



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.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

PIMENTA, M.; FERNANDES, F. H. S.; ALMEIDA, R. S.; AMBONI, M. P. M.; CHRISTENSEN, T. A. S. S.; SILVA, T. C.; RODRIGUES, G. B. F.; RAÍCES, D. S. L.. Hierarquização de áreas sensíveis aos impactos das atividades de mineração: priorização espacial para conservação da biodiversidade e do patrimônio espeleológico brasileiro. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.043-052. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_043-052.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

HIERARQUIZAÇÃO DE ÁREAS SENSÍVEIS AOS IMPACTOS DAS ATIVIDADES DE MINERAÇÃO: PRIORIZAÇÃO ESPACIAL PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO BRASILEIRO

HIERARCHY OF SENSITIVE AREAS TO THE IMPACTS OF MINING ACTIVITIES: SPATIAL PRIORITIZATION FOR THE CONSERVATION OF BIODIVERSITY AND THE BRAZILIAN CAVES

Mayra PIMENTA (1), Fernando Hiago Souza FERNANDES (1), Renata Silva ALMEIDA (1), Mayra Pereira de Melo AMBONI (1), Thomas Alexander Seabra Sales CHRISTENSEN (1), Tiago Castro SILVA (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.

Resumo

O gradiente de áreas sensíveis da biodiversidade e da geodiversidade foi construído a partir de informações da distribuição espacial da flora, fauna, ambientes singulares e serviços ecossistêmicos sensíveis aos impactos da atividade de mineração, por meio de ferramentas analíticas de planejamento sistemático para conservação. O resultado é o Mapa de Sensibilidade que é um indicador espacial da urgência para o estabelecimento de medidas efetivas para redução dos impactos desta atividade, com a classificação das áreas de “Menos preocupantes” até “Extremamente sensíveis”. Configura-se como importantes subsídios para a tomada de decisão e o estabelecimento de ações de conservação para um desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Palavras-Chave: Planejamento Sistemático para Conservação, Zonation; PRIM Mineração, Geodiversidade.

Abstract

The gradient of sensitive areas of biodiversity and geodiversity was built from spatial distribution information of sensitive flora, fauna, unique environments, and ecosystem services to the impacts of mining activities, using analytical tools for systematic planning for conservation. The result is a Sensibility Map that is a spatial indicator of the urgency to establish effective measures to reduce the impacts of this activity, with the classification of areas from “Less sensitive” to “Extremely sensitive”. It is configured as important subsidies for decision-making and the establishment of conservation actions for a sustainable socioeconomic development.

Keywords: Systematic Planning for Conservation; Zonation, PRIM Mineração, Geodiversity.

1. INTRODUÇÃO

O elevado número de espécies da fauna e flora brasileira em risco de extinção e de vulnerabilidades às quais está sujeito o patrimônio espeleológico brasileiro (ICMBIO, 2018a, 2022; “Salve/ICMBio”, 2022) ressaltam a importância e a legitimidade para o estabelecimento de ações para a proteção, conservação e recuperação da biodiversidade e geodiversidade. Evidências apontam a mineração como vetor de ameaça de 179 espécies da fauna (“Salve/ICMBio”, 2022), especialmente peixes e invertebrados, assim como da flora (JACOBI; DE CAMPOS, 2011). Em relação às cavidades naturais subterrâneas, as atividades minerárias destacam-se como vetor de degradação, uma vez que a grande maioria das rochas carsstificáveis são potencialmente produtivas.

Análises de Planejamento Sistemático da

Conservação (PSC) (MARGULES; PRESSEY, 2000) têm sido utilizadas para indicar, de forma espacialmente explícita, áreas de sensibilidade a partir dos alvos de conservação, de suas características biológicas e de informações espaciais sobre a paisagem que influenciam a distribuição destes alvos. O PSC envolve métodos analíticos quantitativos que consideram os diferentes aspectos dos ecossistemas (espécies, habitats, paisagens, processos ecológicos, etc.) e a ocupação do território para buscar soluções espaciais que indiquem de forma eficiente e efetiva o grau de insubstituibilidade, representatividade, complementariedade e flexibilidade de áreas.

A avaliação das áreas de sensibilidade da biodiversidade e do patrimônio espeleológico aos impactos crônicos da mineração é um dos componentes do Plano de Redução de Impactos da Mineração

sobre a Biodiversidade e o Patrimônio Espeleológico - PRIM-Mineração. O PRIM Mineração é um instrumento que resulta do esforço do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio para propor alternativas de conciliação entre a proteção do meio ambiente e o desenvolvimento desta atividade socioeconômica, apoiar os processos decisórios e a gestão territorial e subsidiar as diferentes etapas do licenciamento ambiental (ICMBIO, 2018b; MMA, 2018).

O presente trabalho avalia a sensibilidade de áreas para a biodiversidade e a geodiversidade. O gradiente hierárquico resultante servirá como indicador de prioridades para ações de conservação que busquem reduzir os impactos das atividades de mineração.

