

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>

DO CONHECIMENTO ECOLÓGICO ÀS POLÍTICAS DE CONSERVAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE FATORES QUE INFLUENCIAM A BIODIVERSIDADE FRENTE À AVALIAÇÃO DE PRIORIDADES PARA A CONSERVAÇÃO

FROM ECOLOGICAL KNOWLEDGE TO CONSERVATION POLICIES: A CASE STUDY ON FACTORS INFLUENCING BIODIVERSITY IN THE ASSESSMENT OF CONSERVATION PRIORITIES

Lucas Mendes Rabelo

Universidade Federal de Lavras Centro de Estudo em Biologia Subterrânea
E-mail: lucasmrabelo@gmail.com

Rodrigo Lopes Ferreira

Universidade Federal de Lavras Centro de Estudo em Biologia Subterrânea
E-mail: drops@ufla.br

RESUMO

As cavernas se desenvolvem em áreas de frequente uso antrópico, seja para atividades agropastoris, urbanização ou extração mineral. Essas atividades geram impactos aos ecossistemas subterrâneos. Por isso, em diversas regiões do mundo, tem-se empregado esforços de conservação ao patrimônio espeleológico. Para isso, elencar as prioridades para o empenho de esforço e dinheiro tem sido um desafio constante, de modo que diversas metodologias têm surgido. Considerando a heterogeneidade ambiental das áreas nas quais as cavernas neotropicais se desenvolvem, observa-se a

ABSTRACT

Caves develop in areas that are frequently used by humans, whether for farming, urbanization or mineral extraction. These activities have an impact on subterranean ecosystems. For this reason, efforts have been made in various regions of the world to preserve the speleological heritage. To this end, identifying priorities for the commitment of effort and money has been a constant challenge, and various methodologies have emerged. Considering the environmental heterogeneity of the areas in which Neotropical caves are found, there is a need to understand the impact of this heterogeneity on conservation priority

necessidade de entender o impacto dessa heterogeneidade nas avaliações de prioridades para conservação. Sendo assim, o presente estudo avaliou três atributos, já conhecidos por influenciarem aspectos ecológicos dos ecossistemas subterrâneos, no direcionamento de cavernas prioritárias para conservação. Utilizando-se dados de 249 cavernas do sudeste brasileiro, testou-se a influência da litologia, dos biomas e das ecorregiões nos resultados do Cave Vulnerability index modificado, índice já indicado como mais adequado para cavernas de regiões megadiversas. Observou-se que a não consideração desses atributos para elencar as prioridades para conservação tende a selecionar cavernas que compartilham mesma litologia, bioma e ecorregião. Por outro lado, considerar os atributos de relevância ecológica na análise, agrega representatividade para cada um dos atributos dentre as cavernas prioritárias. As cavernas prioritárias obtidas sem considerar os atributos de relevância ecológica se mantiveram prioritárias ao considerá-los. Isso demonstra que, do ponto de vista biológico, se destacam e merecem atenção redobrada, podendo ser consideradas um ponto de partida dentre as prioritárias, principalmente em cenários de recursos escassos.

PALAVRAS-CHAVE: Bioespeleologia, Caverna, Compensação, Ecologia, Impacto, Índice.

assessments. Therefore, this study evaluated three attributes, already known to influence ecological aspects of subterranean ecosystems, in the targeting of priority caves for conservation. Using data from 249 caves in southeastern Brazil, the influence of lithology, biomes and ecoregions on the results of the modified Cave Vulnerability Index was tested, an index already indicated as more suitable for caves in megadiverse regions. It was observed that not taking these attributes into account when listing conservation priorities tends to select caves that share the same lithology, biome and ecoregion. On the other hand, considering the attributes of ecological relevance in the analysis adds representativeness to each of the attributes among the priority caves. The priority caves obtained without considering the ecological relevance attributes remained priorities when they were considered. This shows that, from a biological point of view, they stand out and deserve extra attention, and can be considered a starting point among the priority caves, especially in scenarios of scarce resources.

KEYWORDS: *Biospeleology, Cave, Compensation, Ecology, Impact, Index.*

INTRODUÇÃO

O crescimento da população humana com suas consequentes demandas por alimento e infraestrutura ocasionam alterações dignas de uma nova época geológica (CRUTZEN, 2002). O Antropoceno, marcado pelas aceleradas mudanças climáticas combinadas à fragmentação de habitats com elevada biodiversidade, apresenta taxas de extinção de 100 a 1000 vezes maiores que o esperado pelas taxas naturais conhecidas (LAURANCE, 2019). Esforços para a conservação têm sido pauta frequente no atual cenário de crescentes distúrbios (NEWMAN, 2019). Dentre as diversas estratégias de conservação, as áreas protegidas se destacam pela relevância na conservação da biodiversidade e pelos benefícios para o bem estar humano (CHAPE *et al.*, 2005; LOVEJOY, 2006). Um dos importantes papéis da ciência na conservação da biodiversidade é o provimento de informações para que as políticas públicas incorporem ações mais assertivas (RANDS *et al.*, 2010).

