



# ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia

## Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

FERNANDES, F. H. S.; PIMENTA, M.; AMBONI, M. P. M.; ALMEIDA, R. S.; RODRIGUES, G. B. F.; RAÍCES, D. S. L.. Mapeamento da compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração: subsídios para o planejamento ambiental territorial. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.053-060. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe\\_053-060.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_053-060.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.  
Consulte outras obras disponíveis em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br)

# **MAPEAMENTO DA COMPATIBILIDADE ENTRE A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO E O DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES DE MINERAÇÃO: SUBSÍDIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL TERRITORIAL**

*MAPPING THE COMPATIBILITY BETWEEN THE CONSERVATION OF BIODIVERSITY AND BRAZILIAN CAVES AND THE DEVELOPMENT OF MINING ACTIVITIES: SUBSIDIES FOR TERRITORIAL ENVIRONMENTAL PLANNING*

**Fernando Hiago Souza FERNANDES (1); Mayra PIMENTA (1) ; Mayra Pereira de Melo AMBONI (1); Renata Silva ALMEIDA (1); Guth Berger Falcon RODRIGUES (1); Daniel Santana Lorenzo RAÍCES (1)**

(1) Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio

**Contatos:** [coesp@icmbio.gov.br](mailto:coesp@icmbio.gov.br).

## **Resumo**

O mapeamento da compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e patrimônio espeleológico e o desenvolvimento das atividades de mineração foi construído a partir do cruzamento de informações espaciais sobre a sensibilidade da biodiversidade e geodiversidade, utilizando ferramenta de planejamento sistemático para conservação, e da exposição aos impactos. As análises são fundamentadas na hierarquia de mitigação de impactos ambientais e resultam na hierarquização da paisagem de áreas de “Muito baixa compatibilidade” até áreas de “Muito alta compatibilidade”. Essa classificação é um importante indicador de custo ambiental para empreendimentos e pode contribuir para a proposição e estabelecimento de ações que visam evitar, mitigar e compensar impactos residuais de empreendimentos ao fornecer subsídios para o planejamento ambiental territorial mais sustentável.

**Palavras-Chave:** Planejamento Sistemático para Conservação; Teoria da Hierarquia de Mitigação; Impacto ambiental; PRIM Mineração.

## **Abstract**

*The compatibility between biodiversity and cave conservation and the development of mining activities was mapped based on the intersection between impact exposure and biodiversity and geodiversity sensitivity, using a systematic planning tool for conservation. The analyzes are based on the hierarchy of mitigation of environmental impacts and result in the landscape ranking from areas of “Very Low Compatibility” to areas of “Very High Compatibility”. This classification is an important indicator of the environmental cost projects and can contribute to the proposition and establishment of actions that aim to avoid, mitigate and compensate for residual impacts by providing subsidies for more sustainable territorial environmental planning.*

**Keywords:** Systematic Conservation Planning; Mitigation Hierarchy Theory; Environmental Impact; PRIM Mineração.

## **1. INTRODUÇÃO**

A busca por soluções capazes de identificar áreas mais compatíveis entre a conservação ambiental e a exploração de atividades socioeconômicas é um fator limitante para atender a acordos e tratados internacionais de cada país, especialmente aqueles com elevada geodiversidade e biodiversidade (ICMBIO, 2018). No Brasil, tal desafio está atrelado ao setor minerário, considerando a configuração do país como um dos maiores exportadores de minerais metálicos do mundo (ANM, 2023) e com perspectivas de expansão da atividade (BRASIL, 2011), o que tor-

na necessária, a adoção de medidas e ações pela busca de espaços geográficos mais sustentáveis.

Entre as ações que podem contribuir para superação destes desafios está a proposição de soluções espaciais que busquem a não extinção de espécies, ambientes singulares e serviços ecossistêmicos associados (ausência de perda líquida de biodiversidade), ao mesmo tempo que tornem a conservação mais efetiva, reduzam o custo ambiental da exploração mineral e promovam, um processo de licenciamento ambiental mais ágil e menos dispendioso (ICMBIO, 2018).

A urgência em se propor um planejamento territorial em nível nacional que concilie os interesses ambientais e do setor mineral é ainda mais claro diante de evidências que apontam que a mineração é o vetor de ameaça de 179 espécies da fauna (ICMBIO, 2022), especialmente peixes e invertebrados, assim como da flora e do patrimônio espeleológico brasileiro.

