

VRB Esp

Revista Brasileira de ESPELEOLOGIA

Edição Especial, V.01 - Nº 13 de 2024
ISSN 2179.4952

EDIÇÃO ESPECIAL

2º Prêmio
Nacional
de Espeleologia



**Michel
Le Bret**



Equipe editorial

Júlio Ferreira da Costa Neto, Jocy Brandão Cruz, Julio César Rocha Costa,
Diego de Medeiros Bento, Thais Xavier Nunes e Claudia Simone da Luz Alves.



VRBEsp
Revista Brasileira de
ESPELEOLOGIA

Brasília-DF
2024



Expediente edição especial

Publicada pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – ICMBio/Cecav www.icmbio.gov.br/cecav
Endereço: Parque Nacional de Brasília. Rodovia BR 450, km 8,5 via Epia. CEP: 70635-800, Brasília/DF. Brasil.
Telefone: +55 (61) 2028-9792.

Editores

Júlio Ferreira da Costa Neto

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Jocy Brandão Cruz

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Comissão de apoio editorial

Claudia Simone da Luz Alves

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Thais Xavier Nunes

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Brasília, Distrito Federal, Brasil.

Diego de Medeiros Bento

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Julio César Rocha Costa

Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas, Nova Lima, Minas Gerais, Brasil.

Comissão Científica da edição especial

Dr. Allan Silas Calux

Scientific Director at Carstografica –Karst Applied Research Centre, Campinas, São Paulo, Brasil.

Me. Xavier Prous

Analista de Meio Ambiente na Gerência de Espeleologia da Mineradora Vale S.A.

Coordenação editorial

Javiera de la Fuente C.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Sustentabilidade - IABS.

Projeto gráfico

Bruno Silva Bastos

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Sustentabilidade - IABS.

Diagramação

Júlia Mendes Araújo

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Sustentabilidade - IABS.

Foto da capa

Gruta Ermida, Almirante Tamandaré /PR / **Rodrigo Lopes Ferreira**

Catálogo na Fonte

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Revista Brasileira de Espeleologia. Edição Especial – 2º Prêmio Nacional de Espeleologia Michel Le Bret / Julio Ferreira da Costa Neto e Jocy Brandão Cruz (ed.) – Brasília: ICMBio, 2024.

ISSN 2179.4952 - Online

368 p. ; Il. Color.

1. Espeleologia. 2. Estudos Ambientais. 3. Geomorfologia cárstica. 4. Biologia subterrânea. I. Julio Ferreira da Costa Neto II. Jocy Brandão Cruz. III. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. VI. Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – ICMBio/Cecav. V. Título.

CDU: 551.44

A reprodução total ou parcial desta obra é permitida, desde que citada a fonte.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas
Rodovia BR 450, km 8,5 via Epia – Parque Nacional de Brasília
CEP: 70635-800 - Brasília/DF - Tel: 61 2028-9792
<http://www.icmbio.gov.br/CECAV>

UMA PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO DA RELEVÂNCIA DE CAVERNAS NO BRASIL, COM ÊNFASE EM MORCEGOS

CAVE RELEVANCE CLASSIFICATION IN BRAZIL: A PROPOSAL FOCUSED ON BATS

Jennifer de Sousa Barros

Universidade Federal de Pernambuco Programa
de Pós-Graduação em Biologia Animal
E-mail: jennifer.sbarros@gmail.com

Enrico Bernard

Universidade Federal de Pernambuco
Laboratório de Ciência Aplicada à
Conservação da Biodiversidade
E-mail: enricob2@gmail.com

RESUMO

Ambientes subterrâneos estão entre os ecossistemas mais vulneráveis do planeta. No Brasil, a situação não é diferente e esses ambientes frequentemente se sobrepõem com áreas que experimentam forte pressão antrópica. Até 2008, a legislação brasileira determinava a necessidade de preservação e conservação integral das cavidades naturais e seu entorno como parte do patrimônio espeleológico nacional. Entretanto, os Decretos 6.640/08 e 10.935/22 alteraram esta condição, determinando que cavidades naturais localizadas em áreas de interesse para o desenvolvimento de empreendimentos passem por uma classificação quanto ao seu grau de relevância, enquadrando-as em

ABSTRACT

Underground environments are among the most vulnerable ecosystems on the Earth. The situation is no different in Brazil, where these environments often overlap with areas under strong anthropogenic pressure. Until 2008, Brazilian legislation determined the need for the preservation and integral conservation of natural cavities and their surroundings as part of the national speleological heritage. However, Decrees 6.640/08 and 10.935/22 altered this condition, determining that natural cavities located in areas of interest for the development of enterprises undergo a classification as to their degree of relevance, classifying them as "maximum, high, medium, or low" relevance. At least ten classification attributes directly involve

“máxima, alta, média ou baixa” relevância. Ao menos dez atributos envolvem diretamente o grupo dos morcegos para classificação. Entretanto, de forma geral, tais atributos podem não ser considerados satisfatórios do ponto de vista dos morcegos e carecem de revisão. Assim, tendo como base experiências internacionais de métodos utilizados para priorização de cavernas, uma proposta de protocolo para classificação de relevância de cavernas no Brasil, com foco em morcegos, foi desenvolvida. A versão final do protocolo compreende três classes de proteção e considera os seguintes atributos: 1) Proteção Integral, para a presença de espécies ameaçadas, hot caves, e cavernas com abundância altamente excepcionais; 2) Proteção restritiva, para a presença de colônias maternidade e táxons novos; e 3) Proteção baseada em relevância, para a presença de espécies raras e riqueza de espécies. Atributos de proteção integral classificam automaticamente a caverna como de máxima relevância, atributos de proteção restritiva já seriam suficientes para classificarem as cavernas como de alta relevância, e atributos baseados em relevância são avaliados em conjuntos com demais atributos para classificar a caverna entre baixa, média ou alta relevância. Com essa proposta, esperamos contribuir para o aperfeiçoamento do processo de classificação de relevância de cavidade naturais subterrâneas praticado atualmente no licenciamento ambiental brasileiro.

PALAVRAS-CHAVE: Chiroptera, cavernas, conservação, licenciamento ambiental, políticas públicas ambientais.

the bat group. Nevertheless, these attributes may not be considered satisfactory from the bat's point of view and need to be reviewed. Therefore, based on international methods used to prioritize caves, a protocol for classifying the relevance of caves in Brazil, with a focus on bats was developed. The final version of the protocol comprises three classes of protection and considers the following attributes: 1) Full Protection, for the presence of endangered species, hot caves, and caves with highly exceptional abundance; 2) Restrictive Protection, for the presence of maternity colonies and new taxa; and 3) Protection based on relevance, for the presence of rare species and species richness. Full protection attributes automatically classify the cave as being of maximum relevance, restrictive protection attributes would be enough to classify the caves as being of high relevance, and relevance-based attributes are evaluated in conjunction with other attributes to classify the cave as being of low, medium, or high relevance. With this proposal, we hope to contribute to the improvement of the process of classifying the relevance of underground natural cavities currently practiced in Brazilian environmental licensing.

KEYWORDS: Chiroptera, caves, conservation, environmental licensing, environmental public policies.

INTRODUÇÃO

Cavernas são ambientes naturais subterrâneos associados à ausência de luz e estabilidade nas condições de temperatura e umidade (Culver & Pipan, 2009), e que podem abrigar elevada biodiversidade, adaptações extremas em sua biota e alto nível de endemismo (Mammola *et al.*, 2019). Apesar dessas singularidades, em todo o planeta os ecossistemas subterrâneos têm sofrido cada vez mais os efeitos negativos da influência antropogênica (Medellin *et al.*, 2017; Polak & Pipan, 2011), sendo relativamente ainda mais vulneráveis do que outros ecossistemas (Elliott, 2000; Mammola, *et al.*, 2019). Entre os impactos mais comuns estão a mineração, urbanização, poluição, erosão do solo, vandalismo e degradação (Elliott, 2004; Medellin *et al.*, 2017; Mammola *et al.*, 2019).

A situação de pressão sobre os ambientes cavernícolas não é diferente no Brasil. Com dimensões continentais, estima-se que o país abrigue mais de 310.000 cavernas (Auler & Piló, 2011) e a ocorrência desses ambientes frequentemente se sobrepõe com áreas que experimentam forte pressão antrópica. Esta sobreposição é particularmente problemática se considerarmos a extensão e a importância econômica das atividades de setores como o agronegócio e a mineração no Brasil (Siqueira-Gay *et al.*, 2020). Até 2008, a legislação brasileira determinava a necessidade de proteção integral das cavidades naturais e seu entorno como parte do patrimônio espeleológico nacional, e seu uso poderia ocorrer somente dentro de condições específicas, conforme o exposto no Decreto 99556/1990. Entretanto, os Decretos 6.640 de 2008, e 10.935 de 2022 (Brasil, 2008; 2022), alteraram esta condição,

INTRODUCTION

Caves are natural underground environments associated with the absence of light and stable conditions of temperature and humidity (Culver & Pipan, 2009), which can harbor high biodiversity, extreme adaptations in their biota, and a high level of endemism (Mammola et al., 2019). Despite these singularities, all over the planet underground ecosystems have increasingly suffered the negative effects of anthropogenic influence (Medellin et al., 2017; Polak & Pipan, 2011), while being relatively more vulnerable than other ecosystems (Elliott, 2000; Mammola, et al., 2019). Among the most common impacts are mining, urbanization, pollution, soil erosion, vandalism, and degradation (Elliott, 2004; Medellin et al., 2017; Mammola et al., 2019).

The pressure on cave environments is no different in Brazil. With continental dimensions, it is estimated that the country is home to more than 310,000 caves (Auler & Piló, 2011) and the occurrence of these environments often overlaps with areas under strong anthropogenic pressure. This is particularly problematic if the extent and economic importance of agribusiness and mining sector activities in Brazil are considered (Siqueira-Gay et al., 2020). Until 2008, Brazilian legislation determined the need for full protection of natural cavities and their surroundings as part of the national speleological heritage, and their use could only occur under specific conditions, as set out in Decree 9.556/1990. However, Decrees 6.640 of 2008 and 10.935 of 2022 (Brasil, 2008; 2022) altered this condition, determining that natural cavities located in areas of interest for the development of enterprises undergo a classification as to their degree of relevance, classifying them as "maximum, high, medium or low" relevance. Under

determinando que cavidades naturais localizadas em áreas de interesse para empreendimentos passem por uma classificação quanto ao seu grau de relevância, enquadrando-as em “máxima, alta, média ou baixa” relevância. Pelo Decreto 10.935, até mesmo as cavernas de “máxima relevância” poderiam ser objeto de impactos negativos irreversíveis em casos específicos, mediante licenciamento ambiental, e com algum tipo de compensação ambiental (Brasil, 2022), mas este decreto foi parcialmente suspenso por determinação judicial.

Vários atributos são considerados no processo de categorização da relevância das cavernas no Brasil, incluindo aspectos biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos, avaliados sob os enfoques local e regional (Brasil, 2008; 2022). Ao menos dez desses atributos envolvem diretamente o grupo dos morcegos (Barros *et al.*, 2020a), o que é pertinente, considerando a riqueza de espécies deste grupo e sua intrínseca relação com cavernas, mas sobretudo considerando a importância que esses animais têm para os ambientes cavernícolas (Fenolio *et al.*, 2006; Gnaspini, 2012). De maneira geral, os morcegos são essenciais na manutenção da diversidade cavernícola, pois contribuem como fonte de recurso energético por meio da deposição de guano (Ferreira *et al.*, 2007), permitindo a existência de toda uma cadeia trófica de invertebrados que dependem direta ou indiretamente dos recursos trazidos pelos morcegos (Gnaspini, 2012). As cavernas, por sua vez, tendem a garantir uma maior estabilidade ambiental em relação ao meio epígeo, além de proteção contra predadores, e desta maneira são consideradas bons abrigos e favorecem a interação social,

Decree 10.935, even caves of “maximum relevance” could be subject to irreversible negative impacts in specific cases, through environmental licensing, and with some kind of environmental compensation (Brasil, 2022), nevertheless this decree was partially suspended by court order.

*Several attributes are considered in the process of categorizing the relevance of caves in Brazil, including biological, geological, hydrological, paleontological, scenic, historical-cultural, and socio-economic aspects, which are assessed from local and regional perspectives (Brasil, 2008; 2022). At least ten of these attributes directly involve the bat group (Barros *et al.*, 2020a), which is pertinent, considering the richness of species in this group and their intrinsic relationship with caves, but above all considering the importance that these animals have for cave environments (Fenolio *et al.*, 2006; Gnaspini, 2012). In general, bats are essential for maintaining cave diversity, as they contribute as a source of energy through guano deposition (Ferreira *et al.*, 2007). This allows for the existence of an entire invertebrates trophic chain that depends directly or indirectly on the resources brought in by bats (Gnaspini, 2012). Caves, in turn, tend to ensure greater environmental stability in relation to the epigeal environment, as well as protection from predators, and are therefore considered good shelters and favor social interaction, reproduction, and parental care for various bat species (Furey & Racey, 2015).*

*Brazil is home to one of the richest bat faunas in the world, with 182 species and nine families registered in the country (Garbino *et al.*, 2020; Garbino *et al.*, 2022). At least 81 of these species use caves as shelter (Guimarães & Ferreira, 2014; Oliveira *et al.*, 2018; Torres & Bichuette, 2019; Barros & Bernard, 2023a). Although high, this number tends to be*

reprodução e o cuidado parental para diversas espécies de morcegos (Furey & Racey, 2015).

O Brasil abriga uma das mais ricas faunas de morcegos do mundo, com 182 espécies e nove famílias registradas no país (Garbino *et al.*, 2020; Garbino *et al.*, 2022). Ao menos 81 destas espécies utilizam cavernas como abrigo (Guimarães & Ferreira, 2014; Oliveira *et al.*, 2018; Torres & Bichuette, 2019; Barros & Bernard, 2023a). Embora elevado, esse número tende a ser efetivamente maior considerando o grande potencial de ocorrência destes ambientes no país e pelo fato de que menos de 10% do território nacional foram minimamente amostrados para morcegos (Bernard *et al.*, 2011; Delgado-Jaramillo *et al.*, 2020).

Apesar da evidente relação entre morcegos e cavernas, poucos são os estudos que utilizam morcegos como elemento focal no processo de seleção de cavernas prioritárias para a conservação (Furman & Ozgul, 2002; Neubaum *et al.*, 2017; Phelps *et al.*, 2016; Tanalgo *et al.*, 2018). Morcegos podem – e em determinados casos devem – ser utilizados como *surrogates* ou guarda-chuvas para a proteção de cavernas. Este é o caso, por exemplo, de cavernas que abrigam espécies de morcegos ameaçadas de extinção (e.g. Delgado-Jaramillo *et al.*, 2018; Tanalgo *et al.*, 2018), e ainda cavernas que abrigam colônias de morcegos com abundâncias excepcionalmente elevadas (Barros & Bernard, 2023b).

Embora a legislação brasileira preveja a necessidade de estudos de impacto ambiental para setores que causam impactos às cavernas – como a mineração, por exemplo (Brasil, 1986) – e embora o país tenha um arcabouço legal que trata especificamente da proteção dos ambientes cavernícolas, alterações na legis-

effectively higher considering the great potential for these environments in the country and the fact that less than 10% of the national territory has been minimally sampled for bats (Bernard et al., 2011; Delgado-Jaramillo et al., 2020).