2. METODOLOGIA

Na hierarquização de áreas sensíveis são usadas informações sobre a distribuição dos componentes da biodiversidade e da geodiversidade sensíveis às atividades de mineração, sobre seus diferentes graus de sensibilidade e a condição da paisagem (Figura 1). Esta última representa os aspectos de uso do solo que influenciam de forma positiva ou negativa a permanência dos alvos de conservação na paisagem. Tais dados, em uma análise de PSC, resultam em um gradiente de áreas sensíveis expresso pelo Índice de Sensibilidade Biológica, cujos valores são obtidos por Unidades de Planejamento (UPs), unidades mínimas para tomada de decisões. As UPs compartilham características hídricas e geológicas semelhantes e representam espacialmente a variação da biodiversidade e dos impactos da mineração. Toda a área de estudo é assim classificada desde aquelas UPs “Extremamente sensíveis” aos impactos das atividades de mineração até as “Menos preocupantes”.

2.1. Área de estudo

A área de estudo abrange todas as Bacias Hidrográficas Ottocodificadas (BHO - Ottobacias Pfafstetter nível 6) (ANA, 2012) e as Unidades de Conservação (UCs) de todas as esferas públicas (exceto Reservas Particulares de Patrimônio Natural- RPPNs) do território brasileiro (ICMBIO, 2019; MMA, 2019), sobrepostas às áreas das poligonais dos processos minerários autorizados e planejados de 22 substâncias minerais (FERNANDES, et al., 2022). Esta é a área considerada como susceptível aos impactos diretos e crônicos da mineração. O mosaico formado pelas BHOs e UCs compõem as UPs. Para facilitar o processamento de dados e as análises, con-

siderando as peculiaridades regionais, todas as UPs da área de abrangência foram agrupadas em quatro bacias maiores, cujos limites correspondem às seguintes BHOs de nível 1 (ANA, 2012): 3 /4, 5/ 6, 7, 8.

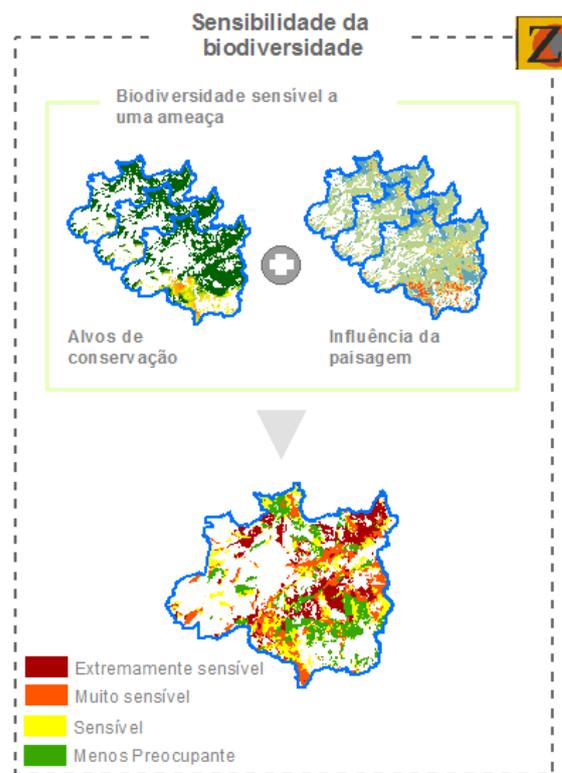


Figura 1: Modelo esquemático das áreas sensíveis aos impactos das atividades de mineração para a bacia amazônica (BHO 3/4).

2.2. Alvos de Conservação

Os alvos de conservação incluem quatro componentes da biodiversidade e do patrimônio espeleológico, diretamente afetados por atividades de mineração: fauna, flora, ambientes singulares e serviços ecossistêmicos (Figura 2). A seleção dos alvos de conservação da fauna e da flora é o resultado de uma avaliação integrada de sensibilidade (PIMENTA *et al.*, 2022), na qual se refinam as espécies, retirando alvos tolerantes à mineração. A indicação da lista de espécies sensíveis e a validação de sua representação espacial foi feita pelos Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação CNPCs/ICMBio e pelo CNCFlora/JBR.

O patrimônio espeleológico sensível foi incluso no componente ambientes singulares e assim como os serviços ecossistêmicos, foram indicados pelos Centros Nacionais de Pesquisa e Conservação do ICMBio (CNPCs) e por especialistas na Oficina de Planejamento do PRIM Mineração. Na mesma oportunidade foram definidas a importância relativa

(pesos) dos componentes da biodiversidade. A figura 2 apresenta o número total de espécies da fauna e da flora consideradas alvos de conservação e suas categorias de risco de extinção. A figura 3 traz a relação das camadas espaciais que representam os ambientes singulares e os serviços ecossistêmicos alvos de conservação.