As análises de compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento econômico são fundamentadas na hierarquia de mitigação de impactos ambientais (BBOP, 2009), que consiste na proposição e estabelecimento de ações que visam evitar, mitigar e compensar impactos residuais de empreendimentos. Neste sentido, esforços iniciais vêm sendo desenvolvidos pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), ao apontar, de forma transparente e técnica, regiões mais ou menos compatíveis entre a conservação ambiental e atividades socioeconômicas, a exemplo do Plano de Redução de Impactos da Mineração sobre a Biodiversidade e o Patrimônio Espeleológico (PRIM Mineração).

O PRIM Mineração, junto aos demais PRIMs que versam sobre outros importantes vetores de ameaça, constitui uma das respostas à prerrogativa do Instituto de identificar áreas de concentração de espécies ameaçadas e propor medidas de redução de impactos nas regiões com elevada diversidade biológica, nas Unidades de Conservação e no patrimônio espeleológico brasileiro (MMA, 2018). Nessa concepção, o PRIM visa em conjunto com os estudos de EIA-RIMA permitir uma Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) mais assertiva quanto às medidas para redução dos impactos.

Este trabalho apresenta o mapeamento da compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração, obtidos através do cruzamento de informações sobre as áreas sensíveis da biodiversidade e estimativas de exposição de impactos da mineração. Os cenários de compatibilização resultantes visam integrar informações de biodiversidade, socioeconômicas e de uso e cobertura da terra para subsidiar o planejamento ambiental territorial sustentável.

## 2. METODOLOGIA

As análises para o mapeamento de compatibilidade foram executadas em três etapas: i) Mapeamento da exposição de impactos que representam estimativas dos impactos de perda e fragmentação

de habitat associados à exploração mineral (FERNANDES *et al.*, 2022) (Figura 1A); ii) Mapeamento das áreas sensíveis da biodiversidade, oriundas de análises de hierarquização da paisagem baseadas em Planejamento Sistemático da Conservação - PSC (ICMBIO, 2018; MARGULES; PRESSEY, 2000; PIMENTA *et al.*, 2022); (Figura 1B); iii) Elaboração de mapas bivariados que indiquem os diferentes níveis de compatibilidade e a integração dos indicadores ao Processo Hierárquico de Mitigação de Impacto (PHMI). Informações adicionais, no que concerne aos mapas de compatibilidade típicos dos PRIMs podem ser obtidos em ICMBIO (2018) (Figura 1C).

### 2.1. Área de estudo

A área de estudo abrange todas as bacias hidrográficas otocodificadas (BHO, Ottobacias Pfafstetter nível 6) (ANA, 2012) e as UCs de todas as esferas públicas (exceto Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN) do território brasileiro (ICMBIO, 2019; MMA, 2019), sobrepostas às áreas das poligonais dos processos minerários autorizadas e planejadas de 22 substâncias minerais (FERNANDES *et al.*, 2022). Esta é a área de abrangência considerada como susceptível aos impactos diretos e crônicos da mineração. O mosaico formado pelas bacias hidrográficas e UCs formaram as unidades de planejamento (UPs). Para facilitar o processamento de dados e as análises, considerando as peculiaridades regionais, todas as UPs da área de abrangência foram agrupadas em quatro áreas, cujos limites correspondem às seguintes BHOs de nível 1: 3/ 4, 5/6, 7, 8.

### 2.2. Exposição aos impactos das atividades de mineração

As estimativas de exposição aos impactos sinérgicos da mineração são realizadas por UPs em um gradiente de severidade de danos ambientais. Para elaboração destas foram calculadas a fragmentação e a perda de habitat com o uso das métricas da paisagem “*effective mesh size*” e proporção de remanescentes naturais não sobrepostos à mineração, respectivamente. Para isso foram usados dados relativos às áreas das poligonais dos processos minerários autorizados (ANM, 2020; FERNANDES *et al.*, 2022) e do mapeamento de remanescentes naturais de vegetação do ano de 2021 (PROJETO MAPBIOMAS, 2022), por meio do pacote *SDMTools* do programa estatístico R (R CORE TEAM, 2020).

