactos ambientais: fundamentação, metodologia, legislação, análise de experiências e formas de abordagem.** 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

PRATES, C. G . Mineração em Conceição do Mato Dentro: uma análise da Rede de Acompanhamento Socioambiental (REASA) como instância de ‘resolução’ de conflito. In: **Congresso Brasileiro de Geógrafos, 2014.** Disponível em: https://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404146458_ARQUIVO_ArtigoCBGCMD.pdf.

REVISTA MINERAÇÃO. **Sistema Minas-Rio: 10 anos de uma mineração que faz a diferença.** 2024. Disponível em: <https://revistamineracao.com.br/2024/10/30/sistema-minas-rio-10-anos-de-uma-mineracao-que-faz-a-diferenca/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

REVISTA MINÉRIOS. **Parceria entre Vale e Anglo American viabiliza Serra da Serpentina.** 2024. Disponível em: <https://revistaminerios.com/parceria-vale-anglo-american-serra-da-serpentina/>. Acesso em: 29 jan. 2025.

ROCHA, E. C.; CANTO, J. L.; PEREIRA, P. C. Avaliação de impactos ambientais nos países do MERCOSUL. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, p. 147-160, 2005.

RODRIGUES, G. S. S. C. A análise interdisciplinar de processos de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais: conflitos entre velhos e novos paradigmas. **Sociedade & Natureza**, v. 22, p. 267-282, 2010.

RODRIGUES, M. A.; GONÇALVES, W. M. Impactos ambientais da mineração na região de Conceição do Mato Dentro: uma análise da água superficial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 3, p. 1023–1038, 2018.

RODRIGUES, P. C. H.; GONÇALVES, F. A. A. **Análise Crítica Ambiental – Projeto Minas-Rio**. Superintendência de Projetos Prioritários – SEMAD/MG, 2018. Disponível em: https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/reunioes/uploads/v-5QLBTOgC_ZekxUObISFbXtD0RXmKIP.pdf. Acesso em: 7 set. 2025.

SALVADOR, N. N. B. **Avaliação de impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1989.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impactos cumulativos**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2023. ISBN 978-85-7975-357-2.

SANTOS, A. F. M.; FERREIRA, L. S. S.; PENNA, V. V. Impactos supostos, violência reais: a construção da legalidade na implantação do projeto Minas-Rio. In: ZHOURI, A. et al. **Mineração, violência e resistências: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil**. Marabá: iGuana, 2018.

SILVA, É. L. A; RIBEIRO, A. P. Conflitos e os impactos socioambientais sofridos pelas comunidades atingidas pelo projeto Minas-Rio da Anglo American: uma revisão sistemática. **Revista de Direito da Administração Pública**, v. 1, n. 2, 2023.

SLA. SISTEMA DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL. **Acesso Visitante**. Disponível em: <https://ecosistemas.meioambiente.mg.gov.br/sla/#/acesso-visitante/115337/A-05-02-0>. Acesso em: 5 fev. 2025.

THERIVEL, R.; ROSS, B. Cumulative effects assessment: Does scale matter? **Environmental Impact Assessment Review**, v. 27, n. 5, p. 365–385, 2007

UFF. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. **Relatório revela avanço da exploração e violações de direitos em conflitos de mineração no Brasil**. 2025. Disponível em: <https://www.uff.br/04-02-2025/relatorio-revela-avanco-da-exploracao-e-violacoes-de-direitos-em-conflitos-de-mineracao-no-brasil>. Acesso em: 14 out. 2025.

VAINER, C. B.; ROTHMAN, F. D. Vidas alagadas: conflitos socioambientais, licenciamento e barragens. **Estudos Avançados**, v. 1, p. 39-63, 2008.

VALE S.A. **Carta Vale 154_2023 – Arquivamento do Processo nº 7014921**. Nova Lima, 21 jul. 2023. Disponível em: <https://sistemas.meioambiente.mg.gov.br/licenciamento/site/view-externo?id=38817>. Acesso em: 8 set. 2025.

XAKRIABÁ, C. **Serra da Serpentina e o modelo predatório de mineração**. Cedefes, 2023. Disponível em: <https://www.cedefes.org.br>. Acesso em: 8 set. 2025.