Despite the obvious relationship between bats and caves, few studies use bats as a central element in the process of selecting priority caves for conservation (Furman & Ozgul, 2002; Neubaum et al., 2017; Phelps et al., 2016; Tanalgo et al., 2018). Bats can, and in certain cases should be used as surrogates or umbrellas to protect caves. This is the case, for caves that are home to endangered bat species (e.g. Delgado-Jaramillo et al., 2018; Tanalgo et al., 2018), and caves that are home to bat colonies with exceptionally high abundances (Barros & Bernard, 2023b).

Brazilian legislation requires environmental impact studies for activities that cause cave impacts, such as mining, for example (Brasil, 1986) In addition, the country has a legal framework that deals specifically with the protection of cave environments. Nevertheless, changes to Brazilian legislation (Brasil, 2008; 2022) and government plans presented for the mining sector (Brasil, 2020) point to the intention or attempt to weaken the rules and procedures surrounding the protection of caves in the country. These changes expose cave ecosystems to irreversible impacts, including the complete destruction of these environments (Bernard et al., 2012; Bernard et al., 2021; Ferreira et al., 2022). Furthermore, the attributes that consider bats in the process of analyzing the relevance of caves, determined in the current legislation (IN 02/2017), are generally not considered satisfactory from a biological point of view and need to be revised (Barros et al., 2020a). Thus, proposals to change the legislation and the attributes used to classify the relevance

lação brasileira (Brasil, 2008; 2022) e a apresentação de planos de governo para o setor mineral (Brasil, 2020) apontam para a intenção ou tentativa de flexibilização de normas e procedimentos que envolvem a proteção das cavernas no país. Estas alterações expõem os ecossistemas cavernícolas a impactos irreversíveis, incluindo a destruição total destes ambientes (Bernard *et al.*, 2012; Bernard *et al.*, 2021; Ferreira *et al.*, 2022). Adicionalmente, os atributos que consideram morcegos no processo de análise de relevância de cavernas, determinados na legislação vigente (IN 02/2017), de maneira geral não são considerados satisfatórios do ponto de vista biológico e carecem de revisão (Barros *et al.*, 2020a). Assim, propostas de alteração da legislação e dos atributos de classificação da relevância das cavidades brasileiras devem obrigatoriamente ser precedidas de cuidadoso debate técnico-científico, dada a importância do assunto e dos impactos decorrentes que tais alterações podem gerar.

De forma a contribuir com esta discussão, o objetivo do presente estudo foi apresentar uma proposta de atributos relacionados ao grupo Chiroptera, que podem ser considerados em uma eventual revisão da Instrução Normativa 02/17 que norteia a classificação de relevância de cavernas para o Brasil. Neste processo, foi dada ênfase aos morcegos, partindo das normativas já existentes para o país e baseado em iniciativas similares de proposição de atributos de classificação de relevância existentes em outros países, visando sintetizar uma proposta que reúna o rigor científico necessário e justificado, com a objetividade e viabilidade necessárias no processo de licenciamento ambiental.

of Brazilian caves must be preceded by careful technical-scientific debate, given the importance of the subject and the resulting impacts that such changes may generate.

To contribute to this discussion, the aim of this study was to present a proposal for attributes related to the Chiroptera group, which could be considered in a possible revision of Normative Instruction 02/17 (Instrução normativa - IN 02/17), which guides the classification of the relevance of caves in Brazil. In this process, emphasis was placed on bats, based on existing regulations for the country and similar initiatives proposing attributes for the classification of relevance in other countries, to synthesize a proposal that combines the necessary and justified scientific rigor with the objectivity and feasibility required in the environmental licensing process.

MATERIAIS E MÉTODOS

Revisão de literatura

De forma a melhor embasar a discussão sobre atributos de relevância de cavernas no Brasil, realizamos primeiro uma revisão de diferentes métodos disponíveis na literatura científica, especialmente em outros países. Esta abordagem visava identificar a existência de experiências similares fora do Brasil, que pudessem fornecer modelos, sugestões de abordagens ou critérios, úteis em um eventual processo de revisão da própria normativa brasileira. Esta busca apontou a existência de propostas para a Turquia (Furman & Ozgul, 2002), Estados Unidos (Neubaum *et al.*, 2017) e Filipinas (Phelps *et al.*, 2016; Tanalgo *et al.*, 2018). Os métodos utilizados nos estudos internacionais e na IN 02/17 foram avaliados a partir de questões norteadoras, abrangendo cinco eixos principais, e as informações obtidas foram sumarizadas para melhor visualização e avaliação (veja Material suplementar 1, Tabelas Suplementares 1 a 5). Os cinco eixos principais avaliados foram: 1) Legislação, que aborda se/como os países consideram a classificação de cavernas como normas legais; 2) Aspectos Bióticos, que considera atributos relativos à presença de quirópteros nas cavernas; 3) Aspectos Abióticos, que considera características estruturais e ambientais das cavernas (e.g. tamanho das entradas, dificuldade de acesso); 4) Metodologia, que aborda a maneira como os atributos são mensurados e avaliados, e 5) Classificação, que define como as cavernas são categorizadas. Os atributos foram analisados quanto à objetividade e aplicabilidade, em

MATERIALS AND METHODS

Literature review

*To provide better grounds for the discussion on the relevance attributes of caves in Brazil, first a scientific literature review of the different methods available, especially in other countries was carried out. This approach aimed to identify the existence of similar experiences outside Brazil, which could provide models, suggestions for approaches, or criteria, useful in an eventual revision process of the Brazilian regulations. This research revealed the existence of proposals for Turkey (Furman & Ozgul, 2002), the United States (Neubaum *et al.*, 2017), and the Philippines (Phelps *et al.*, 2016; Tanalgo *et al.*, 2018). The methods used in the international studies and in IN 02/17 were evaluated based on guiding questions covering five main axes, and the information obtained was summarized for better visualization and evaluation (see Supplementary Material 1, Supplementary Tables 1 to 5). The five main axes evaluated were: 1) Legislation, which addresses whether/how countries consider the classification of caves as legal norms; 2) Biotic Aspects, which considers attributes related to the presence of chiropterans in caves; 3) Abiotic Aspects, which considers structural and environmental characteristics of caves (e.g. size of entrances, difficulty of access); 4) Methodology, which addresses how attributes are measured and evaluated, and 5) Classification, which defines how caves are categorized. The attributes were analyzed for objectivity and applicability, in relation to their practice in the classification process. Objectivity was considered to be the adoption of clear wording, without dubiousness or subjectivism - i.e. depending on personal interpretations, resulting in different*

relação à sua prática no processo de classificação. Entendemos como objetividade a adoção de uma redação clara, sem dubiedade ou subjetivismo – i.e., que dependesse de interpretações pessoais, resultando em resultados distintos por diferentes pessoas – e que permitisse ao leitor identificar de maneira direta, rápida e fácil qual a proposta em questão e os mecanismos por trás dela. Já a aplicabilidade foi considerada eficiente quando permitia elencar a relevância de diferentes cavernas de maneira direta, otimizada, sem a necessidade de adoção de um número excessivo de etapas, premissas, ou ações quando considerado o grupo dos morcegos.

Proposta de Protocolo para classificação de cavernas

A partir da análise dos atributos utilizados nos estudos identificados, elaboramos uma proposta de protocolo de classificação de cavernas prioritárias para conservação. Para a elaboração da proposta, além dos estudos internacionais já mencionados, foi considerada ainda uma revisão crítica com foco em morcegos da IN 02/2017, realizada por um grupo de especialistas do Brasil (Barros *et al.*, 2020a). Nesta primeira versão, de dezembro de 2021, foram incluídos os seguintes atributos: 1) Presença de espécies ameaçadas; 2) Presença de colônias maternidades; 3) *Hot caves*; 4) Colônias excepcionais em tamanho; 5) *Taxa* novos; 6) Riqueza de espécies; 7) Presença de espécies Raras; 8) Abundância relativa; e 9) Atributos de vulnerabilidade.

Ainda que as experiências internacionais forneçam uma boa base para determinação de atributos a serem utilizados para classificação de cavernas, é necessário que tais atri-

results for different people - and allowing the reader to directly, quickly, and easily identify the proposal in question and its mechanisms. Applicability was considered efficient when it allowed the relevance of different caves to be listed in a direct, optimized way, without the need to adopt an excessive number of steps, premises, or actions when considering the bat group.

Proposed protocol for cave classification

*Based on the analysis of the attributes used in the identified studies a protocol proposal for classifying priority caves for conservation was drawn. To prepare the proposal, in addition to the international studies already mentioned, a critical review of IN 02/2017 focusing on bats carried out for a group of Brazilian experts (Barros *et al.*, 2020a) was also considered. In this first version, from December 2021, the following attributes were included: 1) Presence of threatened species; 2) Presence of maternity colonies; 3) *Hot caves*; 4) Exceptional size colonies; 5) *New taxa*; 6) Species richness; 7) Presence of Rare species; 8) Relative abundance; and 9) Vulnerability attributes.*

Although international experiences provide a good basis for determining the attributes to be used for classifying caves, it is necessary that these attributes be applied in a way that is consistent with the reality of bat species in Brazil (e.g., high bat species richness, high availability of caves, distri-

butos sejam aplicados de forma coerente com a realidade das espécies de morcegos do Brasil (e.g. elevada riqueza de espécies de morcegos, elevada disponibilidade de cavernas, distribuição de espécies em dimensões continentais). Com intuito de colher opiniões da comunidade técnico-científica na discussão, a primeira versão dessa proposta de protocolo foi encaminhada (em dezembro de 2021) para apreciação de 15 especialistas de diferentes áreas, incluindo profissionais envolvidos com órgãos ambientais responsáveis e fiscalizadores do licenciamento ambiental, biólogos consultores e pesquisadores das áreas de quirópteros e espeleologia (Veja Agradecimentos).

Após o retorno de comentários pelos especialistas consultados, elaboramos então uma segunda versão revisada e atualizada do protocolo de classificação, apresentada aqui. Atributos abióticos que avaliam a influência de atividades antrópicas sobre as cavernas foram considerados sem significativa contribuição no âmbito do licenciamento ambiental, de forma que não foram incluídos na proposta de classificação revisada. Os atributos que foram mantidos foram adequados levando em consideração ambos os Decretos 6.640/08 e 10.935/22, uma vez que suas atualizações ainda estão em tramitação nas instâncias governamentais responsáveis. A determinação de aplicação de alguns atributos, nomeadamente riqueza de espécies, presença de populações excepcionais em tamanho, e presença de espécies raras, foi baseada em estudos complementares (veja Barros, 2022).

tribution of species over continental dimensions). In order to gather opinions from the technical-scientific community in the discussion, the first version of this protocol proposal was sent (in December 2021) to 15 specialists from different areas, including professionals involved with environmental agencies responsible for overseeing environmental licensing, biology consultants, and researchers in the areas of Chiroptera and speleology (See Acknowledgments).

Following feedback from the consulted experts, a second revised and updated version of the classification protocol was drawn up and is presented here. Abiotic attributes that assess the influence of anthropogenic activities on caves were not considered to make a significant contribution in the context of environmental licensing, thus they were not included in the revised classification protocol. The attributes that were maintained were adjusted considering both Decrees 6.640/08 and 10.935/22, since their updates are still being processed by the responsible government bodies. The determination of the application of some attributes, namely species richness, the presence of populations exceptional in size, and the presence of rare species, was based on complementary studies (see Barros, 2022).

RESULTADOS

Avaliação e síntese de experiências internacionais

Os cinco métodos de classificação de relevância de cavernas identificados e avaliados apresentaram diferenças em todos os cinco eixos norteadores (Material suplementar 1 – Tabelas Suplementares 1 a 5). Tais diferenças foram assim sintetizadas:

Legislação: Dentre os estudos avaliados, apenas o realizado nos Estados Unidos (Neubaum *et al.*, 2017) menciona a existência de legislação específica, sumarizando as iniciativas já utilizadas pelos órgãos ambientais daquele país. Os estudos da Turquia (Furman & Ozgul, 2002) e ambos os estudos nas Filipinas (Phelps *et al.*, 2016; Tanalgo *et al.*, 2018) são focados apenas na pesquisa científica com fins conservacionistas.

Aspectos bióticos (consideram riqueza, abundância, presença de espécies endêmicas e/ou ameaçadas): O estudo que mais diferiu neste aspecto foi o de Tanalgo e colaboradores (2018), realizado nas Filipinas, uma vez que considerou frequência de ocorrência das espécies, quesito não avaliado nos outros quatro estudos. Mais além, ao invés da utilização da presença ou ausência de espécies endêmicas ou ameaçadas, estes autores atribuíram pontuações para estas espécies. Os estudos realizados em regiões temperadas (EUA e Turquia) incluíram ainda em suas avaliações os diferentes tipos de usos que os morcegos podem fazer da caverna (i.e., hibernáculo e/ou maternidade), o que para as espécies dessas regiões é bastante característico. O diferencial da IN 02/2017 brasileira em relação aos aspectos bióticos é que esta norma

RESULTS

Evaluation and synthesis of international experiences

The five relevance classification methods for caves that were identified differed in all five areas (Supplementary Material 1 - Supplementary Tables 1 to 5). These differences have been summarized as follows:

Legislation: Among the studies evaluated, only the one carried out in the United States (Neubaum *et al.*, 2017) mentions the existence of specific legislation, summarizing the initiatives already used by environmental agencies in that country. The studies in Turkey (Furman & Ozgul, 2002) and both studies in the Philippines (Phelps *et al.*, 2016; Tanalgo *et al.*, 2018) focused only on scientific research for conservation purposes.

Biotic aspects (considers richness, abundance, presence of endemic and/or threatened species): The study carried out in the Philippines by Tanalgo *et al.* (2018), was the one that differed the most in this respect, it considered the frequency of occurrence of species, an item not assessed in the other four studies. Furthermore, instead of using the presence or absence of endemic or threatened species, these authors assigned scores to these species. The studies carried out in temperate regions (USA and Turkey) also included in their assessments the different types of uses that bats can make of the cave (i.e., hibernacula and/or maternity), which for species from these regions is quite characteristic. What sets Brazil's IN 02/2017 apart from the biotic aspects is that it also considers the ecological importance of the species and possible long-lasting, rare, or unusual ecological interactions.

considera também a importância ecológica das espécies e possíveis interações ecológicas duradouras, raras ou incomuns.

Aspectos abióticos: não foram considerados nas avaliações da Turquia e EUA. Nas Filipinas, Tanalgo e colaboradores (2018) consideraram atributos físicos e ambientais das cavernas que podem facilitar a influência antrópica sobre elas, e consequentemente impactar as comunidades de morcegos, tais como acessibilidade, esforço de exploração, tamanho das entradas e os diferentes usos antrópicos possíveis para a caverna. Também nas Filipinas, o estudo de Phelps *et al.* (2016) baseou a classificação de relevância em características das cavernas, tanto estruturais (e.g. complexidade e tamanho) quanto em diferentes tipos de impactos e influência antrópica.