A camada de exposição aos impactos das atividades de mineração é representada pela média ponderada das camadas de perda e fragmentação de habitat, em um mapa de valores contínuos posteriormente

agrupado em quartis em relação a área de cada BHO, representadas por quatro níveis qualitativos ordinais de exposição de impactos (Baixo, Moderado, Alto e Extremo).

### 2.3. Áreas Sensíveis da Biodiversidade

As áreas sensíveis da biodiversidade resultam da hierarquização da paisagem de acordo com a sensibilidade dos alvos de conservação, a partir de análises de PSC. O PSC envolve métodos analíticos quantitativos que consideram os aspectos da biodiversidade e da geodiversidade (espécies, habitats, paisagens, processos ecológicos, etc.) além da ocupação do território. Para a construção do gradiente de sensibilidade da biodiversidade são utilizadas informações sobre a distribuição dos componentes da biodiversidade considerados sensíveis às atividades de mineração, informações sobre seus diferentes graus de sensibilidade e a condição da paisagem. Esta última representa os aspectos de uso de solo que influenciam de forma positiva ou negativa a permanência dos alvos de conservação na paisagem.

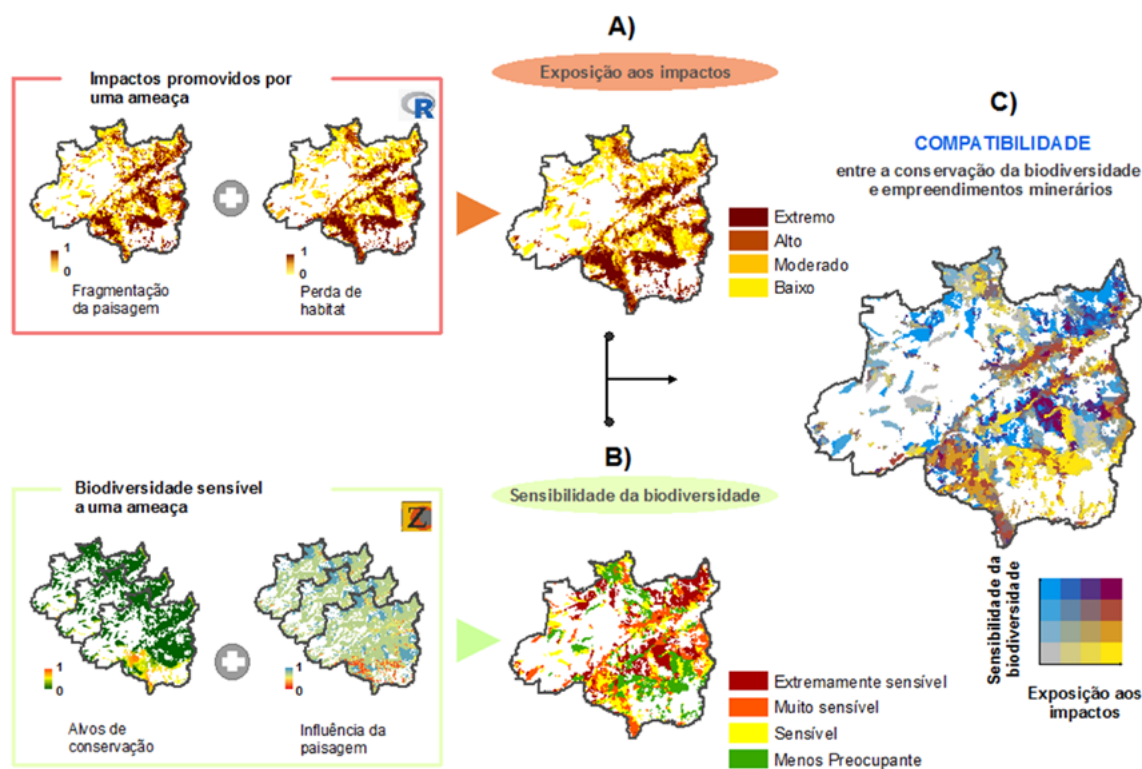
Para a análise de priorização espacial foi utilizado o *Zonation* (MOILANEN, 2014), que identifica conjuntos de áreas complementares quanto à composição de alvos de conservação, a partir de um método que potencializa a persistência da biodiversi-

dade e da geodiversidade a longo prazo. Toda a área de estudo é então classificada desde aquelas UPs extremamente sensíveis aos impactos das atividades de mineração até as menos preocupantes.