Em diversas partes do mundo, esforços de conservação têm tido por temática as áreas cársticas (NITZU *et al.*, 2018; OSBORNE, 2019; RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2005). Por ocorrerem com frequência em rochas de elevado valor econômico e em áreas favoráveis às atividades agro-pastoris, cavernas estão sob frequentes ameaça (AULER, A S; PILÓ, 2015; BACON, 2007). Esses ambientes contribuem para diversos serviços ecossistêmicos, sendo, por exemplo, abrigos para diversos polinizadores e controladores de pragas (KUNZ *et al.*, 2011). Cavernas resguardam um potencial biotecnológico imensurável para setores farmacêuticos, de biorremediação, entre outros (BLAMONT, 2014; CARVALHO

INTRODUCTION

*Human population growth and its consequent demands for food and infrastructure are causing changes worthy of a new geological epoch (CRUTZEN, 2002). The Anthropocene, is marked by accelerated climate change combined with high biodiversity habitats fragmentation, and presents extinction rates 100 to 1000 times higher than expected by known natural rates (LAURANCE, 2019). Conservation efforts have been a frequent focus in the current scenario of increasing disturbances (NEWMAN, 2019). Among the various conservation strategies, protected areas stand out for their relevance to biodiversity conservation and their benefits for human well-being (CHAPE *et al.*, 2005; LOVEJOY, 2006). One of the important roles of science in biodiversity conservation is to provide information so that public policies can incorporate more assertive actions (RANDS *et al.*, 2010).*

*In various parts of the world, conservation efforts have focused on karst areas (NITZU *et al.*, 2018; OSBORNE, 2019; RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2005). Because they often occur in high economic value rocks and in favorable areas to agricultural activities, caves are under frequent threat (AULER, A S; PILÓ, 2015; BACON, 2007). These environments contribute to various ecosystem services, such as shelters for various pollinators and pest controllers (KUNZ *et al.*, 2011). Caves hold immeasurable biotechnological potential for the pharmaceutical and bioremediation sectors, among others (BLAMONT, 2014; CARVALHO GUERRA, 2022; LÉVEILLÉ; DATTA, 2010; MAZINA; EGOROV; HARLAMOVA, 2019; P.J. BOSTON *et al.*, 2001; PAWLOWSKI *et al.*, 2016). They have a close relationship with water and its natural cycle (BIONDIC *et al.*, 2015; MILANOVIC, 2005). In the current scenario of global warming,*

GUERRA, 2022; LÉVEILLÉ; DATTA, 2010; MAZINA; EGOROV; HARLAMOVA, 2019; P.J. BOSTON *et al.*, 2001; PAWLOWSKI *et al.*, 2016). Elas apresentam estreita relação com a água e seu ciclo natural (BIONDIC *et al.*, 2015; MILANOVIC, 2005). No atual cenário de aquecimento global, registros abrigados em seus espeleotemas têm contribuído para o conhecimento do clima. Registros paleoclimáticos têm ajudado a prever modificações de nossos ecossistemas, propiciando o planejamento de ações preventivas para escassez de alimento e extinções de espécies (COLUMBU *et al.*, 2021; LAURITZEN; LUNDBERG, 1999; LECHLEITNER *et al.*, 2018; OSTER *et al.*, 2019).

Além de todas essas importâncias, as cavernas abrigam uma complexa biodiversidade, contendo espécies únicas, com distribuição restrita aos habitats subterrâneos. Essas espécies denominadas troglóbias (SKET, 2008), comumente apresentam elevado grau de endemismo, ocorrendo em uma ou poucas cavernas (CHRISTMAN *et al.*, 2005; CULVER *et al.*, 2003; NITZU *et al.*, 2018). Esse acentuado endemismo traz ameaças de extinção a muitas dessas espécies, sendo, portanto, enquadradas frequentemente em algum grau de ameaça pela proposta de avaliação de espécies ameaçadas da IUCN (IUCN, 2017). Existem diversos métodos estabelecidos na literatura internacional que visam o estabelecimento de prioridades para conservação do patrimônio espeleológico (MAMMOLA, 2018; MAMMOLA *et al.*, 2019). Esses métodos, em geral, consideram as espécies troglóbias e a riqueza de espécies como indicadores de relevância da biodiversidade. No entanto, como demonstrado em estudos com dados empíricos, a adequabilidade desses índices varia de região para região, de acordo com o nível de conheci-