Metodologia: A maneira utilizada para coleta de dados bióticos foi semelhante em todos os estudos, com a captura dos morcegos realizada através de redes-de-neblina e puçás. Ambos os estudos realizados nas Filipinas não consideraram amostragens sazonais, enquanto os outros sugeriram a realização de pelo menos uma amostragem em cada estação. A diferença neste quesito está nos índices criados e utilizados para sumarizar a informação e transformá-la em diferentes classes de relevância. Nas Filipinas, Phelps *et al.* (2016) não criou índices bióticos, mas avaliou os diferentes níveis de perturbação na caverna, enquanto Tanalgo *et al.* (2018) utilizaram um índice de potencial biótico e um índice de vulnerabilidade para compor o índice final de classificação. Na IN 02/2017, o índice gerado considera todos os atributos presentes nas cavernas avaliadas, e leva em conta as escalas local e regional. No estudo de Furman & Ozgul (2002), na Turquia, o índice gerado foi apenas biótico e considerou a abun-

Abiotic aspects: In the assessments in Turkey and in the USA, these were not considered. In the Philippines, Tanalgo et al. (2018) considered the physical and environmental attributes of caves that can facilitate anthropogenic influence on them, and consequently impact bat communities, such as accessibility, exploration effort, size of entrances, and the different possible anthropogenic uses for the cave. Also in the Philippines, the study by Phelps et al. (2016) based the relevance classification on cave characteristics, both structural (e.g., complexity and size) and on different types of impacts and anthropic influence.

Methodology: The method used to collect biotic data was similar in all the studies, with bats being captured using mist nets and hand nets. Both studies carried out in the Philippines did not consider seasonal sampling, while the others suggested carrying out at least one sample each season. The difference in this regard lies in the indices created and used to summarize the information and transform it into different classes of relevance. In the Philippines, Phelps et al. (2016) did not create biotic indices, but assessed the different levels of disturbance in the cave, while Tanalgo et al. (2018) used a biotic potential index and a vulnerability index to make up the final classification index. In the IN 02/2017, the index generated considers all the attributes present in the caves assessed and takes into account the local and regional scales. In the study by Furman & Ozgul (2002), in Turkey, the index generated was only biotic and considered the abundance of species multiplied by the score referring to their conservation status. In the study by Neubaum et

dância das espécies multiplicada pelo score referente a seu status de conservação. No estudo de Neubaum *et al.* (2017), nos EUA, a avaliação foi feita considerando a porcentagem da população local de morcegos afetada pelos impactos na caverna e com a densidade estimada de abrigos. A análise da paisagem foi levada em consideração nos estudos dos EUA e nas Filipinas, entretanto apenas Phelps *et al.* (2016) determinam uma área de influência para as cavernas, considerando esta área como 1 km.

Classificação: A aplicação dos índices gerados (e.g. presença de espécies ameaçadas, vulnerabilidade a impactos, abundância) resulta na classificação final que indica a necessidade ou não de proteção das cavernas. Furman e Ozgul (2002), na Turquia, geram uma classificação numérica, enquanto em todos os outros países a classificação é categórica, embora nas Filipinas, Tanalgo *et al.* (2018) utilizem classes numéricas e categóricas em sua classificação final.

Protocolo proposto para classificação de cavernas com base em morcegos

A análise dos estudos na fase anterior permitiu uma comparação de diferentes abordagens e sugestões para a classificação de relevância das cavernas. Os critérios, atributos e processos adotados são úteis para entender se e quais opções existem fora do Brasil, permitindo avaliar como a abordagem descrita na normativa brasileira se situa em relação às experiências similares fora do Brasil. Considerando a análise previamente apresentada das propostas de classificação de relevância, a próxima etapa deste estudo foi a elaboração de uma proposta de um protocolo para a classificação de relevância de cavernas que pudesse reunir os pontos posi-

al. (2017), in the USA, the assessment was made considering the percentage of the local bat population affected by the impacts on the cave and the estimated density of shelters. Landscape analysis was considered in the US and Philippine studies, however, only Phelps *et al.* (2016) determine an area of influence for caves, considering this area to be 1 km.

Classification: The application of the generated indices (e.g., presence of endangered species, vulnerability to impacts, abundance) results in the final classification that indicates whether or not the caves need to be protected. In Turkey, Furman and Ozgul (2002) generated a numerical classification, while in all other countries, the classification is categorical. Notwithstanding, Tanalgo *et al.* (2018) used numerical and categorical classes in their final classification in the Philippines.

Proposed protocol for classifying caves based on bats

The analysis of the studies in the previous phase allowed a comparison of different approaches and suggestions for classifying the relevance of caves. The criteria, attributes, and processes adopted are useful for understanding whether options exist outside Brazil, and which are those. This analysis allowed us to assess how the approach described in the Brazilian regulations stands in relation to similar experiences outside Brazil. Considering what was previously presented of the proposals for classifying relevance, the next step in this study was to draw up a protocol for classifying the relevance of caves that could bring together the positive points found in the interna-

tivos encontrados nas experiências de outros países e corrigir problemas identificados previamente na IN 02/2017 (veja Barros *et al.* 2020a). Mas considerando que já existe uma normativa legal vigente no Brasil, a proposta aqui elaborada partiu da classificação determinada na legislação protetiva de cavernas do Brasil (Brasil, 2008; 2022). Assim, a classificação final aqui proposta manteve a nomenclatura adotada para as cavernas como “Máxima, Alta, Média e Baixa” relevância (Figura 1). Entretanto, adequamos os atributos de forma a compor três grandes níveis de proteção:

a) Proteção integral – composto por atributos que automaticamente classificam a caverna como de Máxima Relevância.

b) Proteção restritiva – composto por atributos que sozinhos já seriam suficientes para classificar a caverna como sendo de Alta Relevância. Tais atributos impõem proteção integral temporária, impedindo que a caverna sofra impactos negativos irreversíveis até que as restrições sejam sanadas. Para estes atributos, impactos só poderiam ser permitidos mediante a compensação com outras cavernas com as mesmas características/atributos/espécies sem a possibilidade da aplicação de “outras formas de compensação”.

c) Proteção baseada em relevância – composto por atributos que, avaliados em conjunto com os demais atributos bióticos, permitem classificar a caverna em Baixa, Média ou Alta Relevância, e que podem permitir impactos negativos mediante algum tipo de compensação.

*tional experiences and correct previously identified problems in the IN 02/2017 (see Barros *et al.* 2020a). However, considering that there is already a legal regulation in force in Brazil, the proposal made here was based on the classification determined in Brazilian cave protection legislation (Brasil, 2008; 2022). Thus, the final classification maintained the nomenclature adopted for caves as “Maximum, High, Medium, and Low” relevance (Figure 1). Nevertheless, the attributes to make up three major levels of protection were adjusted:*

a) Full protection - composed of attributes that automatically classify the cave as being of Maximum Relevance.

b) Restrictive protection - made up of attributes that alone would be enough to classify the cave as being of High Relevance. These attributes impose temporary full protection, preventing the cave from suffering irreversible negative impacts until the restrictions are remedied. For these attributes, impacts could only be allowed through compensation with other caves with the same characteristics/attributes/species, without the possibility of applying “other forms of compensation”.

c) Protection based on relevance - made up of attributes which, when assessed together with the other biotic attributes, allow the cave to be classified as Low, Medium or High Relevance, and which can allow negative impacts through some kind of compensation.

A seguir, apresentamos cada uma das categorias e seus respectivos atributos, incluindo o contexto que justifica a classificação proposta e, quando necessário, definições, instruções de aplicação, e sugestões de redação que, se adotadas, tornariam uma futura Instrução Normativa sobre o assunto mais clara e objetiva.

1. Proteção Integral – Cavernas de Máxima Relevância

1.1 Atributo: Abrigo essencial para a preservação de populações de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais (Brasil, 2022).

Contexto: Este atributo é válido e já avaliado pela Instrução Normativa 02/17, no entanto, sua redação deve ser exata para evitar o uso de interpretações equivocadas, por vezes prejudiciais à conservação de espécies ameaçadas (Barros *et al.*, 2020a). Segundo a Portaria N° 148 de 7 de junho de 2022 (Brasil, 2022) as espécies constantes na Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção gozam de prerrogativa de proteção integral, sendo proibida sua captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização. A proteção do habitat natural, e consequentemente dos abrigos utilizados por essas espécies, atende aos requisitos legais da Política Nacional do Meio Ambiente que visa à orientação de ações para retirada das espécies das listas vermelhas. No caso de algumas espécies de morcegos ameaçadas, como *N. macrourus* e *F. horrens*, é justamente a relação com as cavernas, e devido às pressões a que os ambientes subterrâneos estão submetidos, que determinam seu status de ameaça (MMA, 2022). É importante que o conceito deste atributo na IN fique extremamente claro garantindo que apenas a

Below, each of the categories and their respective attributes are presented. It includes the context that justifies the proposed classification and, where necessary, definitions, application instructions, and drafting suggestions that, if adopted, would make a future Normative Instruction on the subject clearer and more objective.

1. Integral Protection - Caves of Maximum Relevance

1.1 Attribute: Essential shelter for the preservation of populations of endangered animal species on official lists (Brazil, 2022).

Context: *This attribute is valid and has already been assessed by IN 02/17, however, its wording must be precise to avoid the use of misinterpretations, which are sometimes detrimental to the conservation of endangered species (Barros et al., 2020a). According to Ordinance No. 148 of June 7, 2022 (Brasil, 2022), the species on the Official National List of Endangered Fauna Species are fully protected, and their capture, transportation, storage, safekeeping, handling, processing and sale are prohibited. Protecting the natural habitat, and consequently the roosts used by these species, meets the legal requirements of the National Environmental Policy, which aims to guide actions to remove species from red lists. In the case of some threatened bat species, such as *N. macrourus* and *F. horrens*, it is precisely their relationship with caves, and the pressures to which underground environments are subjected, that determine their threatened status (MMA, 2022). It is important that the concept of this attribute in the IN is made extremely clear, ensuring that the mere presence of threatened species on official lists is enough to classify them as being of Maximum Relevance.*

presença de espécies ameaçadas constantes em listas oficiais já é suficiente para sua classificação como de Máxima Relevância. No Brasil, a atual lista vigente (MMA, 2022) considera oficialmente como ameaçadas de extinção as espécies de morcegos *Furipterus horrens*, *Natalus macrourus*, *Lonchophylla dekeyseri*, e *Lonchophylla bokermanii*. Além disso, atualmente os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Pará e Bahia dispõem de listas oficiais estaduais (Barros et al., 2020a) e, portanto, nesses estados, cavernas com a presença de espécies ameaçadas constantes nas listas estaduais também devem ser consideradas para proteção integral.

Sugestão de redação para uma nova IN: Cavernas com o registro de espécies ameaçadas de extinção constantes em listas oficiais (Nacional ou Estaduais) de espécies da fauna ameaçadas de extinção.

1.2 Atributo: Cavidade considerada abrigo essencial para manutenção permanente de congregação excepcional de morcegos, com no mínimo, dezenas de milhares de indivíduos, e que tenha a estrutura trófica climática de todo o seu ecossistema modificada e condicionada à presença dessa congregação (Brasil, 2022).

Contexto: A definição do atributo foi recentemente modificada pelo Decreto 10.935/2022 e não pode ser alterada, uma vez que por prerrogativa legal o atual decreto só pode ser alterado por outro decreto ou lei. Entretanto, a definição presente na Instrução Normativa deveria englobar e explicitar dois casos distintos: 1) *Hot caves* e 2) Colônias excepcionais em tamanho. Colônias com abundâncias altamente excepcionais de indivíduos possuem importante papel

*In Brazil, the current list (MMA, 2022) officially considers the bat species *Furipterus horrens*, *Natalus macrourus*, *Lonchophylla dekeyseri*, and *Lonchophylla bokermanii* to be threatened with extinction. In addition, the states of Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Pará, and Bahia currently have official state lists (Barros et al., 2020a) and, therefore, in these states, caves with the presence of threatened species on the state lists should also be considered for full protection.*

Suggested wording for a new IN: *Caves with a record of endangered species on official lists (National or State) of endangered fauna species.*

1.2 Attribute: Cave considered an essential roost for the permanent maintenance of an exceptional congregation of bats, with at least tens of thousands of individuals. In addition, to having the climatic trophic structure of its entire ecosystem modified and conditioned to the presence of this congregation (Brazil, 2022).

Context: *The definition of the attribute was recently modified by Decree 10.935/2022 and cannot be changed, since by legal prerogative the current decree can only be changed by another decree or law. However, the definition in the Normative Instruction should encompass and explain two distinct cases: 1) *Hot caves* and 2) Colonies that are exceptional in size. Colonies with highly exceptional abundance of individuals play an important ecological role in the underground ecosystem.*

ecológico no ecossistema subterrâneo, e atualmente a legislação vigente no Brasil (Brasil, 2017; 2022) gera margem para que essas cavernas sejam desconsideradas no atributo dedicado a grandes congregações, permitindo impactos negativos irreversíveis mediante compensação, o que resulta em danos incomensuráveis para tais populações (Barros *et al.*, 2020a). O caráter de “manutenção permanente”, citado no atual Decreto 10.935/2022, não deve ser interpretado como a presença permanente e constante dessas grandes congregações em determinada caverna. O uso de cavernas por algumas espécies e populações de morcegos é dinâmico, sendo frequente a utilização e movimento entre mais de uma caverna (Leal & Bernard, 2021; Otálora-Ardila *et al.*, 2019). Assim, manutenção permanente deve ser interpretada como uso contínuo ao longo do tempo, de forma que a proteção dessas cavernas deve ser garantida, mesmo que a população se ausente da caverna por alguns períodos. Propomos aqui que a excepcionalidade em tamanho deve ser considerada para cavernas que apresentem colônias com abundância estimada, calculada ou inferida igual ou maior do que cinco vezes a média regional. Esta proposta é objetiva, quantitativa, mensurável, e baseia-se na análise de informações disponíveis sobre populações de morcegos em caverna brasileiras (veja Barros, 2022; Barros & Bernard, 2023a).

Definições: *Hot caves* são cavernas caracterizadas por um ambiente com altas temperaturas (28°C a 40°C) geradas pelo calor corporal emanado por morcegos de algumas espécies quando em altas densidades (milhares de indivíduos), ou ainda pela decomposição do guano produzido por estes morcegos. *Hot caves* geralmente possuem uma única entrada relativamente pequena, baixa

Current Brazilian legislation (Brasil, 2017; 2022) leaves room for these caves to be disregarded in the attribute dedicated to large congregations, which allows irreversible negative impacts through compensation, resulting in immeasurable damage to such populations (Barros et al., 2020a). The character of “permanent maintenance”, mentioned in the current Decree 10.935/2022, should not be interpreted as the permanent and constant presence of these large congregations in a given cave. The use of caves by some bat species and populations is dynamic, with frequent use and movement between more than one cave (Leal & Bernard, 2021; Otálora-Ardila et al., 2019). Thus, permanent maintenance should be interpreted as continuous use over time, so that the protection of these caves must be guaranteed, even if the population is absent from the cave for some periods. It is proposed here that exceptionality in size should be considered for caves that have colonies with estimated, calculated, or inferred abundance equal to or greater than five times the regional average. This proposal is objective, quantitative, measurable, and based on an analysis of the information available on bat populations in Brazilian caves (see Barros, 2022; Barros & Bernard, 2023a).