Os alvos de conservação utilizados na priorização espacial compreendem quatro diferentes componentes da biodiversidade e da geodiversidade: fauna, flora, serviços ecossistêmicos e ambientes singulares (Figura 2). Tais componentes foram identificados a partir de uma avaliação integrada das espécies sensíveis aos impactos das atividades de mineração (PIMENTA *et al.*, 2022) e através da indicação em plenária de especialistas de diferentes órgãos, instituições e universidades de forma colaborativa durante a Oficina Preparatória do PRIM-Mineração. A Figura 2 apresenta número total de espécies e camadas que representam estes componentes.

### 2.4. Modelos de Compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração

Os mapas de compatibilidade são obtidos a partir da sobreposição da camada de exposição aos impactos das atividades de mineração com o mapa de áreas sensíveis da biodiversidade. A representação da



**Figura 1:** Modelo esquemático do processo de elaboração dos mapas de compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e as atividades de mineração para a bacia hidrográfica amazônica (BHO 3/4).

compatibilidade é feita a partir de um mapa bivariado com 16 níveis de compatibilidade, no qual o eixo sensibilidade da biodiversidade (y) reflete a importância da unidade de planejamento para a ausência de perda líquida dos alvos de conservação na área de abrangência (ICMBIO, 2018). Quanto maior a sensibilidade da área, maior a necessidade de evitar que pressões da ameaça atuem sobre ela, dado que a inação repercutirá negativamente e, assim, potencialmente promoverá a perda líquida dos alvos. O eixo de exposição aos impactos (x) sintetiza o efeito cumulativo das intervenções negativas de cada vetor de ameaçada na paisagem e, por consequência, a capacidade de manutenção dos alvos de conservação. Portanto, este eixo informa a necessidade da recuperação ambiental e uma estimativa do custo ambiental associado ao esforço e à urgência de estabelecimento das medidas de redução do impacto. O resultado reflete uma divisão territorial em áreas iguais para cada nível de compatibilidade. Ainda, para facilitar o entendimento e a aplicação do mapa de compatibilidade, os 16 níveis são agregados em quatro categorias mais amplas de compatibilidade, permitindo diferentes escalas de análise: “Muito baixa compatibilidade”, “Baixa compatibilidade”, “Alta compatibilidade” e “Muito alta compatibilidade”.



**Figura 2:** Alvos de conservação considerados na construção das áreas sensíveis da biodiversidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