A distribuição de pesos das espécies da flora e da fauna foi obtida a partir da média ponderada das pontuações recebidas nos critérios: (I) estado de conservação geral das espécies (MMA, 2022), (II) representatividade dos alvos nas áreas protegidas (cálculo da proporção da distribuição de cada espécie da fauna e flora não sobreposta a uma UC), (III) Sensibilidade à perda de habitat, (IV) Sensibilidade à fragmentação do habitat e (V) Sensibilidade à degradação do habitat (PIMENTA et al., 2022). Nos habitats singulares foi atribuído o maior peso à camada de cavernas com endemismo extremo e com agregações excepcionais de morcegos, enquanto os menores valores foram indicados para as áreas importantes para reprodução de tartarugas marinhas e áreas de importância para conservação de mamíferos marinhos. Já para os serviços ecossistêmicos foram aplicados metade dos pesos para os sítios arqueológico e os serviços de provisão hídrica sazonal (25 cada), sendo o restante dos pesos divididos igualmente entre os demais.

A representação da distribuição espacial dos alvos de conservação foi realizada de forma distinta em função da disponibilidade de informações sobre a distribuição e dos registros de ocorrência. Em relação à fauna, preferencialmente, a distribuição da espécie foi modelada a partir de registros levantados na base de dados do SALVE (ICMBIO, 2021).

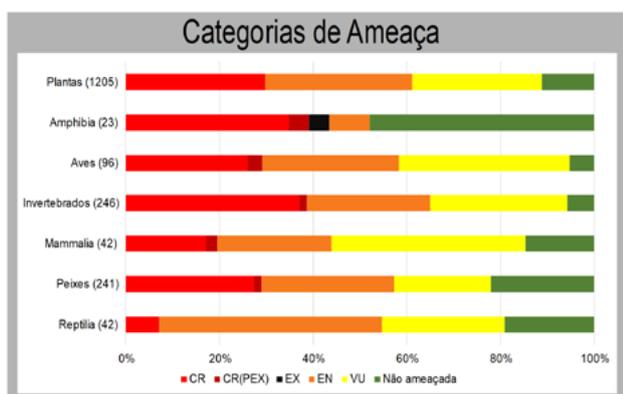


Figura 2: Número de espécies da fauna e da flora consideradas como alvos de conservação e suas respectivas categorias de ameaça. CR: Criticamente em Perigo; CR(PEX): Criticamente em Perigo (Provavelmente Extinta); EN: Em Perigo; VU: Vulnerável.



Figura 3: Habitats singulares e serviços ecossistêmicos considerados como alvos de conservação.

A modelagem de espécies foi realizada em parceria a Universidade Federal de Goiás. Para as espécies que não atenderam aos critérios exigidos nos modelos de distribuição espacial foram utilizados polígonos de especialistas e, para a flora, os buffers de precisão disponibilizados pelo CNC-Flora/JBR (ICMBIO, 2018b).

2.3. Influência da Paisagem

Na priorização de áreas sensíveis é necessário fornecer informações sobre a matriz da paisagem, relativas à sua integridade e/ou classe de uso que indiquem a influência da paisagem sobre a biodiversidade. Isto parte da premissa que haverá maior chance de manutenção de um alvo de conservação em áreas íntegras em comparação aos ambientes com maior conversão resultantes da ação antrópica.

A representação espacial da condição da paisagem considera a resposta dos alvos de conservação terrestres e aquáticos às diferentes categorias de uso e cobertura da terra. Os dados normalizados foram usados no cálculo da média ponderada das categorias favoráveis somada ao inverso da média ponderada das desfavoráveis, resultando na camada de condição da paisagem final. Foram construídos *rasters* de condição da paisagem, para os alvos aquáticos e terrestres. Durante a análise de priorização espacial cada camada de alvo de conservação é multiplicada pela camada de condição da paisagem correspondente, ajustando a distribuição original de acordo com a integridade do habitat.



Figura 4: Informações espaciais utilizadas na construção da camada de condição da paisagem.

2.4. Priorização espacial

O programa *Zonation* (MOILANEN, 2014) foi a ferramenta de PSC adotada para realizar as análises de hierarquização. É esta hierarquização da paisagem que gera o mapa de sensibilidade e informa o valor de importância biológica de toda área de estudo. A partir da paisagem completa, o *Zonation* classifica iterativamente e remove as células que levam a menor perda agregada de valor de conservação, enquanto contabiliza as distribuições totais e restantes dos alvos de conservação e a influência da paisagem sobre a distribuição das espécies (LEHTOMÄKI; MOILANEN, 2013). Produz assim uma classificação de todas as UPs baseada na complementaridade da prioridade de conservação em toda a área de interesse. A regra de remoção adotada no *Zonation* foi a *Core area* (CAZ) que enfatiza a seleção de áreas de habitat de alta qualidade para as espécies mais raras e a retenção de áreas centrais para todas as espécies (MOILANEN, 2014). Foi utilizada ainda UCs como uma máscara hierárquica, de modo a serem retidas e classificadas somente após todas as outras áreas terem sido ranqueadas.