Definitions: *Hot caves* are caves characterized by high temperatures environments (28°C to 40°C) generated by the body heat emanated by bats of some species when in high densities (thousands of individuals), or by the decomposition of the guano produced by these bats. *Hot caves* generally have a single, relatively small entrance, low air circulation, and relative humidity of over 90% (Ladle et

circulação de ar, e umidade relativa maior que 90% (Ladle *et al.*, 2012). No Brasil, tais cavernas ocorrem principalmente pela presença das espécies do gênero *Pteronotus* (Rocha, 2013).

Sugestão de redação para uma nova IN: Cavernas identificadas como *hot caves* e/ou com a presença de colônias de morcegos excepcionais em tamanho.

Instruções de aplicação: No caso de colônias excepcionais em tamanho, as cavernas devem ser avaliadas nos contextos local e regional. Assim, serão consideradas colônias excepcionais em tamanho aquelas cavernas que possuírem o número de indivíduos igual ou maior do que cinco vezes a média regional. Nos casos em que não existam dados regionais disponíveis, a análise deve ser realizada com os dados locais. Entretanto, uma vez que tal excepcionalidade pode variar de acordo com diferentes espécies, propomos ainda a elaboração de uma base contendo os dados de abundância de grandes congregações de morcegos já conhecidas no Brasil, bem como dados de monitoramentos contínuos, o que permitiria uma melhor caracterização de excepcionalidade por abundância. Tal base poderá ser realizada nos mesmos moldes da lista de espécies de morcegos do Brasil (Garbino *et al.*, 2020), podendo ser também idealizada e atualizada pela Sociedade Brasileira para o Estudo dos Quirópteros (SBEQ).

al., 2012). In Brazil, such caves occur mainly due to the presence of species of the *Pteronotus* genus (Rocha, 2013).

Suggested wording for a new IN: Caves identified as *hot caves* and/or with the presence of exceptional size bat colonies.

Instructions for use: In the case of colonies that are exceptional in size, the caves must be assessed in both local and regional contexts. Thus, caves with a number of individuals equal to or greater than five times the regional average will be considered exceptional size colonies. In cases where no regional data is available, the analysis should be carried out using local data. However, since such exceptionality can vary according to different species, the creation of a database containing abundance data from large bat congregations already known in Brazil is recommended, as well as data from continuous monitoring, which would allow for a better characterization of exceptionality by abundance. This database could be created along the same lines as the list of bat species in Brazil (Garbino *et al.*, 2020), and could also be designed and updated by the Brazilian Society for Chiroptera Study (Sociedade Brasileira para o Estudo dos Quirópteros - SBEQ).

2. Proteção Restritiva – atributos que, sozinhos, poderiam classificar a cavidade como de Alta relevância, e impedem que a caverna sofra impactos negativos irreversíveis até que certas restrições sejam sanadas. Tais impactos só serão permitidos mediante compensação com outras cavernas com atributos equivalentes, sem a possibilidade de “outras formas de compensação”.

2.1 Atributo: Colônia Maternidade

Contexto: Filhotes não possuem habilidades termoregulatórias bem desenvolvidas e se beneficiam de estar em grupo devido ao aumento do calor resultante do contato corporal direto entre eles (Zagmajister, 2019). Geralmente a disponibilidade de abrigos com condições microclimáticas ótimas para criação dos filhotes é limitada, e a formação de colônias maternidade pode favorecer diferentes espécies de morcegos (Zagmajister, 2019). Assim é comum observar ainda a fidelidade de fêmeas a abrigos favoráveis à proteção de seus filhotes até seu crescimento (Lewis, 1995). Dessa forma, a presença de grupos de fêmeas grávidas e/ou com filhotes em determinadas cavernas pode indicar que tais abrigos são essenciais para a sobrevivência e recrutamento das novas gerações, sendo sua conservação de fundamental importância.

Definição: Colônia maternidade é aquela formada por fêmeas grávidas e/ou com filhotes, para o nascimento da prole ou para os cuidados pós-nascimento dos filhotes (Neubaum *et al.*, 2017).

Sugestão de redação para uma nova IN: Caverna com a presença de colônias maternidade, composto por grupo de fêmeas grávidas e/ou com filhotes.

2. Restrictive Protection - attributes which, on their own, could classify the cave as of High Relevance, and prevent the cave from suffering irreversible negative impacts until certain restrictions are remedied. Such impacts will only be allowed through compensation with other caves with equivalent attributes, without the possibility of “other forms of compensation”.

2.1 Attribute: Maternity Colony

Context: Offsprings do not have well-developed thermoregulatory abilities and benefit from being in groups due to the heat increase resulting from direct body contact between them (Zagmajister, 2019). In general, roost availability with optimal microclimatic conditions for raising young is limited, and the formation of maternity colonies can favor different bat species (Zagmajister, 2019). It is also common to observe the females' fidelity to roosts that are favorable for protecting their young until they grow up (Lewis, 1995). Thus, the presence of pregnant female groups and/or females with young in certain caves may indicate that these roosts are essential for the survival and recruitment of new generations and that their conservation is of fundamental importance.

Definition: A maternity colony is one formed by pregnant females and/or females with offspring, for the birth of the offspring or for the post-birth care of the offspring (Neubaum *et al.*, 2017).

Suggested wording for a new IN: Cave with the presence of maternity colonies, composed of a group of pregnant females and/or with offspring.

Instruções de aplicação: O censo de fêmeas grávidas ou com filhotes deve ser implementado como metodologia padrão e obrigatória durante todos os estudos de análise de relevância em cavidades naturais. As cavernas devem ser avaliadas em um contexto local. Assim, serão consideradas como maternidade aquelas cavernas que apresentarem o número de fêmeas grávidas e/ou com filhotes três vezes maior do que a média local. Para as cavernas identificadas como colônias maternidade, sua proteção deve ser garantida e devem ser implementados monitoramentos de longo prazo, a fim da obtenção de informações de uso dessas cavernas e futura reclassificação, se pertinente. Em cavernas nas quais forem registradas a presença de fêmeas grávidas e/ou com filhotes em número reduzido (cavernas não identificadas como colônias maternidade), a proteção deve ser garantida até o nascimento dos filhotes e até que estes completem seu desenvolvimento inicial, quando atingirem o momento em que são capazes de voar sozinhos, respeitando ainda os ciclos sazonais de cada espécie.

2.2 Atributo: Táxons novos

Contexto: Esse atributo já é avaliado na instrução normativa vigente no Brasil, e é especialmente válido para os casos de cavernas para as quais as cláusulas de sigilo, presentes no processo de licenciamento, embargam ou retardam a publicidade e descrição dos novos táxons, permitindo que impactos negativos irreversíveis ocorram antes da completa descrição da espécie. Porém, na prática, ao menos no que tange aos morcegos, a aplicação é falha, uma vez que muitas vezes as metodologias utilizadas nos estudos de impacto ambientais falham em acessar e diagnosticar

Instructions for use: The census of pregnant females or females with offspring should be implemented as a standard and mandatory methodology during all relevance analysis studies in natural caves. Caves must be assessed in a local context. Thus, caves with three times the number of pregnant females and/or with offspring than the local average will be considered maternity caves. For caves identified as maternity colonies, their protection must be guaranteed, and long-term monitoring must be implemented in order to obtain information on the use of these caves and future reclassification, if pertinent. In caves where the presence of pregnant females and/or caves with small numbers of offspring (caves not identified as maternity colonies) is recorded, protection should be guaranteed until the offspring are born and until they complete their initial development, that is, when they are able to fly on their own, while also respecting the seasonal cycles of each species.

2.2 Attribute: New taxa

Context: This attribute is already assessed in the current legislation in Brazil and is especially valid in the case of caves for which secrecy clauses in the licensing process hinder or delay the report and description of new taxa, allowing irreversible impacts to occur before the species is fully described. Nevertheless, at least where bats are concerned, the application is flawed in practice, since the methodologies used in environmental impact studies often fail to correctly access and diagnose biodiversity (Dias et al., 2022). In addition, these taxa may correspond to species that are

de maneira correta a biodiversidade (Dias *et al.*, 2022). Além disso, tais *taxa* podem corresponder a espécies ameaçadas de extinção em algum grau, de forma que tais cavernas teriam o direito à proteção integral.

Definição: Presença de animais pertencentes a *taxa* ainda não descritos na literatura.

Instruções de aplicação: Ficam vetados impactos negativos na caverna até a descrição científica formal do *taxon* e a avaliação de seu status de ameaça.

3. Proteção Baseada em Relevância - atributos que permitem a classificação das cavernas em baixa, média ou alta relevância.

3.1 Atributo: Espécies raras

Contexto: Diferentes espécies possuem requerimentos específicos para a escolha de seus abrigos (Barros *et al.*, 2020b). Dessa forma, espécies raras podem apresentar alta seletividade para escolha de cavernas, como no caso de espécies essencialmente cavernícolas. Sendo assim, cavernas com a presença de espécies raras essencialmente cavernícolas podem apresentar características específicas que propiciam condições favoráveis à ocorrência dessas espécies, o que qualifica estas cavernas como relevantes para conservação.

Definição: Presença de espécies raras na caverna. O cálculo para avaliação de espécies raras deverá ser realizado através da razão entre a frequência de ocorrência da espécie e o número de cavernas amostradas na região:

$$\text{Índice de Raridade (IR)} = N/f$$

threatened with extinction to some degree, so these caves would be entitled to full protection.

Definition: Presence of animals belonging to *taxa* not yet described in the literature.

Instructions for use: Negative impacts on the cave are prohibited until the taxon has been formally scientifically described and its threat status assessed.

3. Relevance-based protection - attributes that allow caves to be classified as low, medium, or high relevance.

3.1 Attribute: Rare species

Context: Different species have specific requirements for choosing their roosts (Barros *et al.*, 2020a). Therefore, rare species can be highly selective in their choice of caves, as in the case of essentially cave-dwelling species. Moreover, caves with the presence of rare essentially cave-dwelling species may have specific characteristics that provide favorable conditions for their occurrence, which qualifies these caves as relevant for conservation.

Definition: Rare species presence in the cave. The calculation for evaluating rare species should be made using the ratio between the frequency of occurrence of the species and the number of caves sampled in the region:

$$\text{Rarity Index (RI)} = N/f$$

onde N é o número de cavernas e f é a frequência de ocorrência da espécie. Valores maiores que 4.00 indicam que a espécie é rara ou ocorre apenas em algumas cavernas (ocorrência em $\leq 25\%$ das cavernas) e valores próximos a 1.00 indicam que a espécie é comum na maioria das cavernas.

Sugestão de redação para uma nova IN: Presença de espécies registradas em apenas 25% ou menos das cavernas amostradas no contexto local ou regional, avaliadas conforme o tipo de uso que fazem das cavernas.

Instruções de aplicação: A presença de espécies raras deve ser avaliada nos contextos local e regional, conforme as definições de escalas estabelecidas na IN 02/17. A determinação de uma espécie rara deve levar em consideração a frequência com que as espécies ocorrem nas cavernas amostradas (Tanalgo *et al.*, 2018). Quando existirem dados disponíveis em nível regional a análise deve ser realizada com tais dados, nos casos em que não existam dados regionais disponíveis, a análise deve ser realizada com os dados locais. Cavernas com espécies raras essencialmente cavernícolas (EC) devem ser pontuadas como de alta relevância; cavernas com espécies raras usualmente cavernícolas (UC) devem ser classificadas com média relevância; e cavernas com espécies raras ocasionalmente cavernícolas (OC) devem ser pontuadas como baixa relevância. Uma lista inicial de referência para ocorrência e uso de espécies de morcegos em cavernas no Brasil pode ser encontrada em Barros (2022) e Barros e Bernard (2023a). Alguns estudos disponíveis resumam a informação conhecida a respeito da ocorrência de morcegos em cavernas no Brasil, sendo possível encontrar dados que podem servir de base como informação em nível

where N is the number of caves and f is the frequency of occurrence of the species. Values greater than 4.00 indicate that the species is rare or only occurs in a few caves (occurrence in $\leq 25\%$ of caves) and values close to 1.00 indicate that the species is common in most caves.

Suggested wording for a new IN: *Presence of species recorded in 25% or less of the caves sampled in the local or regional context, assessed according to the type of cave use they make.*

Instructions for use: *The presence of rare species must be assessed in local and regional contexts, according to the scale definitions established in the IN 02/17. The determination of a rare species must consider the frequency with which the species occurs in the sampled caves (Tanalgo *et al.*, 2018). If regional data are available, the analysis should be carried out using such data; if regional data are not available, the analysis should be carried out using local data. Caves with rare primarily cave-dwelling (PC) species should be classified as high relevance; caves with rare regularly cave-dwelling (RC) species should be classified as medium relevance; and caves with rare occasionally cave-dwelling (OC) species should be classified as low relevance. A first reference list for the occurrence use of bat species in Brazilian caves can be found in Barros (2022), Barros, and Bernard (2023a). Some studies summarize the information known about the occurrence of bats in Brazilian caves, and it is possible to find data that can serve as a basis for information at the regional level. Such as abundance, degree of association with caves, number of caves in which they occur, and distribution by biome (Guimarães & Ferreira, 2014; Oliveira *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2022; Barros, 2022). However, as in the case of exceptional size colonies, the development of a reference*

regional - e.g., abundância, nível de associação com as cavernas, número de cavernas em que ocorrem, distribuição por bioma (Guimarães & Ferreira, 2014; Oliveira *et al.*, 2018; Pereira *et al.*, 2022; Barros, 2022). Entretanto, assim como no caso de colônias excepcionais em tamanho, é indicada a elaboração de uma base de dados de referência de espécies raras em cavernas, com dados oriundos de estudos de licenciamento ambiental, a qual poderia ser produzida e atualizada também pela SBEQ – como é feito com a lista de espécies com ocorrência no Brasil (www.sbeq.net/lista-de-especies) – e institucionalizada pelo ICMBio/Cecav, via Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE.

3.2 Atributo: Riqueza

Contexto: O número de espécies encontrados em uma caverna é um dado bastante objetivo e prático de ser obtido. Além disso, proteger abrigos e habitats com maiores riquezas é apontado como estratégia prioritária em várias abordagens de conservação (Barros *et al.*, 2021; Margules & Pressey, 2000; Myers, *et al.*, 2000; Pipan *et al.*, 2020).

Definição: Considera o número de espécies presentes na caverna, classificando-a, de acordo com Guimarães e Ferreira (2014), em Baixa Riqueza (de 0 a 3 espécies), Média Riqueza (de 4 a 6 espécies), e Alta Riqueza (7 espécies ou mais).

Sugestão de redação para uma nova IN: Número de espécie de morcegos presentes na caverna, avaliado cumulativamente em todas as amostragens realizadas na caverna, sendo classificadas em baixa (Peso I), média (Peso II), ou alta riqueza (Peso III).

database of rare species in caves with data from environmental licensing studies is suggested. This database could also be created and updated by the SBEQ - as is done with the list of species occurring in Brazil (www.sbeq.net/lista-de-especies) - and institutionalized by ICMBio/Cecav, through the Biodiversity Extinction Risk Assessment System (Sistema de Avaliação do Risco de Extinção da Biodiversidade - SALVE).