*records housed in their speleothems have contributed to our climate knowledge. Paleoclimatic records have helped to predict changes in our ecosystems, making it possible to plan preventive actions for food shortages and species extinctions (COLUMBU *et al.*, 2021; LAURITZEN; LUNDBERG, 1999; LECHLEITNER *et al.*, 2018; OSTER *et al.*, 2019).*

*In addition to all this importance, caves are home to a complex biodiversity, containing unique species whose distribution is restricted to subterranean habitats. These species, known as troglobites (SKET, 2008), often have a high degree of endemism, occurring in one or a few caves (CHRISTMAN *et al.*, 2005; CULVER *et al.*, 2003; NITZU *et al.*, 2018). This marked endemism brings extinction threats to many of these species. Therefore, they are often classified as being under some degree of threat by the IUCN Red List Categories and Criteria (IUCN, 2017). There are several methods accepted in the international literature aimed at establishing priorities for the conservation of speleological heritage (MAMMOLA, 2018; MAMMOLA *et al.*, 2019). These methods generally consider troglobitic species and species richness as indicators of biodiversity relevance. However, as demonstrated in studies with empirical data, the suitability of these indices varies from region to region, according to the level of knowledge about the species occurrence pattern (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018). In Neotropical regions, for example, the "Cave Vulnerability Index - modified", used by Simões and collaborators (2014), modified from the index proposed by Souza-Silva (2008), proved to be more suitable, since it is applicable to databases that do not consider the spatial distribution of species (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014; SOUZA-SILVA, 2008).*

mento para o padrão de ocorrência das espécies (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018). Em regiões Neotropicais, por exemplo, o “Cave Vulnerability Index – modificado”, utilizado por Simões e colaboradores (2014), modificado a partir do índice proposto por Souza-Silva (2008), se mostrou mais adequado, uma vez que é aplicável a bancos de dados que não consideram a distribuição espacial das espécies (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014; SOUZA-SILVA, 2008).

Sabe-se que cavernas em diferentes litologias, biomas e ecorregiões apresentam riquezas distintas tanto para o total de espécies, quanto para as espécies troglóbias (MENDES RABELO; SOUZA-SILVA; LOPES FERREIRA, 2020; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). Entretanto, nenhum dos índices apresentados até o momento, apesar de serem embasados pela riqueza total de espécies e riqueza de espécies troglóbias, abordam a necessidade de considerar os atributos de relevância ecológica citados acima em sua aplicação. Considerando a possibilidade de influência da litologia, dos biomas e das ecorregiões no apontamento de cavernas prioritárias para conservação, o presente estudo testou as seguintes hipóteses: (a) Cavernas que compartilham atributos de relevância ecológica (litologia, bioma e ecorregião) favoráveis à riqueza total e de troglóbios serão privilegiadas no direcionamento de medidas de conservação ao avaliar todas as cavernas em conjunto; (b) Considerar os atributos de relevância ecológica para elencar as prioridades para conservação de cavernas corrige o viés da discrepância natural da riqueza total e de troglóbios, diversificando as características incorporadas dentre as prioridades.

It is known that caves in different lithologies, biomes and ecoregions have different richness for both total species and troglobitic species (MENDES RABELO; SOUZA-SILVA; LOPES FERREIRA, 2020; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). However, none of the indices presented so far, despite being based on total species richness and troglobitic species richness, address the need to consider the attributes of ecological relevance in their application. Considering the possible influence of lithology, biomes and ecoregions in identifying priority caves for conservation, this study tested the following hypotheses: (a) Caves that share ecologically relevant attributes (lithology, biome and ecoregion) favorable to total and troglobitic richness will be privileged in targeting conservation measures when evaluating all caves together; (b) Considering ecologically relevant attributes to list priorities for cave conservation corrects the bias of the natural discrepancy of total and troglobitic richness, diversifying the characteristics incorporated among the priorities.