O gradiente de sensibilidade resultante da retirada ordenada das UPs forma o Índice de Sensibilidade da Biodiversidade, que varia entre zero e um. Os valores do índice de sensibilidade das UPs foram distribuídos hierarquicamente nos quartis resultantes de cada bacia hidrográfica, com cada divisão correspondendo a 25% da área total. De acordo com o quartil ocupado as UPs foram categorizadas em: Áreas menos preocupantes (0-25%), Áreas sensíveis (25% a 50%), Áreas muito sensíveis (50% a 75%) e Áreas extremamente sensíveis (75% a 100%).

O desempenho da hierarquização das áreas

sensíveis foi avaliado utilizando os valores médios e os intervalos de confiança (95%) da porcentagem de distribuição dos alvos de conservação em cada nível de sensibilidade, calculados com o uso do pacote Stats do programa estatístico R v.4.0.3146 (R CORE TEAM, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Mapa de Sensibilidade da Biodiversidade e do Patrimônio Espeleológico (Figura 5) sintetiza a hierarquização de áreas quanto à sua importância para os alvos de conservação sensíveis aos impactos crônicos da mineração. O gradiente de sensibilidade traz implicações quanto ao estabelecimento de ações para evitar, mitigar e compensar os impactos, com maior urgência associada às áreas categorizadas como “Extremamente sensíveis”. As áreas consideradas “Extremamente sensíveis” somam ao final $\approx 1.084.515 \text{ km}^2$ encontradas em 9.491 das 32.582 UPs do PRIM-Mineração. Como a análise de priorização espacial foi realizada por BHO, é adequado que a interpretação dos resultados também se faça independentemente.

A área que engloba a BHO 3/4, predominantemente amazônica, têm áreas “Extremamente sensíveis” em sua totalidade inseridas em UCs de Uso sustentável (US) e Proteção Integral (PI). Esta peculiaridade se deve ao fato destas UPs guardarem importantes porções da distribuição dos alvos de conservação, aliado ao fato de 28% da área de estudo serem efetivamente UCs nesta bacia. As áreas “Muito sensíveis” estão distribuídas em grandes manchas na porção oriental da bacia com destaque para a região próxima à Serra de Carajás e entorno, além de uma larga faixa entre Manaus e Santarém. Ao norte do estado do Mato Grosso, encontram-se concentradas uma parcela significativa das áreas menos preocupantes.

A BHO 5/6 distribui-se nas áreas drenadas pelos rios Araguaia-Tocantins. As áreas “Extremamente Sensíveis” têm apenas 28,7% de sua área total legalmente protegidas por UCs. Destacam-se aqui a região da Serra de Carajás, com a presença de importantes cavernas, e a FLONA de Carajás, onde há áreas consideradas como “Extremamente sensíveis” rodeadas por áreas “Muito sensíveis”, assim como grandes manchas de extrema sensibilidade não protegidas por UCs ao sul da bacia, próximas à Barra do Garças-MT, e, à leste nos municípios goianos de Niquelândia, Formosa e Campos Belos. Áreas “Menos preocupantes” estão principalmente na região centro-sul da bacia.

A BHO 7 engloba considerável parcela da região costeiro-marinha. As áreas de “Extrema sensibilidade” ocorrem de modo mais ou menos uniforme por toda a bacia. Ressalta-se a região do quadrilátero ferrífero com cavernas de destaque de agregações excepcionais de morcegos e as UPs localizadas no Espírito Santo, em que se concentram algumas destas áreas “Extremamente sensíveis”. UPs litorâneas foram predominantemente classificadas nas duas categorias de maior nível de sensibilidade. Outro importante resultado relaciona-se ao fato de que mais da metade (~64%) destas UPs “Extremamente sensíveis” não estão protegidas por UCs. As áreas “Muito sensíveis” são encontradas principalmente ao sul da bacia e em sua região central, no estado da Bahia. Grandes porções de áreas “Menos preocupantes” foram identificadas na região localizada entre os estados do Tocantins, Bahia e Pernambuco.

A disposição dos níveis de sensibilidade da bacia BHO 8 apresentou um padrão espacial heterogêneo entre os quatro níveis de sensibilidade. As áreas com maiores valores de sensibilidade “Extremamente sensíveis” encontram-se dispostas em sua maioria nas regiões limítrofes às bacias hidrográficas “BHO 7 e BHO 5/6”, com destaque de suas ocorrências na Serra Geral, Serra do Mar e Serra da Mantiqueira; entre os limites dos biomas da Mata Atlântica e Cerrado, e, ao longo do rio Paraná. Ambientes com variação de altitude devem facilitar a existência de diferentes nichos ecológicos, visto que muitas espécies da fauna e flora utilizam e/ou sobrevivem em determinadas variações de altitude (CAGNACCI et al. 2020; DI BIAS, et al 2021), o que pode explicar elevados níveis de sensibilidade nessas regiões (JANKOWSKI et al. 2013). Vale ressaltar que do

total de áreas “Extremamente sensíveis” (244.863 km²), apenas 41,8% são demarcadas por unidades de conservação.