3.2 Attribute: Richness

Context: *The number of species found in a cave is objective and practical data to obtain. In addition, protecting roosts and habitats with greater richness is seen as a priority strategy in various conservation approaches (Barros *et al.*, 2021; Margules & Pressey, 2000; Myers, *et al.*, 2000; Pipan *et al.*, 2020).*

Definition: *Considers the number of species present in the cave, classifying it, according to Guimarães and Ferreira (2014), as Low Richness (0 to 3 species), Medium Richness (4 to 6 species), and High Richness (7 species or more).*

Suggested wording for a new IN: *Number of bat species present in the cave, assessed cumulatively in all the carried-out sampling, being classified as low (Weight I), medium (Weight II), or high richness (Weight III).*

Instruções de aplicação: A riqueza de espécies de morcegos deve ser avaliada separadamente à de invertebrados. O número de espécies de morcegos deve ser obtido a partir da utilização de métodos complementares (captura, bioacústica, contagens), e de forma cumulativa considerando as várias amostragens realizadas na caverna (e.g. estações seca e chuvosa). O número de espécies total deve ser classificado em baixa (de 0 a 3 espécies, Peso I), média (de 4 a 6 espécies, Peso II) e alta riqueza (7 espécies ou mais, Peso III). Para cavernas ferríferas, cavernas com seis espécies já devem ser classificadas como possuindo alta riqueza (Barros, 2022).

Instructions for use: Bat species richness should be assessed separately from invertebrate species richness. The number of bat species should be obtained using complementary methods (capture, bioacoustics, counts), and cumulatively considering the various samples taken in the cave (e.g., dry and rainy seasons). The total number of species should be classified as low (0 to 3 species, Weight I), medium (4 to 6 species, Weight II), and high richness (7 species or more, Weight III). For iron caves, caves with six species should already be classified as having high richness (Barros, 2022).

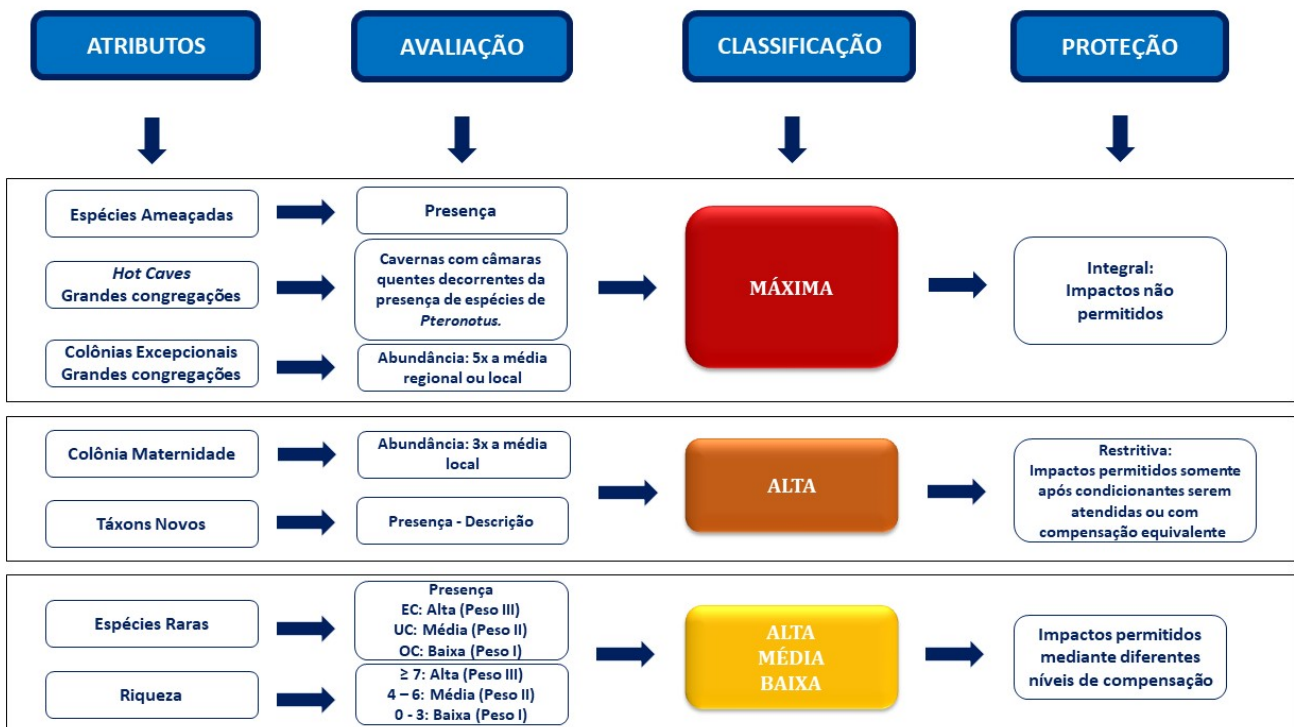


Figura 1 – Quadro esquemático para aplicação dos atributos e critério de avaliação para classificação de relevância de cavernas com foco em morcegos. A ocorrência destes atributos resultará na classificação de relevância em Máxima, Alta, Média ou Baixa, indicando o tipo de proteção sugerida. Os atributos “espécies raras” e “riqueza” serão avaliados com outros atributos bióticos da caverna, que conjuntamente resultarão na classificação final em alta, média ou baixa relevância.

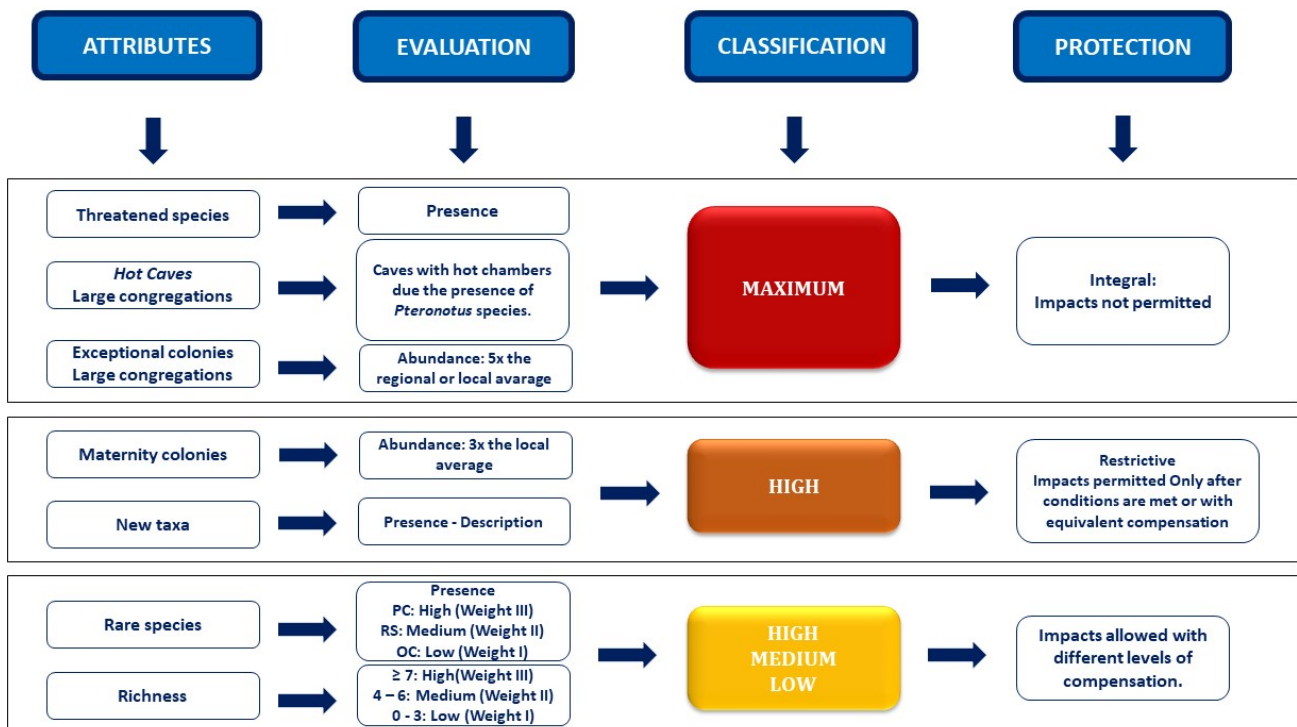


Figure 1 – Schematic framework for applying the attributes and evaluation criteria for classifying the relevance of caves with a focus on bats. The occurrence of these attributes will result in the classification of relevance as Maximum, High, Medium, or Low, indicating the type of protection suggested. The attributes “rare species” and “richness” will be evaluated with other biotic attributes of the cave, which together will result in the final classification of high, medium, or low relevance.

DISCUSSÃO

Neste estudo, considerando experiências internacionais de métodos utilizados para priorização de cavernas para conservação, elaboramos uma proposta de protocolo para classificação de relevância de cavernas no Brasil, com foco em morcegos. Elencamos seis atributos (espécies ameaçadas, hot caves/colônias excepcionais em tamanho, colônias maternidade, táxons novos, espécies raras e riqueza) que podem ser aplicados no processo de licenciamento ambiental brasileiro. Nesta proposta, respeitamos as premissas atuais de avaliação e classificação de relevância de cavernas no Brasil, estabelecidas nas normativas vigentes, mas apontamos sugestões de como este processo pode ser melhorado com a adoção de atributos mais diretos, quantificáveis e menos subjetivos.

DISCUSSION

A protocol proposal for classifying the relevance of caves in Brazil, with a focus on bats was developed in this study, considering international experiences of methods used to prioritize caves for conservation. Six attributes (endangered species, hot caves/exceptional colonies in size, maternity colonies, new taxa, rare species, and richness) that can be applied in the Brazilian environmental licensing process were listed. In this proposal, the current premises for assessing and classifying the relevance of caves in Brazil, established in current regulations were respected. Nevertheless, suggestions were made on how this process could be improved by adopting more direct, quantifiable, and less subjective attributes.

No Brasil, todo o espaço subterrâneo é considerado bem da União e, teoricamente todas as cavernas são a priori protegidas. Assim, os Decretos 6.640/08, e 10.935/22 e a IN/2017 foram estabelecidos para regulamentar as exceções, ou seja, aqueles casos em que as cavernas poderiam então sofrer algum tipo de impacto, o que só pode ocorrer posteriormente à análise de relevância e mediante o licenciamento ambiental. Porém, mesmo com a intenção de minimizar impactos, a atual classificação de relevância das cavernas pode surtir efeitos prejudiciais para a biodiversidade cavernícola (Ferreira et al., 2022). Assim, contribuições que permitam a melhoria das normativas devem ser vistas como positivas, em uma participação salutar da comunidade científica em processos de tomada de decisões que afetem tanto a biodiversidade, quanto o patrimônio espeleológico (Barros et al. 2020a). Ainda assim, mesmo em escala mundial, identificamos que poucos estudos se dispuseram a avaliar e aperfeiçoar as normativas para a proteção de cavernas com ênfase no grupo dos morcegos. Estudos realizados na Turquia, Estados Unidos e Filipinas são propostas pautadas em experimentação científica, criadas especificamente para a classificação de prioridades para conservação dos habitats subterrâneos e dos morcegos. Esses estudos diferem entre si em resposta aos diferentes tipos de ameaças à biodiversidade a que os ambientes subterrâneos estão mais expostos em suas regiões, como a síndrome do nariz branco nos EUA (Neubaum et al., 2017), atividades antrópicas de exploração e caça nas Filipinas (Phelps et al., 2016; Tanalgo et al., 2018), ou o crescimento urbano e suas consequências na Turquia (Furman & Ozgul, 2002). Já no Brasil, a Instrução Normativa 02/17 é uma norma legislativa criada especificamente para a análise de relevância das

In Brazil, all underground space is considered a federal asset and, theoretically, all caves are protected a priori. Therefore, Decrees 6.640/08, 10.935/22, and IN/2017 were established to regulate the exceptions, i.e. those cases in which caves could suffer some kind of impact, which should only occur after the relevance analysis and through environmental licensing. However, even to minimize impacts, the current relevance classification of caves can have detrimental effects on cave biodiversity (Ferreira et al., 2022). Thus, contributions that allow for the regulation's improvement should be seen as positive, in a healthy participation of the scientific community in decision-making processes that affect both biodiversity and speleological heritage (Barros et al. 2020a). Even so, on a global scale, few studies have set out to evaluate and improve regulations for the protection of caves, with an emphasis on the bat group. Studies carried out in Turkey, the United States and the Philippines are proposals based on scientific experimentation, created specifically to classify priorities for the conservation of underground habitats and bats. These studies differ from each other in response to the different types of threats to biodiversity to which subterranean environments are most exposed in their regions. Such as white-noise syndrome in the USA (Neubaum et al., 2017), anthropogenic exploitation and hunting activities in the Philippines (Phelps et al., 2016; Tanalgo et al., 2018), or urban growth and its consequences in Turkey (Furman & Ozgul, 2002). In Brazil, the IN 02/17 is a legislative norm created specifically for the analysis of the relevance of caves for environmental licensing purposes. However, the work of Neubaum et al. (2017) has similar objectives to the intentions of the present study, to consolidate a methodology for classifying caves in order to fill gaps in the USA regulations. In this way, it is possible to identify that there is room for contribu-

cavernas com fins de licenciamento ambiental. No entanto, o trabalho de Neubaum *et al.* (2017) possui objetivos semelhantes às intenções do presente estudo, de consolidar uma metodologia para classificação de cavernas para sanar lacunas das normativas nos EUA. Desta forma, é possível identificar que existe espaço para contribuições – como a aqui apresentada – que visam aperfeiçoar o arcabouço normativo voltado para a conservação dos ambientes cavernícolas não apenas no Brasil, mas em outros países.

De maneira geral, as cinco iniciativas identificadas em nossa pesquisa bibliográfica possuem semelhança em suas avaliações, considerando atributos como riqueza, abundância, endemismo, status de ameaça das espécies, e presença de colônias excepcionais em número de indivíduos, diferindo apenas na maneira como avaliam estes atributos. Atributos como “importância ecológica das espécies” e “interações ecológicas duradouras”, utilizados na IN 02/17 no Brasil, possuem aplicação complexa, uma vez que estes atributos carecem de melhores definições, são subjetivos, e não adotam valores estipulados que permitam mensurar corretamente e de maneira padronizada nem o número, nem a importância destas interações (Barros *et al.*, 2020a). Assim, seguindo atributos já bem estabelecidos em iniciativas internacionais, variáveis como espécies ameaçadas, riqueza, raridade e abundância podem trazer mais objetividade para a avaliação, quando aplicadas de maneira padronizada.

No Brasil, no processo de análise de relevância das cavernas diversos atributos abióticos são analisados: geológicos, hidrológicos, físicos, cênicos, entre outros (Brasil, 2017). Entretanto, ainda que, em teoria, cavernas fora de áreas de licenciamento ambiental possuam status de proteção máximo, diversas outras alterações

tions - such as the one presented here - that aims to improve the regulatory framework for the conservation of cave environments not only in Brazil but also in other countries.