METODOLOGIA

Área de estudo

No presente estudo foram utilizadas 249 cavernas, distribuídas em 500.250 km² no sudeste brasileiro (Figura 1, Apêndice 1). As cavernas se distribuem pelos biomas Cerrado (196) e Mata Atlântica (53) (MMA, 2006). Devido à grande perda de habitat e ao elevado endemismo de espécies, estes biomas são considerados hotspots mundiais de biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000). Essas cavernas se desenvolvem em quatro tipos litológicos distintos, sendo que 153 cavernas são formadas em rochas carbonáticas, 36 em rochas siliciclásticas, 41 em rochas ferruginosas e 19 em rochas granitoides. Tais cavernas inserem-se em cinco bacias hidrográficas (Rio Doce (13), Rio Grande (22), Rio Jequitinhonha (34), Rio Paraíba do Sul (12) e Rio São Francisco (168)) (SPRH, 2015). Na região de ocorrência de 46 cavernas o clima se caracteriza como tropical com verão seco (As), enquanto 54 cavernas ocorrem em clima tropical com inverno seco (Aw), 2 ocorrem em clima subtropical úmido oceânico, sem estação seca e com verão de temperaturas amenas (Cfb), 82 ocorrem em clima subtropical úmido, marcado por invernos secos e verões quentes (Cwa), por fim, 65 ocorrem em clima subtropical úmido, marcado por invernos secos e verões com temperaturas amenas (Cwb) (ALVARES *et al.*, 2013). A altitude obtida na coordenada que corresponde à entrada principal de cada caverna variou de 262 m a 1419 m acima do nível do mar. O tamanho das cavernas variou de 4 metros (Abrigo da Escarpa e Coruja Branca) a 16 quilômetros de condutos (Lapa Sem Fim).

METHODOLOGY

Study area

*This study used 249 caves, spread over 500,250 km² in southeastern Brazil (Figure 1, Appendix 1). The caves are distributed across the Cerrado (196) and Atlantic Forest (53) biomes (MMA, 2006). Due to the great loss of habitat and the high endemism of species, these biomes are considered world biodiversity hotspots (MYERS *et al.*, 2000). These caves develop in four different lithological types, 153 of which are formed in carbonate rocks, 36 in siliciclastic rocks, 41 in ferruginous rocks and 19 in granitics. The caves are located in five river basins (Rio Doce (13), Rio Grande (22), Rio Jequitinhonha (34), Rio Paraíba do Sul (12) and Rio São Francisco (168)) (SPRH, 2015). In the region where 46 caves occur, the climate is characterized as tropical with a dry summer (As), while 54 caves occur in a tropical climate with a dry winter (Aw), 2 occur in a humid subtropical oceanic climate, without a dry season and with mild summer temperatures (Cfb), 82 occur in a humid subtropical climate with dry winters and hot summers (Cwa), and 65 occur in a humid subtropical climate with dry winters and mild summers (Cwb) (ALVARES *et al.*, 2013). The altitude obtained at the coordinate corresponding to the main entrance of each cave varied from 262 m to 1419 m above sea level. The size of the caves ranged from 4 meters (Abrigo da Escarpa and Coruja Branca) to 16 kilometers of conduits (Lapa Sem Fim).*