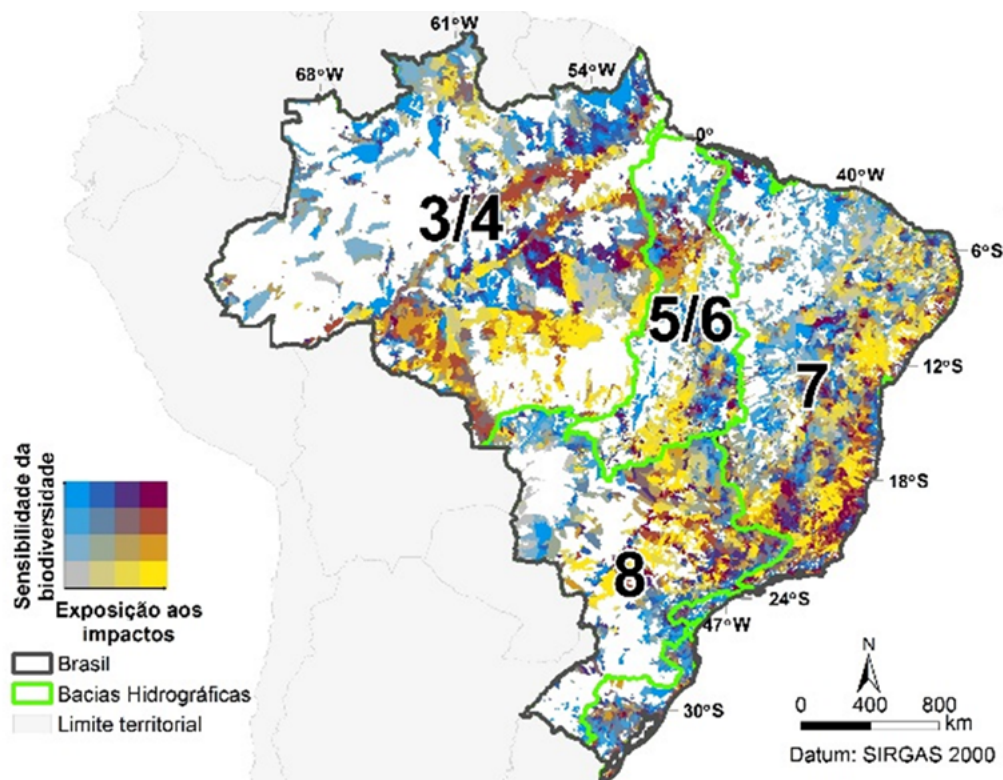
#### 3.1. Mapa de Compatibilidade

O Mapa de Compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e as atividades de mineração representa claros padrões espaciais de localização das

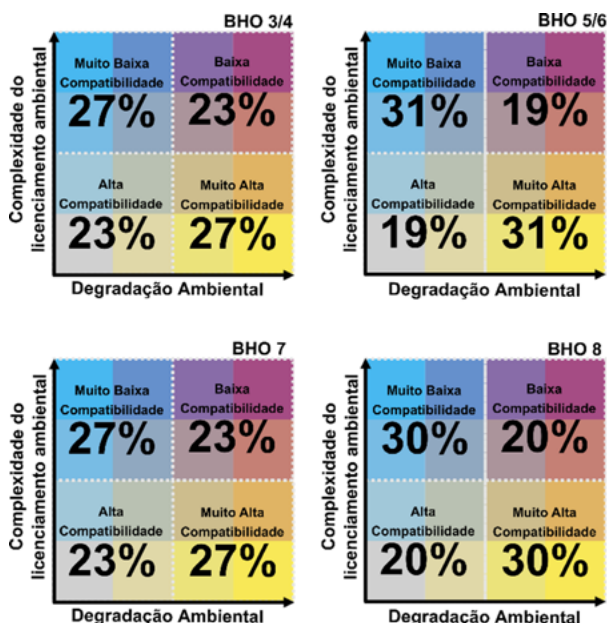
regiões que tendem a ter processos de licenciamento ambiental mais ou menos onerosos e dispendiosos, áreas que já apresentam conflitos para conservação e manutenção de alvos de conservação sensíveis e que se sobrepõe a locais em que houve avanço do desenvolvimento do setor mineral e áreas que são mais propícias para novos investimentos por apresentarem menor custo ambiental associado (Figura 3).

A BHO 3/4, predominantemente amazônica têm áreas de “Muito Baixa Compatibilidade” com ocorrência em grande parte da bacia, com exceção da região mais ao sul. Essas áreas são em sua maior parte sobrepostas às unidades de conservação, que sustentam 75% dessa categoria. Vale destacar que essas áreas são protegidas por lei e favorecem a manutenção dos alvos de conservação, além de funcionarem como cinturões contra o avanço do desmatamento ilegal (SOARES-FILHO, 2023). As áreas de “Baixa Compatibilidade” concentram-se em grande parte no estado do Pará, especialmente na região Centro-Oeste e em grande parte de Rondônia. De maneira oposta, as áreas classificadas como de “Muito Alta Compatibilidade” concentram-se mais ao sul da bacia e perfazem um total de 502.760 km<sup>2</sup> (27%) da área total da bacia (Figura 4). A BHO 5/6 apresentou 50% da área total classificada como de “Muito Baixa Compatibilidade” e “Baixa Compatibilidade” e, portanto, com maior custo ambiental para os empreendimentos minerários (Figura 4). Essas áreas se localizam predominantemente na região sudeste da bacia, próximo aos limites de Goiás e Tocantins, de áreas próximas ao leito dos rios Araguaia-Tocantins e na região mais ao norte da bacia (Figura 3). Apenas 5,3% e 1,8% são sobrepostas a UCs, respectivamente, o que ressalta a necessidade de ações para se evitar e mitigar impactos ambientais associados a empreendimentos minerários. Cerca de 31% da área da BHO 5/6 enquadra-se como de “Muito Alta Compatibilidade” e concentra-se mais sobre a região sudoeste da bacia (Figuras 3 e 4).