*In general, the five initiatives identified in the literature review are similar in their assessments, considering attributes such as richness, abundance, endemism, species' threat status, and the presence of exceptional colonies regarding the number of individuals, differing only in the way they assess these attributes. Attributes such as “ecological importance of species” and “long-lasting ecological interactions”, used in the IN 02/17 in Brazil, have a complex application, since these attributes lack better definitions, are subjective, and do not adopt stipulated values that allow the number or importance of these interactions to be measured correctly and in a standardized way (Barros *et al.*, 2020a). Therefore, following attributes that are already well established in international initiatives, variables such as endangered species, richness, rarity, and abundance can bring more objectivity to the assessment, when applied in a standardized way.*

*In the cave relevance analyzing process in Brazil, various abiotic attributes are considered, such as geological, hydrological, physical, and scenic, among others (Brasil, 2017). However, even though theoretically, caves outside environmental licensing areas have maximum protection status, various other anthropogenic alterations can affect caves and their associated fauna, since their monitoring is not always guaranteed. Therefore, identifying vulnerabilities and monitoring caves needing conservation strategies should be a constant exercise for the scientific community and environmental government agencies (Medellín *et al.*, 2017).*

All the studies evaluated here used similar classic methodologies in terms of data capture and collec-

antrópicas podem afetar as cavernas e sua fauna associada, uma vez que sua fiscalização nem sempre é garantida. Assim, identificar vulnerabilidades e monitorar cavernas que necessitem de estratégias de conservação deve ser um exercício constante da comunidade científica e dos órgãos ambientais (Medellín *et al.*, 2017).

Todos os estudos aqui avaliados utilizaram metodologias clássicas semelhantes em relação à captura e coleta de dados, e em geral reconhecem a importância de amostragens sazonais. No entanto, com o advento recente de novas tecnologias e a evolução dos estudos em áreas como a bioacústica (Silva & Bernard, 2017) e contagens automatizadas (Corcoran *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2016), a utilização de metodologias complementares é altamente indicada. De forma geral, os estudos identificados nos Estados Unidos, Filipinas e Turquia não apresentaram um consenso ou uma metodologia padrão para valorar os atributos avaliados. Apesar disso, alguns índices mencionados se mostraram válidos para serem aplicados na análise de relevância das cavernas no Brasil (Barros, 2022). Outra questão fundamental a ser considerada em estudos para a conservação de cavernas é a proteção de sua área de entorno, bem como a determinação de áreas de influência. No Brasil, utiliza-se arbitrariamente um raio de 250 metros no entorno das cavernas, valor estabelecido por legislação prévia (Portaria nº 887/90; Resolução CONAMA 347 de 10/04), e que deveria ser usado apenas como medida temporária até que a real área de influência de cada caverna fosse determinada através de estudos específicos. Nas Filipinas, Phelps *et al.* (2016) consideraram uma área de entorno de 1000 metros. No Brasil, algumas espécies de morcegos, incluindo ameaçadas, já responderam positivamente a buffers

tion, and generally recognize the importance of seasonal sampling. However, with the recent advent of new technologies and the evolution of studies in areas such as bioacoustics (Silva & Bernard, 2017) and automated counts (Corcoran et al., 2021; Rodrigues et al., 2016), the use of complementary methodologies is highly indicated. The studies identified in the United States, the Philippines, and Turkey did not present a consensus or a standard methodology for valuing the attributes evaluated. Despite this, some of the indices mentioned proved to be valid for application in the analysis of the relevance of caves in Brazil (Barros, 2022). Another fundamental issue to be considered in cave conservation studies is the protection of their surroundings, as well as the determination of their influence areas. In Brazil, a 250 meter radius around caves is arbitrarily used, a value established by previous legislation (Ordinance No. 887/90; CONAMA Resolution 347 of 10/04), and which should only be used as a temporary measure until the real influence area of each cave is determined through specific studies. In the Philippines, Phelps et al. (2016) considered a surrounding area of 1000 meters. In Brazil, some bat species, including endangered ones, have already responded positively to 1km buffers of preserved areas around caves (Barros et al., 2020b), demonstrating that 250 meters are not a satisfactory value. Therefore, studies to delimit the real influence area of a cave should be a mandatory part of delimiting the protection of surrounding areas in the Brazilian environmental licensing process. Adopting a 250-meter buffer around caves should not be seen as sufficient, from the conservation of bats and their foraging sites point of view.

de 1km de áreas preservadas no entorno das cavernas (Barros *et al.*, 2020b), demonstrando que 250 metros, de fato, não é um valor satisfatório. Assim, estudos prévios de delimitação da real área de influência de uma caverna devem realmente ser parte obrigatória para delimitação da proteção das áreas de entorno nos estudos de licenciamento ambiental no Brasil. Sob o ponto de vista de conservação dos morcegos e de seus locais de forrageio, a adoção de um buffer de 250 metros ao redor das cavernas não deve ser vista como suficiente.

A forma de classificação também foi bastante variada entre os estudos, entretanto, como no Brasil, a análise de relevância considera outros atributos da caverna e a avaliação é feita a partir de escalas locais e regionais, a proposta de protocolo para classificação de cavernas, com foco em morcegos, foi pensada para se adequar à metodologia de valoração e classificação praticada no Brasil. Por fim, apenas no Brasil a possibilidade de recategorização é mencionada, sendo esta possível quando novos fatos, comprovados e decorrentes de estudos técnicos-científicos, forem apresentados e o órgão ambiental licenciador verificar a necessidade de reclassificação (Brasil, 2022).

The classification form was also quite varied between the studies. However, as in Brazil, the relevance analysis considers other attributes of the cave, and the evaluation is carried out on local and regional scales, the proposed protocol for classifying caves, with a focus on bats, was designed to adapt to the valuation and classification methodology practiced in the country. Finally, only in Brazil, the possibility of reclassification is mentioned, which happens when new facts, proven and resulting from technical-scientific studies are presented and the licensing environmental agency verifies the need for reclassification (Brasil, 2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os atributos para classificação de relevância de cavernas aqui propostos cobrem de maneira prática e objetiva importantes variáveis a serem consideradas no que diz respeito à presença de morcegos em cavernas. Entretanto, alguns pontos ainda permanecem em discussão no meio científico, incluindo, por exemplo, o tamanho para a determinação de colônias maternidades, ou questões temporais do uso da caverna pelos morcegos. As principais dificuldades encontradas para o estabelecimento de atributos satisfatórios para a conservação das espécies e para sanar as necessidades do licenciamento ambiental são decorrentes da falta de dados disponíveis a respeito das espécies, e mais ainda quando consideramos sua presença em cavernas. O Decreto 6.640 de 2008 permitiu um aumento dos estudos realizados em cavernas, entretanto geralmente os dados resultantes destes estudos são de propriedade dos empreendedores, e frequentemente não estão ao alcance de pesquisadores e consultores, limitando assim as possíveis descobertas, discussões e comparações sobre a biologia e ecologia cavernícola em diversas escalas. Desta maneira, é de extrema importância que os órgãos ambientais atuem em parcerias com entidades científicas e pesquisadores para que os dados resultantes dos estudos de impacto ambiental, análises de relevância, e monitoramentos estejam realmente disponíveis para subsidiar o preenchimento de lacunas no conhecimento, melhorias contínuas nas análises ecológicas e ainda consequentemente nos processos regulatórios.

FINAL CONSIDERATIONS

The attributes for the relevance classification of caves proposed here cover in a practical and objective way important variables to be considered concerning bats' presence in caves. However, some points are still under discussion in the scientific community, including, for example, the size for determining maternity colonies, or temporal issues regarding the use of the cave by bats. The main difficulties encountered in establishing satisfactory attributes for the conservation of species and meeting the needs of environmental licensing stem from the lack of data available on species, and even more so when considering their presence in caves. Decree 6.640 of 2008 allowed for an increase in studies carried out in caves, but generally, the data resulting from these studies is the property of the developers, and is often not available to researchers and consultants, thus limiting possible discoveries, discussions and comparisons on cave biology and ecology at various scales. Therefore, it is extremely important for environmental agencies to work in partnership with scientific entities and researchers so that the data resulting from environmental impact studies, relevance analyses, and monitoring is actually available to help fill in the gaps in knowledge, continuously improve ecological analyses and, consequently, regulatory processes.

Outro ponto importante é a necessária padronização das metodologias utilizadas nesses estudos, de forma que os dados resultantes possam ser comparados com estudos de outras regiões. Assim, sugere-se que quando da revisão da Instrução Normativa 02/17 diretrizes com metodologias para coleta de dados padronizadas sejam especificadas. De fato, a IN 02/17 estabelece que “O órgão gestor do CANIE poderá credenciar, mediante os instrumentos legais de cooperação técnica, a alimentação das informações espeleológicas disponíveis no país por outras entidades.” Baseado nisso, sugerimos ainda a realização de uma possível parceria entre o ICMBio/Cecav e os órgãos ambientais fiscalizadores estaduais com a Sociedade Brasileira para o Estudo dos Quirópteros (SBEQ), com o intuito da criação de uma base de dados de morcegos em cavernas no Brasil, considerando os dados acurados e confiáveis obtidos em estudos no âmbito do licenciamento ambiental. As informações dos estudos de relevância e monitoramentos alimentariam então este banco de dados, cuja produção e atualização seriam responsabilidades da SBEQ, mas que poderia ser institucionalizado pelo ICMBio/Cecav via sistema SALVE, e que serviria como referência para os consultores e especialistas atuantes no licenciamento ambiental. A partir deste banco de dados, seria possível ainda a alimentação e futura atualização das listas de referência para os atributos aqui estabelecidos, tais como colônias excepcionais conhecidas por espécie, de espécies raras, ou colônias maternidade.

Com essa proposta, esperamos contribuir para o aperfeiçoamento dos atributos adotados no processo de classificação de relevância de cavidade naturais subterrâneas praticado atualmente no licenciamento ambiental brasileiro.

Another important point is the need to standardize the methodologies used in these studies so that the resulting data can be compared with studies from other regions. It is therefore suggested that when the IN 02/17 is revised, guidelines with standardized data collection methodologies should be specified. In fact, the IN 02/17 states that “CANIE’s management body may accredit, through the legal instruments of technical cooperation, the feeding of speleological information available in the country by other entities.” It is also suggested a possible partnership between ICMBio/Cecav and the state environmental inspection bodies with the SBEQ, to create a database of bats in caves in Brazil, taking into account the accurate and reliable data obtained from studies within the scope of environmental licensing. The information from the relevance and monitoring studies would then feed this database, the production and updating of which would be the responsibility of the SBEQ, but which could be institutionalized by ICMBio/Cecav via the SALVE system, and which would serve as a reference for consultants and specialists working on environmental licensing. From this database, it would also be possible to feed and update reference lists for the attributes established here, such as exceptional colonies known by species, rare species, or maternity colonies.

This proposal will hopefully contribute to improving the attributes adopted in the process of classifying the relevance of underground natural cavities currently practiced in Brazilian environmental licensing. However, it is understood that the protocol proposed here is a first version, and with a greater amount of data available, it should be updated.

Entretanto, entendemos que o protocolo aqui proposto é uma primeira versão, e com uma maior quantidade de dados disponíveis deve passar por atualizações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida à primeira autora. Agradecemos à Secretaria e Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco (PPGBA/UFPE) por todo o apoio recebido. Agradecemos à Anglo American pelo financiamento da pesquisa, via recursos de compensação ambiental espeleológica destinados ao projeto "Seleção e Uso de Cavernas por Morcegos e suas Implicações para a Classificação de Relevância destes Ambientes", e ao Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (CEPAN), pelo suporte logístico. Agradecemos especialmente aos especialistas pelo retorno enviado sobre a proposta de protocolo: Augusto Gomes, Carla Nobre, Daniel Reis, Diego Bento, Drielle dos Santos Martins; Eder Barbier, Leonardo Dias, Lucas Rabelo, Marconi Sousa e Silva, Marília Barros, Marina Martins, Nathalia Yurika, Patrício Adriano da Rocha, Rodrigo Lopes Ferreira, e Thiago Castro. Seus comentários e sugestões enriqueceram grandemente a proposta.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) for the doctoral scholarship awarded to the first author. We would like to thank the Secretariat and Coordination of the Postgraduate Program in Animal Biology at the Federal University of Pernambuco (PPGBA/UFPE) for all their support. We would like to thank Anglo American for funding the research, through environmental compensation funds for the project "Selection and Use of Caves by Bats and their Implications for the Classification of Relevance of these Environments", and the Northeast Environmental Research Center (CEPAN) for its logistical support. We would especially like to thank the experts for their feedback on the protocol proposal: Augusto Gomes, Carla Nobre, Daniel Reis, Diego Bento, Drielle dos Santos Martins; Eder Barbier, Leonardo Dias, Lucas Rabelo, Marconi Sousa e Silva, Marília Barros, Marina Martins, Nathalia Yurika, Patrício Adriano da Rocha, Rodrigo Lopes Ferreira, and Thiago Castro. Their comments and suggestions greatly enriched the proposal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

AULER A. S.; PILÓ, L. B. Introdução à espeleologia. In: *I Curso de espeleologia e licenciamento ambiental*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, p. 7-23, 2011.

BARROS, J. S. *Seleção e uso de cavernas por morcegos e suas implicações para classificação de relevância destes ambientes*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2022.

BARROS, J. S.; GOMES, A. G.; GUIMARÃES, M. M.; DIAS-SILVA, L.; ROCHA, P. A.; TAVARES, V. C.; BERNARD, E. Análise de relevância de cavernas: uma revisão da IN 02/2017 sob a perspectiva dos morcegos. *Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia*. 2020a.

BARROS, J. S.; BERNARD, E.; FERREIRA, R. L. Ecological preferences of neotropical cave bats in roost site selection and their implications for conservation. *Basic and Applied Ecology*, v. 45, p. 31–41, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.03.007>

BARROS, J. S.; BERNARD, E.; FERREIRA, R. L. An Exceptionally High Bat Species Richness in a Cave Conservation Hotspot in Central Brazil. *Acta Chiropterologica*, v. 23, n. 1, p. 233-245, 2021.

BARROS, J.S.; BERNARD, E. Species richness, occurrence and rarity of bats in Brazilian caves. *Austral Ecology*, 00, 1–27. 2023a.

BARROS, J. S.; BERNARD, E. Big family, warm home, and lots of friends: *Pteronotus* large colonies affect species richness and occupation inside caves. *Biotropica*, 55(3), 605-616. 2023b.

BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? *Mammal Review*. V. 41, n. 1. p. 23–39, 2011.

BERNARD, E.; AGUIAR, L. M. S.; BRITO, D.; CRUZ-NETO, A. P.; GREGORIN, R.; MACHADO, R. B.; OPREA, M.; PAGLIA, A. P.; TAVARES, V. C. Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil, p. 19-35. In: FREITAS, T. R. O.; VIERA, E. M. (Eds.). *Mamíferos do Brasil: genética, sistemática, ecologia e conservação*. Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Rio de Janeiro, 2012.

BERNARD, E; FERREIRA, R. L.; CRUZ, F. W.; PILÓ, L.; CALUX, A. *No ano internacional das cavernas e do carste, as cavernas do Brasil estão em alto risco*. Mongabay: notícias ambientais para informar e transformar. 2021. Disponível em: <https://brasil.mongabay.com/2021/06/no-ano-internacional-das-cavernas-e-do-carste-as-cavernas-do-brasil-estao-em-alto-risco-artigo/>. Acesso: 20 abr 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 009, de 24 de janeiro de 1986. Cria uma Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à conservação do patrimônio espeleológico. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 07 abr. 1986. p. 4988.

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 347 de 10 de setembro de 2004. Institui o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas-CANIE. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 13 set. 2004. Disponível em: <<http://www.areaseg.com/conama/2004/347-2004.pdf>>. Acesso em: 27 fev 2022.