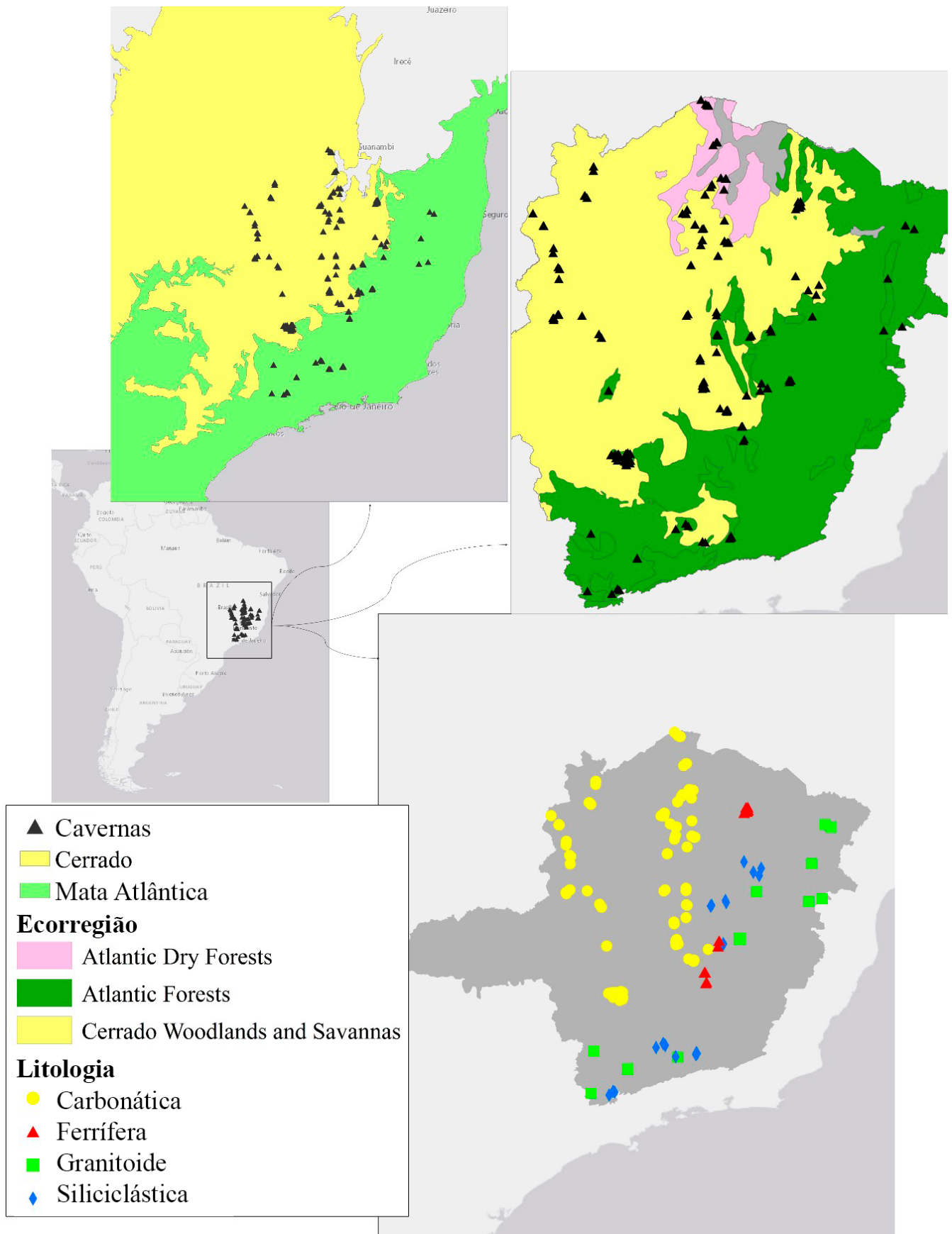


Figura 1 - Mapa de localização das cavernas amostradas onde é possível visualizar a distribuição destas em relação aos biomas, ecorregiões e suas respectivas litologias de ocorrência.