A análise de desempenho da hierarquização indica que, para a maioria das bacias houve uma maior proporção da distribuição das espécies de fauna e da flora com maior risco de extinção nas áreas “Extremamente sensíveis”, assim como da maior parte dos ambientes singulares e dos serviços ecossistêmicos (Figuras 6-8). Isto é uma indicação da eficiência da análise em priorizar áreas importantes justamente para as espécies mais ameaçadas, assim como de maior porção dos ambientes singulares (incluindo muitas cavidades naturais subterrâneas) e serviços ecossistêmicos. Apenas não segue este padrão a região hidrográfica da BHO 3/4, cuja maior proporção está nas áreas “Muito sensíveis”, em função das UCs somarem uma área superior a um quartil que foram priorizadas na análise.

4. CONCLUSÕES

As análises de hierarquização da sensibilidade da biodiversidade e do patrimônio espeleológico representam um importante avanço nos esforços para o estabelecimento de prioridades para redução dos impactos da mineração. Representa um mapeamento completo, fundamentado em bases de dados e modelos construídos de forma robusta, com a sistematização das informações mais atualizadas disponíveis e construído de forma colaborativa. Além disso, este produto é parte de um projeto maior que possibilita a consulta sobre os alvos de conservação potencialmente impactados por atividades de mineração para cada UP, um importante subsídio para as diferentes etapas do licenciamento ambiental.

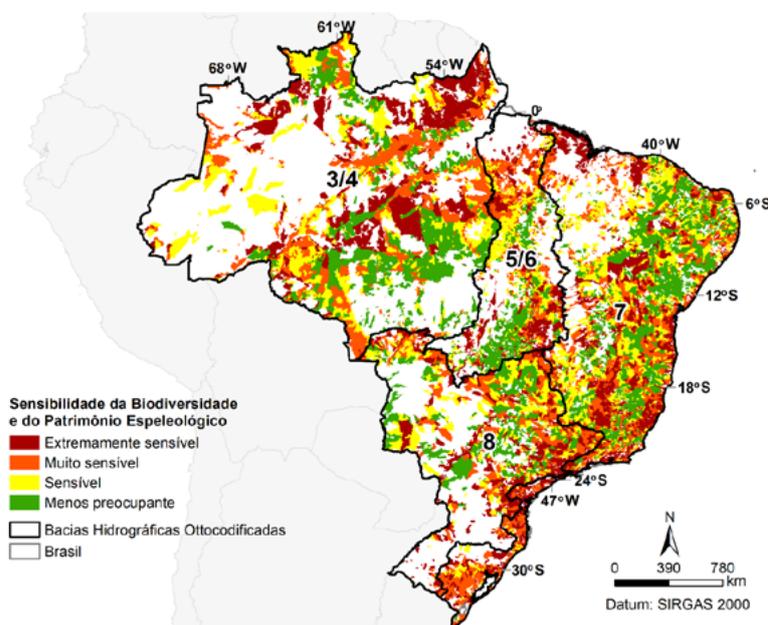


Figura 5: Mapa de Sensibilidade da Biodiversidade e do Patrimônio Espeleológico aos impactos crônicos da mineração.