BRASIL. Decreto Federal nº. 6.640, de 07 de novembro de 2008. Relevância de cavernas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 10 nov. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6640.htm>. Acesso em: 27 fev 2022.

BRASIL. Instrução Normativa MMA nº. 002, de 20 de agosto de 2009. Estabelece uma metodologia específica para a determinação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/in%2002_mma_comentada.pdf>. Acesso em: 25 out 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Instrução Normativa Nº 2 de 30 de agosto de 2017*. Define a metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. 2020. Programa Mineração e Desenvolvimento. Portaria MME nº 354 de 28 de setembro de 2020. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Publicado no DOU de 30.09.2020.

BRASIL. Decreto Federal nº. 10.935, de 12 de janeiro de 2022. Relevância de cavernas. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 12 jan 2022.

CORCORAN, M. R; BLACK, E.; HEDRICK, T. L. ThruTracker: Open-Source Software for 2-D and 3-D Animal Video Tracking. *bioRxiv*. 2021. doi: <https://doi.org/10.1101/2021.05.12.443854>.

CULVER, D. C.; PIPAN, T. *The biology of caves and other subterranean habitats*. New York, Oxford University Press, 2009.

DELGADO-JARAMILLO, M.; BARBIER, E.; BERNARD, E. New records, potential distribution, and conservation of the Near Threatened cave bat *Natalus macrourus* in Brazil. *Oryx*, v. 52, n. 3, p. 579–586, 2018.

DELGADO-JARAMILLO, M.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; BERNARD, E. Assessing the distribution of a species-rich group in a continental-sized megadiverse country: Bats in Brazil. *Diversity and Distributions*, v. 26, n. 5, p. 632-643. 2020. DOI: 10.1111/ddi.13043

DIAS, A. M.; COOK, C.; MASSARA, R. L.; PAGLIA, A. P. Are Environmental Impact Assessments effectively addressing the biodiversity issues in Brazil? *Environmental Impact Assessment Review*, v. 95, 106801. 2022.

ELLIOTT, W. R. Conservation of the North American cave, and karst biota. *In*: WILKENS, H.; CULVER, D. C.; HUMPHREYS, W. F. (Eds.). *Subterranean Ecosystems*. Ecosystems of the World. Elsevier, Amsterdam, Chap. 34, pp. 665- 689, 2000.

- ELLIOTT, W. R. Protecting caves and cave life. In: CULVER, D. C.; WHITE, W. B. (Eds.). *Encyclopedia of Caves*, Elsevier, Science, 2004. Pp. 458-467.
- FENOLIO, D. B.; GRAENING, G. O.; COLLIER, B. A.; STOUT, J. F. Coprophagy in a cave-adapted salamander; the importance of bat guano examined through nutritional and stable isotope analyses. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 273, p. 439-443, 2006.
- FERREIRA, R. L.; PROUS, X.; MARTINS, R. P. Structure of bat guano communities in a dry Brazilian cave. *Tropical Zoology* v. 20, n. 1, p. 55-74. 2007.
- FERREIRA, R. L.; BERNARD, E.; DA CRUZ JÚNIOR, F. W.; PILÓ, L. B.; CALUX, A.; SOUZA-SILVA, M.; ...; FRICK, W. F. Brazilian cave heritage under siege. *Science*, v. 375, n. 6586, p. 1238-1239, 2022.
- FUREY, N. M.; RACEY, P. A. Conservation ecology of cave bats. In: VOIGT, C. C.; KINGSTON, T. (Eds.) *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*. Chapter. 15, p. 463-500, 2015.
- FURMAN, A.; ÖZGÜL, A. Distribution of cave-dwelling bats and conservation status of underground habitats in the Istanbul area. *Ecological Research*, v. 17, p. 69-77. 2002.
- GARBINO, G. S. T.; GREGORIN, R.; LIMA, I. P.; LOUREIRO, L.; MORAS, L. M.; MORATELLI, R.; NOGUEIRA, M. R.; PAVAN A. C.; TAVARES, V. C.; PERACCHI, A.L. *Updated checklist of Brazilian bats: versão 2020*. Comitê da Lista de Morcegos do Brasil (CLMB), Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros (SBEQ), 2020. Disponível em: <<https://www.sbeq.net/lista-de-especies>>. Acesso em: 20 jan 2022.
- GARBINO, G. S., BRANDÃO, M. V.; TAVARES, V. C. First confirmed records of Godman's Long-tailed Bat, *Choeroniscus godmani* (Thomas, 1903) (Chiroptera, Phyllostomidae), from Brazil and Panama. *Check List*, V. 18, n. 3, p. 493-499, 2022.
- GNASPINI, P. Guano communities. In: WHITE, W. B.; CULVIER, D. C. (Eds.). *Encyclopedia of Caves*, Elsevier, 2012, Pp. 357-364.
- GUIMARÃES, M. M.; FERREIRA, R. L. Morcegos cavernícolas do Brasil: novos registros e desafios para conservação. *Revista Brasileira de Espeleologia*, v. 2 n. 4, p. 1-33, 2015.
- LADLE, R. J.; FIRMINO, J. V. L.; MALHADO, A. C. M.; RODRÍGUEZ-DURÁN, A. Unexplored diversity and conservation potential of Neotropical hot caves. *Conservation Biology*, v. 26, p. 978-982, 2012.
- LEAL, E. S. B.; BERNARD, E. Mobility of bats between caves: ecological aspects and implications for conservation and environmental licensing activities in Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 00, n. 00, p. 1-11, 2021.
- LEWIS, S.E. Roost Fidelity of Bats: A Review. *Journal of Mammalogy*. v. 76, n. 2. 1995.

MAMMOLA, S.; CARDOSO, P.; CULVER, D. C.; DEHARVENG, L.; FERREIRA, R. L.; FIŠER, C.; ... & ZAGMA-JSTER, M. Scientists' warning on the conservation of subterranean ecosystems. *BioScience*, v. 69 n. 8 p. 641-650, 2019.

MARGULES, C., PRESSEY, R. Systematic conservation planning. *Nature* v. 405, p. 243–253, 2000. <https://doi.org/10.1038/35012251>

MEDELLÍN, R. A.; WIEDERHOLT, R.; LOPEZ-HOFFMAN, L. Conservation relevance of bat caves for biodiversity and ecosystem services. *Biological Conservation*, v. 211, p. 45–50, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.01.012>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2022. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria MMA nº 148 de 7 de junho de 2022. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Publicado no DOU de 07.06.2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-148-de-7-de-junho-de-2022-406272733>. Acesso em: 20/07/2022.

MITTERMEIER R. A.; GIL, P. R.; BROOKS, T.; HOFFMANN, M.; KONSTANT, W. R.; FONSECA, G. A. B.; MAST, R.B.; *Wildlife spectacles*. CEMEX-Agrupación Sierra Madre-Conservation International. Mexico, 2003.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853–858, 2000. <https://doi.org/10.1038/35002501>

NEUBAUM, D. J.; NAVO, K. W.; SIEMERS, J. L. Guidelines for Defining Biologically Important Bat Roosts: A Case Study from Colorado. *Journal of Fish and Wildlife Management*, v. 8, n. 1, p. 272-282. 2017.

OLIVEIRA, H. F. M.; OPREA, M.; DIAS, R. I. Distributional patterns, and ecological determinants of bat occurrence inside caves: A broad scale meta-analysis. *Diversity*, v. 10, n. 3, 2018.

OTÁLORA-ARDILA, A.; TORRES, J. M.; BARBIER, E.; PIMENTEL, N. T.; LEAL, E. S. B.; BERNARD, E. Thermally assisted monitoring of bat abundance in an exceptional cave in Brazil's Caatinga drylands. *Acta Chiropterologica*, v. 21, n. 2, p. 411-423, 2019.

PEREIRA, M. S. R.; REIS, A. S.; TAVARES, V. C. Morcegos. In: Zampaulo, R. A. & Prous, X. (Org). *Fauna cavernícola do Brasil*. Editora Rupestre. Belo Horizonte. 2022.

PHELPS, K.; JOSE, R.; LABONITE, M.; KINGSTON, T. Correlates of cave-roosting bat diversity as an effective tool to identify priority caves. *Biological Conservation*, v. 201, p. 201–209, 2016.

PIPAN, T.; DEHARVENG, L.; CULVER, D. C. Hotspots of Subterranean Biodiversity. *Diversity*. v. 12, n. 5, p. 209, 2020. <https://doi.org/10.3390/d12050209>.

POLAK, S.; T. PIPAN. Subterranean habitats and fauna, their threats and conservation. Pp. 23–32, In: *Pressures and protection of the underground karst: cases from Slovenia and Croatia* (M. PRELOVŠEK and N. Z. HAJNA, eds.). Postojna, Karst Research Institute ZRC SAZU, 2011. Pp. 192.

ROCHA, P. A. *Quiropterofauna cavernícola: composição, estrutura de comunidade, distribuição geográfica*. Tese. (Doutorado em Ciências Biológicas – Zoologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

RODRIGUES, E.; TEIXEIRA, J. M.; TEICHRIEB, V.; BERNARD, E. Multi-objective Tracking Applied to Bat Populations. In: *2016 XVIII Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR)*, Gramado, 2016, p. 155. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7517269>

SILVA C. R.; BERNARD E. Bioacoustics as an important complementary tool in bat inventories in the Caatinga drylands of Brazil. *Acta Chiropterologica* v. 19, n. 2, p. 409–418. 2017.

SIQUEIRA-GAY, J.; SONTER, L. J.; SÁNCHEZ, L. E. Exploring potential impacts of mining on forest loss and fragmentation within a biodiverse region of Brazil's northeastern Amazon. *Resources Policy*, V. 67, 101662, 2020.

TANALGO K. C; TABORA J. A. C; HUGHES A. C. Bat cave vulnerability index (BCVI): A holistic rapid assessment tool to identify priorities for effective cave conservation in the tropics. *Ecological Indicators*, v. 89, p. 852-860, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.064>

TORRES, D. F.; BICHUETTE, M. E. Morcegos cavernícolas depositados na Coleção Científica do Laboratório de Estudos Subterrâneos, UFSCar. *Espeleo-Tema*. v.29, n.1, p. 105-119, 2019.

ZAGMAJSTER, M. Bats. In: CULVER, D. C., WHITE, W. B. (Eds.). *The Encyclopedia of Caves*. Elsevier Science, Amsterdam, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-814124-3.00013-3>

MATERIAL SUPLEMENTAR

1 - TABELAS COM QUESTÕES NORTEADORES REFERENTES AOS EIXOS LEGISLAÇÃO, ATRIBUTOS BIÓTICOS, ATRIBUTOS ABIÓTICOS, METODOLOGIA APLICADA E CLASSIFICAÇÃO.

Tabela Suplementar 1 – Questões norteadoras para avaliação de métodos utilizados para seleção de cavernas prioritárias, referentes à legislação.

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Envolve alguma legislação específica?	Sim	Sim	Não	Não	Não
Se sim, qual?	Decreto 99.556/1990; Decreto 6.640/2008; Decreto 10.935/22 IN 02/2017	Proibições e restrições no acesso a cavernas (Serviço Florestal 2010; 2013)	NA	NA	NA
É mandatória?	Sim	Sim	Não	Não	Não
IA proposta de classificação é utilizada em processos regulatórios?	Sim	Não	Não	Não	Não
Qual a escala de abrangência?	Nacional	Nacional	Nacional	Regional	Nacional

Tabela Suplementar 2 – Questões norteadoras para avaliação de métodos utilizados para seleção de cavernas prioritárias, referentes à atributos bióticos.

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera Riqueza?	Sim	Não especificado	Sim	Sim	Não
Considera Abundância?	Sim	Sim	Sim	Sim	NA

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera Abundância relativa?	Sim	Sim	Sim	Não	Não
Se sim, como é mensurada?	Considera para cálculo de diversidade (equitabilidade)	Calculada a partir da parcela da população afetada por determinado impacto (WNS, por exemplo)	Calculada a partir da razão entre a abundância da espécie em determinada caverna (n) e a média de abundância da espécie em todas as cavernas (N) da região: (n/N)	NA	NA
Considera Frequência de Ocorrência?	Não	Não	Sim	Não	Não
Se sim, como é mensurada?	NA	NA	Através de um índice que representa a relação entre as espécies e as cavernas (site=n° cavernas/frequência de ocorrência das espécies)	NA	NA
Considera grandes congregações?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não especificado
Considera Diversidade?	Sim	Não especificado	Não especificado	Sim	Não especificado
Considera Endemismo?	Sim	Não especificado	Sim	Não especificado	Não
Se sim, como é mensurado?	Presença de espécies endêmicas	NA	Através de scores definidos para diferentes categorias de endemismo: 2 - não endêmico; 3 - regionalmente endêmico; 4 - Endêmico no país; 5 - restrito a uma ou poucas localidades, ou deficiente em dados.	NA	NA

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera status de conservação das espécies?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Se sim, como é mensurado?	Presença	Presença	Através de um score para cada status: preocupantes; 3 - espécies pouco preocupantes, mas com populações em decréscimo; 4 - Espécies endêmicas e vulneráveis; 5 - Em perigo; 6 - Criticamente ameaçada, quase extinto; deficiente em dados	Presença	NA
Considera usos específicos para diferentes famílias/ espécies?	Não	Sim	Não	Sim	Não

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Se sim, quais?	NA	Hibernáculo: Possui estabilidade microclimática, que impede temperaturas congelantes, mas é frio o suficiente para que os morcegos entrem em torpor nos períodos de recursos limitados; Maternidade: possui temperaturas aconchegantes no começo do verão para criação dos filhotes; Abrigos de transição: usados na primavera e outono na transição entre o hibernáculo e a maternidade; Abrigo para "solteiros": colônias formadas apenas por machos, usados no verão; Abrigos para grandes congregações usados no outono (swarming).	NA	Hibernáculo; Maternidade; Swarming	NA
Considera uso sazonal do abrigo pelas espécies?	Não	Sim	Não	Sim	Não
Considera interações ecológicas?	Sim	Não	Não	Não	Não
Se sim, quais?	Ocorrência de interações ecológicas duradouras raras ou incomuns, incluindo interações tróficas, considerando-se o contexto ecológico-evolutivo.	NA	NA	NA	NA

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera importância ecológica dos morcegos?	Sim	Não	Não	Não	Não
Considera sinais indiretos?	Não especificado	Sim	Não	Não especificado	Não especificado

Tabela Suplementar 3 – Questões norteadoras para avaliação de métodos utilizados para seleção de cavernas prioritárias, referentes à atributos abióticos.

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera Acessibilidade?	Não	Não	Sim	Não	Não
Se sim, como é mensurada?	NA	NA	Através de scores determinados para diferentes níveis: 1 - Fácil acesso, autorização não necessária; 2 - Acesso não permitido, necessário veículo; 3 - Difícil acesso, necessita de permissão para entrada. 4 - Entrada permitida, porém acesso apenas andando por mais de um dia.	NA	NA
Considera tamanho da caverna?	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Considera esforço de exploração?	Sim	Não	Sim	Não	Não

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Se sim, como é mensurado?	NA	NA	1 - Fácil de explorar; 2 - Fácil de explorar, mas com mínimo de obstáculos; 3 - Difícil de explorar, mas não necessita de habilidades especiais; 4 - Muito Difícil, necessita de técnicas para exploração.	NA	NA
Considera tamanho das entradas?	Não	Não	Sim	Não	Não

Tabela Suplementar 4 – Questões norteadoras para avaliação de métodos utilizados para seleção de cavernas prioritárias, referentes à metodologia aplicada.