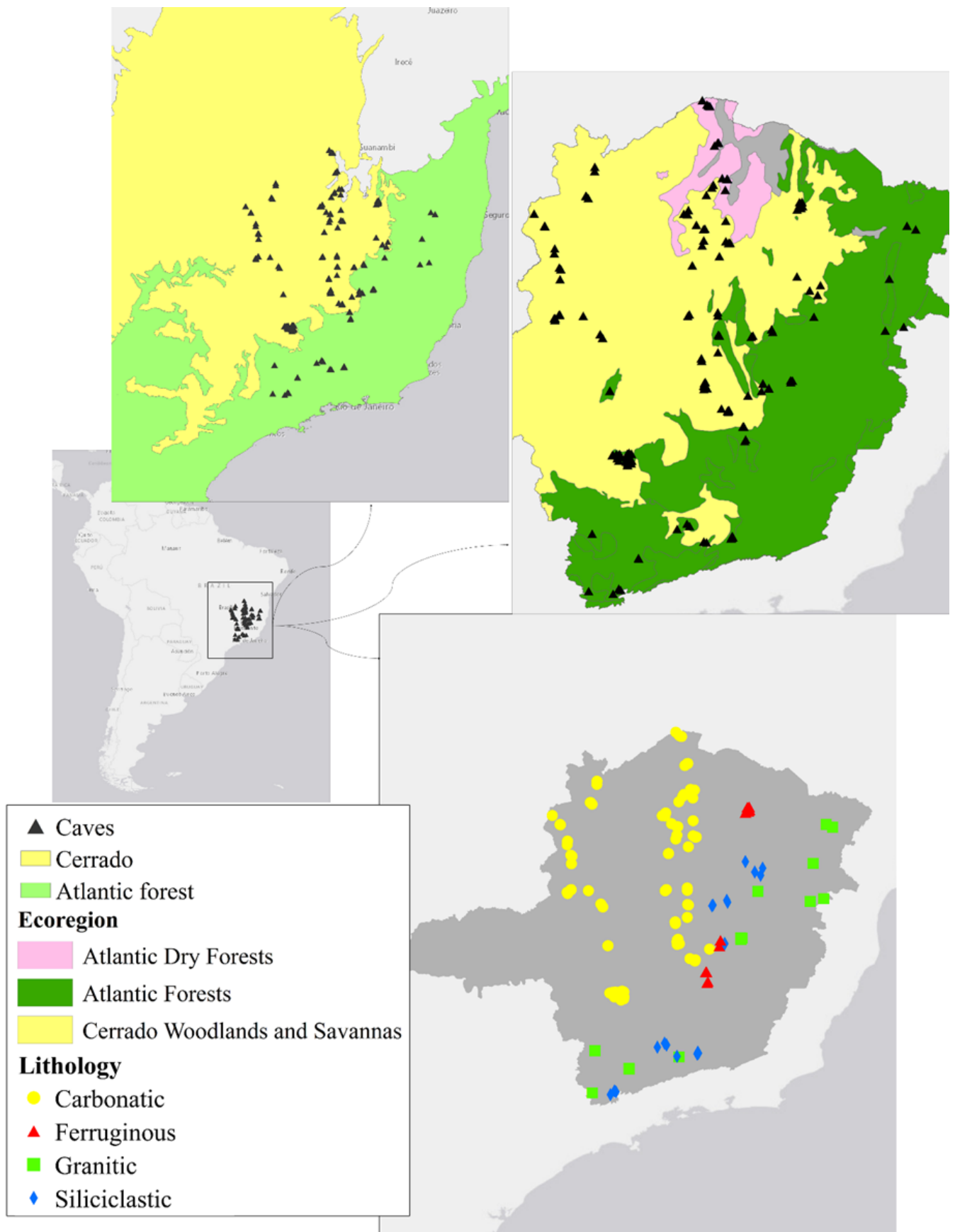


Figure 1 – Sampled caves location map, where their distribution in relation to the biomes, ecoregions and their respective lithologies of occurrence can be seen.

Coleta de dados

Os dados utilizados no presente trabalho foram coletados entre os anos de 2009 e 2018, sendo a amostragem por busca ativa e coleta manual ao longo de toda a extensão acessível das cavernas, esta metodologia é também conhecida internacionalmente como Direct Intuitive Search - DIS (WYNNE *et al.*, 2018). As amostragens foram realizadas por biólogos com ao menos dois anos de experiência em amostragem de fauna subterrânea. As buscas ocorreram por, em média, um minuto por metro quadrado de piso da caverna. O cálculo do esforço amostral foi baseado exclusivamente na área do piso, uma vez que os tetos das cavernas estudadas, em geral, eram inacessíveis e as paredes acessíveis apenas até à altura dos olhos humanos, porção onde era efetiva a busca visual. Para captura dos invertebrados utilizaram-se pinças, pincéis, sugadores e redes de mão. Os invertebrados coletados foram armazenados em potes plásticos contendo álcool na concentração de 70% e encaminhados ao laboratório, onde foram triados, identificados e depositados em coleção científica pública. O material de todos os projetos foi identificado e pareado de modo que, ao final, obteve-se uma listagem única de espécies. A identificação dos grupos: Acari, Amblypygi, Araneae, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Ephemeroptera, Gastropoda, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda, Isoptera, Neuroptera, Opiliones, Orthoptera, Palpigradi, Psocoptera e Turbellaria contaram com conferência e refinamento taxonômico realizados por especialistas. Invertebrados holometábolos coletados em estágio larval, para os quais adultos pertencentes à família correspondente não tenham sido encontrados na

Data collection

*The data used in this study was collected between 2009 and 2018, sampling by active search and manual collection along the entire accessible length of the caves, this methodology is also known internationally as Direct Intuitive Search - DIS (WYNNE *et al.*, 2018). Sampling was carried out by biologists with at least two years' experience in sampling subterranean fauna. Tweezers, brushes, suckers and hand nets were used to capture the invertebrates. The collected invertebrates were stored in plastic jars containing 70% alcohol and sent to the laboratory, where they were sorted, identified and deposited in a public scientific collection. The material from all the projects was identified and paired so that, in the end, a single list of species was obtained. The identification of the following groups: Acari, Amblypygi, Araneae, Coleoptera, Collembola, Dermaptera, Diplopoda, Ephemeroptera, Gastropoda, Hemiptera, Hymenoptera, Isopoda, Isoptera, Neuroptera, Opiliones, Orthoptera, Palpigradi, Psocoptera and Turbellaria was carried out by specialists. Holometabolous invertebrates collected in the larval stage, for which adults belonging to the corresponding family were not found in the same cave or geographically close caves, were counted as separate species in the total list.*

The physical characteristics of the caves (linear development, number and size of entrances) were measured during the field work using a tape measure or, when topographic maps were available, the measurements shown on them were recorded. Impacts were assessed in two stages. In the first stage on the field, it was possible to observe in detail the anthropogenic alterations near the entrance and inside the caves, making it possible to classify their magnitude and direct

mesma caverna ou cavernas geograficamente próximas, foram contabilizados como espécies distintas na listagem total.