A BHO 7 engloba considerável parcela da região costeiro-marinha. As áreas de “Muito Baixa Compatibilidade” distribuem-se em toda a bacia, com destaque para as regiões da Serra do Espinhaço no estado de Minas Gerais, se estendendo até a Chapada Diamantina, Serra do Mar e regiões próximas ao litoral (Figura 3). Padrão semelhante foi verificado para áreas de “Baixa Compatibilidade” com destaque, para as regiões central de Minas Gerais e por todo o Espírito Santo. Essas áreas apresentam elevada biodiversidade ao passo que são grandes produtoras de minérios do Brasil (ANM, 2023), o que justifica o seu



**Figura 3:** Mapa de compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração por bacias hidrográficas.



**Figura 4:** Proporção de áreas nas categorias de compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração por bacias hidrográficas.

Nas UPs da bacia BHO 8, verificamos um padrão espacial com maiores proporções de área categorizadas como de “Muito Baixa Compatibilidade e Baixa Compatibilidade” mais próximas aos limites da bacia (Figuras 3 e 4). Entretanto, apenas 6,13% dessas áreas encontram sobrepostas à unidades de conservação. A disposição destas áreas também ocorre em regiões serranas, a exemplo da Serra Geral, Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, conforme já verificado nas demais bacias. Outro ponto importante destas categorias foi a marcante conectividade das unidades de planejamento que acompanham o leito do rio Paraná. Já as áreas de “Muito Alta Compatibilidade” em sua maioria estão localizadas na região central da bacia (Figura 4).

Os resultados apresentados se diferenciam de outros planejamentos territoriais ao analisar criteriosamente os impactos negativos da instalação dos empreendimentos minerais, além de priorizar esforços conservacionistas para os alvos de conservação, tornando possível a implantação de políticas públicas aderentes às demandas permanentes do setor mineral, com menor custo ambiental. Por outro lado, ao analisar os empreendimentos de forma pontual, sugerimos que os resultados desse estudo sejam utilizados de forma complementar, a fim de fortalecer as etapas do licenciamento ambiental.

enquadramento nesta categoria. Áreas que implicam menor custo ambiental para exploração dos recursos minerais se concentram na porção sudeste de Minas Gérias, em direção à região Norte da bacia.

### 3.2. Interpretando os Mapas de Compatibilidade

Os mapas de compatibilidade fornecem um gradiente de custo ambiental prévio da estimativa da complexidade do licenciamento e recuperação ambiental. Conforme a primeira etapa da hierarquia de mitigação de impactos (evitar - mitigar - compensar), o uso do mapa de compatibilidade permite identificar onde é desejável evitar investimentos na implantação ou para ampliação dos empreendimentos já existentes por se tratar de áreas de alta relevância biológica (áreas de sensibilidade da biodiversidade categorizadas como “Extremamente Sensíveis” e “Muito Sensíveis”).

No Mapa de compatibilidade (Figura 3) tais áreas são identificadas tanto como “Áreas de Mui-

to Baixa Compatibilidade” quanto “Áreas de Baixa Compatibilidade”. Nestas, a construção ou ampliação de empreendimentos poderão acarretar maior custo ambiental, devido a licenciamentos e medidas conservacionistas mais complexas. Adicionalmente, o mapa de compatibilidade indica, para as etapas de planejamento destas atividades socioeconômicas, as áreas que devem ser priorizadas como alternativas locais. Por se sobreporem às áreas de menor sensibilidade da biodiversidade e maiores índices de exposição aos impactos, tendem a ser mais degradadas e oferecem menores restrições ambientais. Nos mapas de compatibilidade, tais áreas são representadas como “Áreas de Muito Alta Compatibilidade” (Figura 5).



**Figura 5:** Esquema conceitual para interpretação do mapa de Compatibilidade entre a conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico e o desenvolvimento de atividades de mineração por bacias hidrográficas.