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Considera amostragens estacionais?	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Se sim, quantas?	Pelo menos em cada estação (seca e chuva)	Em múltiplas estações (primavera, verão, outono e inverno)	NA	Pelo menos uma em cada estação (verão, inverno)	NA
Considera captura e coleta de espécimes?	Sim	Não especificado	Sim	Sim	Sim

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Se sim, por qual metodologia?	Os procedimentos de levantamento faunístico devem seguir métodos consagrados ou de eficácia comprovada cientificamente.	NA	Captura com redes de neblina e contagem direta dos morcegos	Captura com rede de mão ou direto com as mãos	Redes de Neblina
Gera algum índice biótico?	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Qual?	Leva em consideração toda a fauna cavernícola presente: Peso x Contribuição. Ao peso é atribuído um valor de 3 pela presença do atributo e a contribuição é a porcentagem de quanto o atributo representa (pode variar 15%, 20%, 30%).	“Escopo do Abrigo” - Porcentagem da população local das espécies de morcegos afetada por algum impacto: Insignificante (<5%), Baixa (5 a 20%), Moderada (21 a 60%), e Alta (>60%)	BP = Somatória dos escores de cada espécie e a riqueza; (Score da espécie = Ab. * A.rel. * End * Cons. * site)	Em cada caverna, cada espécie tem sua abundância multiplicada por seu score de conservação (4 para espécies ameaçadas - vulneráveis, e 2 para não ameaçadas).	Não

Tabela Suplementar 5 – Questões norteadoras para avaliação de métodos utilizados para seleção de cavernas prioritárias, referentes à classificação e prioridade.

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
A classificação final é numérica?	Não	Não	Sim	Sim	Não
Se sim, qual a escala?	NA	NA	Índice Biótico: Nível 1 (Acima de 100.0000) - alta riqueza, relativamente as maiores populações, com muitas espécies endêmicas e ameaçadas com espécies raras presentes; Nível 2 (60.000 a 100.000) - cavernas prováveis a ter alta riqueza, grandes congregações, pode conter espécies raras e endêmicas ou ameaçadas; Nível 3 (20.000 a 59.000) - caverna provável de ter algumas espécies, poucas populações, maioria das espécies comuns; Nível 4 (Abaixo de 20.000) - Poucas espécies, pequenas populações, espécies comuns e pouco preocupantes. Índice Abiótico: Nível A: (1 a 1.99) - Grande acessibilidade, e com altas perturbações; Nível B (2 a 2.99) - Pouco acessível, mas com alguma perturbação distante; Nível C (3 a 3.99) - Pouco acessível e menos susceptível a perturbação; Nível D (> 4) – Não acessível, sem perturbações.	Pelo menos uma em cada estação (verão, inverno)	NA

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
A classificação final é categórica?	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Se sim, quais as categorias?	Com exceção da Relevância Máxima (definida diretamente pela presença de algumas características especiais), a classificação combina as importâncias: acentuada, significativa e baixa em nível local e regional para definir as relevâncias: Alta, Média e Baixa. Alta relevância: Acent. reg. + Acent. loc. ou Sign. reg. + Acent. Loc; Média Relevância: Sign. Reg. + Sign. Loc. ou baixa reg. + Acent. Loc.; Baixa Relevância: Baixa reg. + Sign. Loc. ou baixa reg. + baixa loc.	Biologicamente importante ou não.	1A, 1B, e 2A - Alta prioridade; 2B até 3D - Prioridade média; 4 A - D - Baixa prioridade	NA	Programa 1: cavernas com altos scores negativos em distúrbios na superfície, Programa 2: cavernas com altos scores para complexidade, e Programa 3: uma combinação entre o 1 e o 2.
A classificação final pode ser alterada posteriormente?	Sim	Não especificado	Não especificado	Não especificado	Não especificado

QUESTÕES	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brasil	EUA	Filipinas	Turquia	Filipinas
Se sim, mediante quais condições?	Com a reavaliação das características das cavernas e alguma mudança nos atributos presentes.	NA	NA	NA.	NA

SUPPLEMENTARY MATERIAL

1 - TABLES WITH GUIDING QUESTIONS RELATING TO LEGISLATION, BIOTIC ATTRIBUTES, ABIOTIC ATTRIBUTES, APPLIED METHODOLOGY AND CLASSIFICATION.

Supplementary Table 1 – Guiding questions for evaluating the methods used to select priority caves, with reference to legislation.

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Does it involve any specific legislation?	Yes	Yes	No	No	No
If so, which?	Decree 99.556/1990; Decree 6.640/2008; Decree 10.935/22 IN 02/2017	Prohibitions and restrictions on access to caves (Forest Service 2010; 2013)	NA	NA	NA
Is it mandatory?	Yes	Yes	No	No	No
Is the classification proposal used in the legislation processes?	Yes	No	No	No	No
What is the scale of coverage?	National	National	National	Regional	National

Supplementary Table 2 – *Guiding questions for evaluating the methods used to select priority caves, regarding biotic attributes.*

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Does it considers Richness?	Yes	Not specified	Yes	Yes	No
Does it considers Abundance?	Yes	Yes	Yes	Yes	NA
Does it considers relative abundance?	Yes	Yes	Yes	No	No
If so, how is it measured?	It considers for calculating diversity (equitability)	Calculated from the portion of the population affected by a given impact (WNS, for example)	Calculated from the ratio between the abundance of the species in a given cave (n) and the average abundance of the species in all the caves (N) in the region: (n/N)	NA	NA
Does it considers Frequency of Occurrence?	No	No	Yes	No	No
If so, how is it measured?	NA	NA	Through an index that represents the relationship between the species and the caves (site= n° caves/ frequency of occurrence of the species)	NA	NA
Does it considers large congregations?	Yes	Yes	Yes	Yes	Not specified
Does it considers diversity?	Yes	Not specified	Not specified	Sim	Not specified

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Does it considers endemism?	Yes	Not specified	Yes	Not specified	No
If so, how is it measured?	Presence of endemic species	NA	Through scores defined for different categories of endemism: 2 - not endemic; 3 - regionally endemic in the country; 5 - restricted to one or a few localities, or data deficient.	NA	NA
Does it considers the conservation status of species?	Yes	Yes	Yes	Yes	No
If so, how is it measured?	Presence	Presence	Using a score for each status: species of concern; 3 -least concerned species, but with declining populations; 4 - endemic and vulnerable species; 5 - endangered; 6 - critically endangered, near extinction; efficient in data.	Presence	NA
Does it consider uses for different families/species?	No	Yes	No	Yes	No

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
If so, which?	NA	Hibernaculum: has microclimatic stability, which prevents freezing temperatures, but is cold enough for bats to go into torpor during periods of limited resources; maternity colonies: have cozy temperatures in early summer for raising young; transition shelters: used in spring and autumn for the transition between the hibernaculum and the maternity colonies; "bachelor" shelters: colonies formed only by males, used in summer; shelters for large congregations used in autumn (swarming).	NA	Hibernaculum, Maternity and Swarming	NA
Does it consider seasonal use of the shelter by the species?	No	Yes	No	Yes	No
Does it consider ecological interactions?	Yes	No	No	No	No
Does it considers the ecological importance of bats?	Yes	No	No	No	No
Does it consider indirect signs?	Not specified	Yes	No	Not specified	Not specified

Supplementary Table 3 – Guiding questions for evaluating the methods used to select priority caves, regarding abiotic attributes.

QUESTIONS	MMA, IN	Neubaum	Tanalgo	Furman;	Phelps
	02/2017	et al., 2017	et al., 2018	Ozgul, 2002	et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Does it consider accessibility?	No	No	Yes	No	No
If so, how is it measured?	NA	NA	Through scores determined for different levels: 1 - Easy access, no authorization required; 2 - Access not permitted, vehicle required; 3 - Difficult access, requires permission to enter. 4 - Entry permitted, but access only by more than one day of walking.	NA	NA
Does it considers the size of the cave?	Yes	No	Yes	No	Yes
Does it considers exploitation effort?	Yes	No	Yes	No	No
If so, how is it measured?	NA	NA	1- Easy to explore; 2 - Easy to explore, but with minimal obstacles; 3 - Difficult to explore, but does not require special skills; 4 - Very difficult, requires exploration techniques.	NA	NA
Does it consider the size of the entrances?	No	No	Yes	No	No

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
If so, how is it measured?	NA	NA	1 - Two or more people can enter at the same time; 2 - Only one person can enter at a time; 3 - Difficult to enter; 4 - Very difficult, tight entrances and cramped cave	NA	NA
Does it considers the number of entrances?	No	No	No	No	Yes
Does it considers complexity?	No	No	No	No	Yes
If so, how is it measured?	NA	NA	NA	NA	Divide the total length of the cave by the longest length between two stations.
Does it considers water presence?	Yes	No	No	No	Yes
Does it considers water presence?	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Does it consider different impacts of the cave?	Installation and Operation for projects (mining, highways)	Impacts that could affect the local bat population (tourism and the spread of the WNS fungus)	Tourism, Mining, Hunting, Noise in the countryside, Presence of religious structures	NA	Bat hunting, mining, vandalism, tourism.
Which ones?	Installation and Operation for projects (mining, highways)	Impacts that could affect the local bat population (tourism and the spread of the WNS fungus)	Tourism, Mining, Hunting, Noise in the countryside, Presence of religious structures	NA	Bat hunting, mining, vandalism, tourism.

Supplementary Table 4 – Guiding questions for evaluating the methods used to select priority caves, referring to the applied methodology.

QUESTIONS	MMA, IN	Neubaum	Tanalgo	Furman;	Phelps
	02/2017	et al., 2017	et al., 2018	Ozgul, 2002	et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Does it consider seasonal sampling?	Yes	Yes	No	Yes	No
If so, how many?	At least in each season (dry and rainy)	In multiple seasons (spring, summer, fall and winter)	NA	At least one each season (summer, winter)	NA
Does it consider capture and collection of specimens?	Yes	Not specified	Yes	Yes	Yes
If so, by what methodology?	Faunal survey procedures must follow established methods or those that have been scientifically proven to be effective.	NA	Capture with mist nets and direct counting of bats	Catching with a hand net or directly with the hands	Mist nets
Does it generate any biotic index?	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Which ones?	It takes into account all the present cave fauna: Weight x Contribution. The weight is assigned a value of 3 for the presence of the attribute and the contribution is the percentage of how much the attribute represents (can vary 15%, 20%, 30%).	“Shelter Scope” - Percentage of the local bat species population affected by any impact: Insignificant (<5%), Low (5 to 20%), Moderate (21 to 60%), and High (>60%).	BP = Sum of the scores for each species and the richness; (Species score = Ab. * A.rel. * End * Cons. * site)	In each cave, each species has its abundance multiplied by its conservation score (4 for threatened - vulnerable species, and 2 for non-threatened).	No

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
If so, on what scale?	Local: considers a geomorphological unit with spatial continuity; Regional: considers a speleological unit	Considers the local bat population	Local	NA	NA
Does it generate any abiotic index?	Yes	Yes	Yes	No	Yes
If so, which one?	Takes into account various abiotic aspects of the cave (hydrological, geological): Weight X Contribution	Estimated density of shelters available in the area covered by the local population: low, medium and high	BV = Sum of threats assessed/ by the ratio between threats assessed and present ($\sum N/N^{\circ}$)	NA	Disturbance index based on scores: 0= no disturbance, 1= localized and not severe, 2 = high disturbance and well distributed, 3 = severely disturbed
What is the scale?	Local, regional	Local	Local, regional	NA	Cave and landscape
Does it establish an area of influence?	No	No	No	No	Yes
If so, which one?	NA	NA	NA	NA	1km
Does it consider landscape analysis?	No	Yes	Yes	No	Yes

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016	
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines	
If so, how is it measured?	NA	What kind of matrix the cave is in.	Through scores for the impacts around the caves. 1 - All impacts are present near the cave entrance: monoculture farming, mining, deforestation; 2 - Land use is minimal, little has been converted to agriculture; 3 - Land use is present, but very far from the cave entrances; 4 - No land use in the surroundings.	NA	Through the percentage of the surrounding area, it considers the non-forested area, the number of houses and the size of the roads around the caves.	
Does it generate a final index?	Yes	No	Yes	Yes	No	
If so, which one?	It considers the sum of the partial indices of each attribute (Weight x Contribution), to select those that exceed 90 (minimally significant value). In addition, defines the importance: low, significant and accentuated at local and regional level according to the number of significant attributes.		NA	BCVI = (BP) (BV)	The sum of the scores of all the species present in the cave	NA

Supplementary Table 5 – *Guiding questions for evaluating the methods used to select priority caves, regarding classification and priority.*

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Is the final classification numerical?	No	No	Yes	Yes	No
If so, what is the scale?	NA	NA	<p>Biotic Index: Level 1 (Above 100,000) - high richness, relatively the largest populations, with many endemic and threatened species with rare species present; Level 2 (60,000 to 100,000) - caves likely to have high richness, large congregations, may contain rare and endemic or threatened species; Level 3 (20,000 to 59,000) - cave likely to have a few species, few populations, mostly common species; Level 4 (Below 20,000) - Few species, small populations, common least concerned species. Abiotic Index: Level A: (1 to 1.99) - Very accessible, with high disturbance; Level B (2 to 2.99) - Not very accessible, but with some distant disturbance; Level C (3 to 3.99) - Not very accessible and less susceptible to disturbance; Level D (> 4) - Not accessible, no disturbance.</p>	<p>Level 1 - Most important caves need formal access control (>10,000); Level 2 - Very important caves, access at critical stations should be avoided (> 1000 to 10,000); Level 3 - Low priority caves, used by small populations (> 100 to 1000); Level 4 - Very low priority, used by only a few bats and do not need access control (up to 100).</p>	NA

QUESTIONS	MMA, IN 02/2017	Neubaum et al., 2017	Tanalgo et al., 2018	Furman; Ozgul, 2002	Phelps et al., 2016
	Brazil	EUA	Philippines	Turkey	Philippines
Is the final classification categorical?	Yes	Yes	Yes	No	Yes
If so, which are the categories?	<p>With the exception of Maximum Relevance (defined directly by the presence of some special characteristics), the classification combines the following: accentuated, significant and low importance at local and regional level to define relevance: High, Medium and Low. High Relevance: Accent. reg. + Accent. loc. or Sign. reg. + Accent. loc; Medium Relevance: Sign. Reg. + Sign. Loc. or low reg. + Acent. Loc; Low Relevance: Low reg. + Sign. Loc. or low reg. + low loc.</p>	Biologically significant or not.	1A, 1B, and 2A - High priority; 2B to 3D - Medium priority; 4 A - D - Low priority	NA	<p>Program 1: caves with high negative scores for surface disturbance, Program 2: caves with high scores for complexity, and Program 3: a combination of 1 and 2.</p>
Can the final classification be changed later?	Yes	Not specified	Not specified	Not specified	Not specified
If so, under what conditions?	With the re-evaluation of the cave characteristics and some changes in the present attributes.	NA	NA	NA	NA