As características físicas das cavernas (desenvolvimento linear, número e tamanho das entradas) foram mensuradas durante os trabalhos de campo com auxílio de trena ou pelas medidas apresentadas nos mapas topográficos, quando disponíveis. Os impactos foram avaliados em dois momentos. No primeiro momento, em campo, foi possível observar em detalhe as alterações antrópicas nas proximidades da entrada e interior das cavidades, permitindo classificar sua magnitude e efeitos diretos. No segundo momento, em laboratório, com auxílio de imagens de satélite foi possível avaliar nos arredores das cavernas (considerando um raio de 250 m) as modificações da paisagem, atividades agropastoris, proximidade de vias de acesso, atividades minerárias e urbanização.

Análises

A fim de averiguar se as cavernas de diferentes litologias, biomas e ecorregiões são realmente distintas quanto à riqueza de espécies, através do teste de Mann-Whitney testaram-se as diferenças entre as médias de cada uma das categorias (MANN, H.B., WHITNEY, 1947).

Para avaliar a influência dos atributos de relevância ecológica nas diretrizes de conservação de cavernas, o presente estudo aplicou o Cave Vulnerability Index – modificado por Simões e colaboradores (2014). Tal índice compreende uma modificação do índice originalmente proposto por Souza-Silva (2008), conhecido como Cave Vulnerability Index (CVI). A modificação foi realizada no método de cálculo da riqueza rela-

effects. Secondly, in the laboratory, with the help of satellite images, it was possible to assess changes to the landscape, farming activities, proximity to access roads, mining activities and urbanization in the vicinity of the caves (considering a 250 m radius).

Analysis

In order to ascertain whether caves from different lithologies, biomes and ecoregions really are different in terms of species richness, the Mann-Whitney test was used to test the differences between each of the categories means (MANN, H.B., WHITNEY, 1947).

In order to assess the influence of ecologically relevant attributes on cave conservation guidelines, this study applied the Cave Vulnerability Index - modified by Simões and collaborators (2014). This index is a modification of the original index proposed by Souza-Silva (2008), known as the Cave Vulnerability Index (CVI). The modification was made to the method of calculating relative richness and biological relevance. Henceforth, this index will

tiva e no cálculo da relevância biológica. Desta forma, daqui por diante tal índice será apresentado como "CVi-m" (Cave Vulnerability Index - modificado). O CVi-m atribui graus de vulnerabilidade às cavernas considerando dados biológicos e impactos antrópicos, o que permite elencar cavernas prioritárias para ações de conservação (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014; SOUZA-SILVA, 2008). O grau de vulnerabilidade resultante do CVi-m é obtido pela sobreposição da relevância biológica com a riqueza de espécies troglóbias e o grau de impacto da caverna. A análise utiliza em todos os critérios a distribuição dos valores em quatro categorias ("Extrema", "Alta", "Média" e "Baixa"). Estas categorias são estabelecidas pela divisão em quatro intervalos iguais do maior valor obtido dentre as cavernas analisadas para o atributo em questão. Para o cálculo da relevância biológica as quatro categorias de riqueza total recebem pesos 8, 6, 4 ou 2, enquanto as categorias de riqueza relativa recebem pesos 4, 3, 2 ou 1. A riqueza relativa é calculada por meio da razão entre a riqueza total, a projeção horizontal da caverna e a extensão das entradas. A relevância biológica é estabelecida pela sobreposição da riqueza total com a riqueza relativa de espécies, onde a soma dos pesos obtidos nessas é dividida em quatro categorias que recebem o peso final 4, 3, 2 ou 1. A riqueza de troglóbios é categorizada também por quatro intervalos iguais com referência no maior valor obtido e soma seus pesos direto à análise final, somando os pesos 4, 3, 2 ou 1 (Apêndice 2). O grau de impacto é calculado com base na soma dos pesos atribuídos aos impactos observados em cada caverna e também recebe os pesos finais 4, 3, 2 ou 1, sendo as categorias também representadas por quatro faixas de mesmo intervalo de valores. Cada impacto é avaliado quanto à sua modificação (depleção,

be presented as "CVi-m" (Cave Vulnerability Index - modified). The CVi-m assigns vulnerability degrees to caves considering biological data and anthropogenic impacts, which allows priority caves to be listed for conservation actions (RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014; SOUZA-SILVA, 2008). The vulnerability degree resulting from CVi-m is obtained by overlaying biological relevance with the richness of troglobitic species and the degree of impact of the cave. For all the criteria, the analysis uses the distribution of values into four categories ("Extreme", "High", "Medium" and "Low"). These categories are established by dividing into four equal intervals the highest value obtained among the caves analyzed for the attribute in question. To calculate biological relevance, the four categories of total richness are given weights of 8, 6, 4 or 2, while the categories of relative richness are given weights of 4, 3, 2 or 1. Relative richness is calculated using the ratio between total richness, the horizontal projection of the cave and the length of the entrances. Biological relevance is established by overlaying total richness with relative species richness, where the sum of the weights obtained in these is divided into four categories that receive the final weight 4, 3, 2 or 1. Troglobitic richness is also categorized by four equal intervals with reference to the highest value obtained and adds their weights directly to the final analysis, adding up to weights 4, 3, 2 or 1 (Appendix 2). The impact degree is calculated based on the sum of the weights assigned to the impacts observed in each cave and also receives the final weights 4, 3, 2 or 1, with the categories also represented by four bands of the same range of values. Each impact is assessed in terms of its modification (depletion, enrichment and alteration), and the modifications are assessed in terms of their potential (intense (weight 2) or slight (weight 1)). Afterwards, the permanence of the impact is assessed (short duration (weight