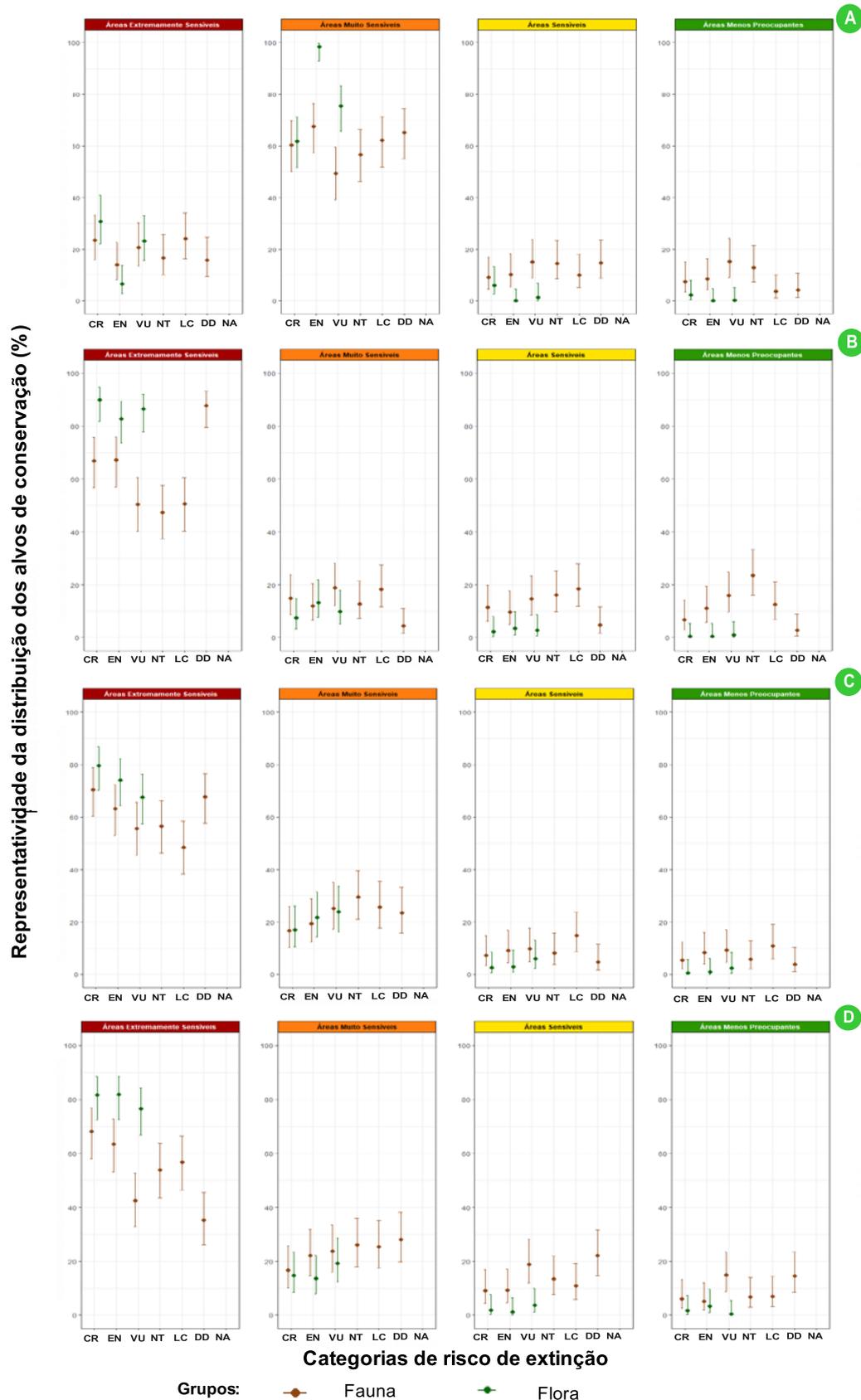


Figura 6: Valor médio e os intervalos de confiança (95%) da representatividade da distribuição dos alvos de conservação dos componentes fauna e flora. A) BHO 3/4; B) BHO 5/6; C) BHO 7; BHO 8. CR – Criticamente em Perigo, EN – Em Perigo, VU – Vulnerável, NT – Quase Ameaçado, LC – Menos Preocupante, DD - Dados Insuficientes, NA - Não ameaçada.