### 4. CONCLUSÕES

Os esforços para conter os impactos ambientais de empreendimentos minerais são limitados pela capacidade de antecipar e evitar impactos, a baixa qualidade e incerteza das previsões, a dificuldade de lidar com todos os impactos e a implementação parcial ou ineficiente de medidas de mitigação. O mapeamento aqui apresentado representa um importante avanço na geração de subsídios que irão contribuir

para redução de importantes lacunas e síntese de informações úteis à tomada de decisões que busquem um desenvolvimento do setor de forma ambientalmente sustentável. Ademais ressalta-se que as soluções espaciais de compatibilização não substituem quaisquer etapas do licenciamento ambiental, mas atuam de forma supletiva aos ritos vigentes, subsidiando e fortalecendo planejamento ambiental e territorial.

## 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos de todos os Centros Nacionais de Pesquisa do ICMBio (CBC, CECAV, CEMAVE, CENAP, CEPAM, CEPENE, CEPNOR, CEPSUL, CEPTA, CMA, CPB, RAN, TAMAR) pela colabora-

ção no fornecimento e validação dos dados. Ao CNC Flora, por realizar a seleção dos alvos da Flora e estimar a sensibilidade de cada uma das espécies. Agradecemos à GERDAU, ao CNPq e a FUNDEP pelas bolsas de pesquisa concedidas.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), A. N. DE Á. **Bacias hidrográficas ottocodificadas (Níveis Otto 1-7)**: catálogo de metadados da ANA. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b228d007-6d68-46e5-b30d-a1e191b2b21f>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM), A. N. DE M. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. Brasília: ANM, 24 nov. 2010. Disponível em: <<https://dados.gov.br/dataset/sistema-de-informacoes-geograficas-da-mineracao-sigmine/resource/9d23429d-b9eb-4a68-83fe-2de5905fb069>>. Acesso em: 5 mai. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO (ANM). **Anuário mineral brasileiro**: principais substâncias metálicas. Coordenação técnica de Karina Andrade Medeiros. – Brasília: ANM, 2023. 23 p.
- BBOP, B.; B. O. P. **Biodiversity Offset Design Handbook**. Washington: Forest Trends, 2009.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energias. DE M. E ENERGIA. **Plano nacional da mineração 2030**: geologia, mineração e transformação mineral. Brasília: MME, mai. 2011. 158 p.
- FERNANDES, F. H. S et al. Exposição aos impactos da fragmentação e perda de habitat provenientes do setor minerário nas áreas de ocorrências de cavernas do Brasil. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: SBE, 2022. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais-36cbe/36cbe\\_553-559.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais-36cbe/36cbe_553-559.pdf)>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- INSTITUTO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **PRIM - plano de redução de impactos à biodiversidade**. Brasília, DF: ICMBio, 2018.
- INSTITUTO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). I. C. M. DE C. DA B. **Mapa temático e dados geostatísticos das unidades de conservação federais**: limites das unidades de conservação federais. Brasília: ICMBio, 15 set. 2020 Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geostatisticos-das-uc-s>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- INSTITUTO CHICO MENDES DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Sistema de avaliação do risco de extinção da biodiversidade**: Salve/ICMBio. Brasília: ICMBio, 2022. Disponível em: <<https://salve.icmbio.gov.br/salve/>>. Acesso em: 24 fev. 2023.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 243–253, 2000.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). M. DO M. A. **Portaria n. 1.162, de 27 de dezembro de 2018**. Aprova o Regimento Interno do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília: MMA, 2018. p. 1–50.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). M. DO M. A. I3geo: Download de dados geográficos - Áreas Especiais: Unidades de Conservação Estaduais e Municipais. Brasília. 2019. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2023.



- MOILANEN, A. **Zonation: spatial conservation planning methods and software version 4 User Manual**. Finland: Department of Biosciences, University of Helsinki, 2014.
- PIMENTA, M. et al. Avaliação integrada da composição e sensibilidade dos componentes da biodiversidade aos impactos da mineração. In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: SBE, 2022. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe\\_553-559.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_553-559.pdf)>. Acesso em 09/03/2023
- PROJETO MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomass**: Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, Coastal Zone– Appendix Collection 6 Version 1. Disponível em: <https://mapbiomas.org/download> . Acesso em: 3 ago. 2022.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. 2020.
- SOARES-FILHO, B. S. et al. Contribution of the Amazon protected areas program to forest conservation. **Biological Conservation**, v. 279, p. 109928-x, 2023