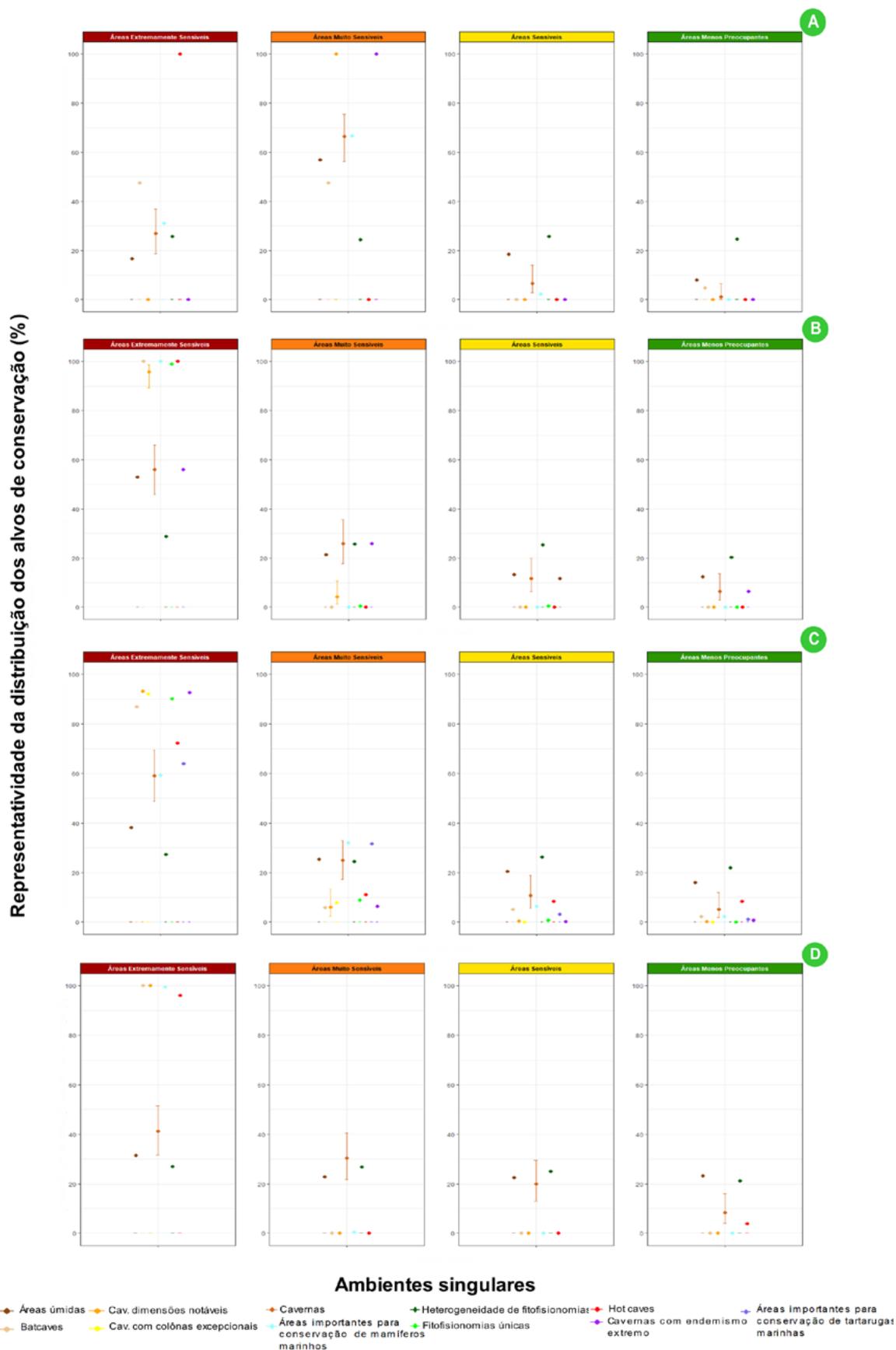


Figura 7: Valor médio e os intervalos de confiança (95%) da representatividade da distribuição dos alvos de conservação do componente ambientes singulares. A) BHO 3/4; B) BHO 5/6; C) BHO 7; D) BHO 8.

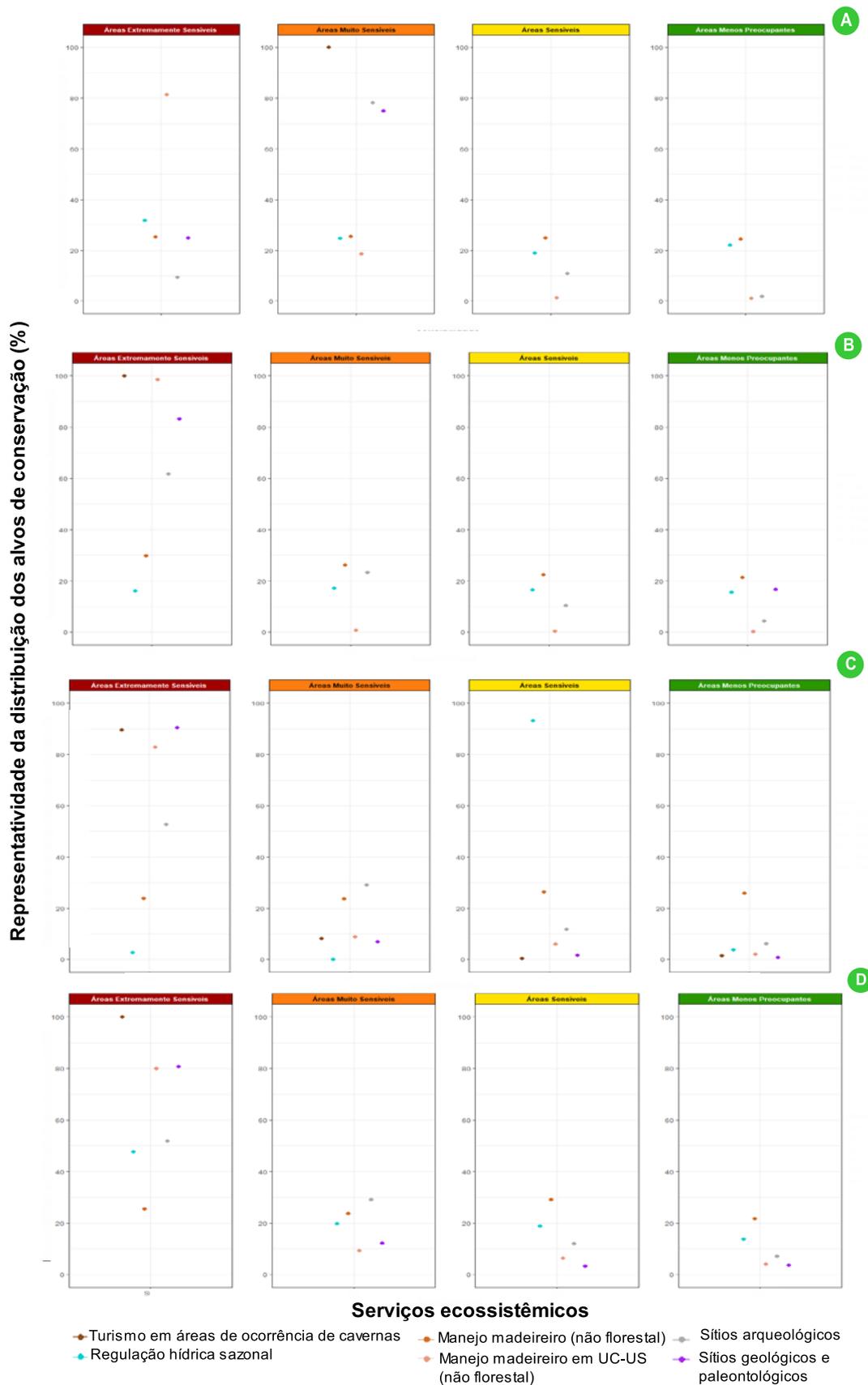


Figura 8: Valor médio e os intervalos de confiança (95%) da representatividade da distribuição dos alvos de conservação do componente serviços ecossistêmicos. A) BHO 3/4; B) BHO 5/6; C) BHO 7; D) BHO 8.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os CNPCs (CBC, CE-CAV, CEMAVE, CENAP, CEPAM, CEPENE, CEP-NOR, CEPUL, CEPTA, CMA, CPB, RAN, TAMAR) e a todos os pesquisadores e especialistas que colaboraram na seleção dos alvos de conservação. Ao

CNC Flora, por realizar a seleção dos alvos da Flora e estimar a sensibilidade de cada uma das espécies. Ao Paulo De Marco Júnior e André Felipe de Andrade pelo apoio na construção dos modelos de distribuição potencial das espécies. Agradecemos à GERDAU, ao CNPq e à FUNDEP pelas bolsas de pesquisa concedidas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). 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.
- CAGNACCI, J. et al. The impact of different natural environments on the regeneration dynamics of two Nothofagus species across elevation in the southern Andes. **Forest Ecology and Management**, v. 464, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118034>
- DI BIASE, I. et al. Variations in Plant Richness, Biogeographical Composition, and Life Forms along an Elevational Gradient in a Mediterranean Mountain. **Plants**, v. 10, n. 10, 2021; <https://doi.org/10.3390/plants10102090>
- 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: 36 Congresso Brasileiro de Espeleologia. ANAIS do 36o Congresso Brasileiro de Espeleologia. **Anais**. Em: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. Brasília, DF: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A, 2022. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_553-559.pdf>. Acesso em 09/03/2023
- ICMBIO. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio, 2018a.
- ICMBIO. **PRIM - Plano de redução de impactos à biodiversidade**. Brasília, DF: ICMBio, 2018b.
- ICMBIO. **Plano de Ação Nacional para a Conservação do Patrimônio Espeleológico Brasileiro - PAN Cavernas do Brasil**. 2022, p. 80.
- ICMBIO, I. C. M. DE C. DA B. Mapa Temático e Dados Geostatísticos das Unidades de Conservação Federais: Limites das Unidades de Conservação Federais. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/portal/geoprocessamentos/51-menu-servicos/4004-downloads-mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-uc-s>>. Acesso em: 17 jun. 2019.
- ICMBIO, I. C. M. DE C. DA B. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE. 2021.
- JACOBI, C. M.; DE CAMPOS, I. C. Soaring Extinction Threats to Endemic Plants in Brazilian Metal-Rich Regions. **Ambio**, v. 40, p. 540-543, 2011. 11.
- JANKOWSKI, J. E. et al. The relationship of tropical bird communities to tree species composition and vegetation structure along an Andean elevational gradient. **J. Biogeogr.** v.40, 950–962, p. 2013. <https://doi.org/10.1111/jbi.12041>
- LEHTOMÄKI, J.; MOILANEN, A. Methods and workflow for spatial conservation prioritization using Zonation. **Environmental Modelling and Software**, v. 47, p. 128–137, 2013.
- MARGULES, C. R.; PRESSEY, R. L. Systematic conservation planning. **Nature**, v. 405, n. 6783, p. 243–253, 2000.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente **PORTARIA No 1.162, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2018** Aprova o Regimento Interno do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018, p. 1–50.

- MMA. I3geo: Download de dados geográficos - Áreas Especiais: Unidades de Conservação Estaduais e Municipais. 2019.
- MMA, M. DO M. A. **Portaria MMA No 148**, DE 7 DE JUNHO DE 2022 -Altera os Anexos da Portaria no 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria no 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria no 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies. 2022, p. 1–116.
- 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. **ANAIS** do 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia. Anais... Em: ONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA,. Brasília, DF: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A., 2022. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_553-559.pdf Acesso em 09/03/2023
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.2020.
- Salve/ICMBio. Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade – SALVE/ICMBio.ICMBio, 2022. Disponível em: <<https://salve.icmbio.gov.br/salve/>>. Acesso em: 24 fev. 2023