enriquecimento e alteração), as modificações são avaliadas quanto ao potencial (intenso (peso 2) ou tênue (peso 1)). Posteriormente avalia-se a permanência do impacto (curta duração (peso 1) ou duração contínua (peso 3)) e, em seguida, é avaliado o alcance do impacto (pontual (peso 1) ou sistêmico (peso 2)) (Apêndice 3). Por fim, o grau de vulnerabilidade é atribuído a cada caverna de acordo com a soma obtida para os pesos de relevância biológica, riqueza de troglóbios e grau de impacto (SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014).

Diferentes cenários foram utilizados para a aplicação do índice, de modo que o banco de dados foi fracionado de acordo com as categorias de cada um dos atributos aqui abordados como de relevância ecológica (litologia, bioma e ecorregião). Para comparar as eventuais modificações nas características das cavernas elencadas como de extrema vulnerabilidade pelo índice, aplicaram-se quatro vezes o CVi-m. Na primeira aplicação consideraram-se todas as cavernas (249). Na segunda, as cavernas foram separadas em quatro grupos, de acordo com o atributo litologia (carbonáticas, siliciclásticas, ferruginosas e granitoides). No terceiro recorte as cavernas foram separadas em dois grupos, considerando o atributo bioma (Cerrado e Mata Atlântica). Por último, as cavernas foram separadas em três grupos de acordo com o atributo ecorregião (Atlantic Dry Forests, Atlantic Forests e Cerrado Woodlands and Savannas).

Com relação à seleção de cavernas prioritárias para a conservação, todas aquelas enquadradas como de vulnerabilidade extrema foram consideradas prioritárias para conservação. Para calcular as proporções de conservação da biodiversidade, considerou-se a soma do número de espécies troglóbias e não troglóbias ocorrentes nas cavernas prioritárias dos diferentes cenários.

1) or continuous duration (weight 3)) and then the scope of the impact is assessed (one-off (weight 1) or systemic (weight 2)) (Appendix 3). Finally, the vulnerability degree is assigned to each cave according to the sum obtained for the weights of biological relevance, troglobitic richness and impact degree (SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2014).

The index was applied in different scenarios, so that the database was divided up according to the categories of each of the ecological relevant attributes (lithology, biome and ecoregion). In order to compare any changes in the characteristics of the caves listed as extremely vulnerable by the index, CVi-m was applied four times. In the first application, all the caves (249) were considered. In the second, the caves were separated into four groups according to lithology (carbonate, siliciclastic, ferruginous and granitic). In the third section, the caves were separated into two groups according to their biome (Cerrado and Atlantic Forest). Finally, the caves were separated into three groups according to the ecoregion attribute (Atlantic Dry Forests, Atlantic Forests and Cerrado Woodlands and Savannas).

Regarding to the selection of priority caves for conservation, all those classified as extremely vulnerable were considered priorities. To calculate the proportions of biodiversity conservation, the sum of the number of troglobitic and non-troglobitic species occurring in the priority caves of the different scenarios was considered.

RESULTADOS

Ao todo foram encontradas 4281 espécies de invertebrados distribuídas em 64 Ordens: Acari (Subclasse) (20), Amblypygi (5), Amphipoda (4), Araneae (396), Archaeognatha (4), Astigmata (1), Bivalvia (Classe) (1), Blattodea (41), Coleoptera (714), Collembola (96), Decapoda (1), Dermaptera (14), Diplura (11), Diptera (807), Embioptera (1), Endeostigmata (2), Ephemeroptera (34), Euonychophora (1), Gastropoda (Classe) (66), Geophilomorpha (12), Haplotaxida (64), Harpacticoida (1), Hemiptera (281), Hirudinea (Subclasse) (8), Hydrozoa (Classe) (1), Hymenoptera (345), Isopoda (102), Isoptera (42), Ixodida (13), Lepidoptera (216), Lithobiomorpha (8), Megaloptera (6), Mesostigmata (117), Nematoda (Filo) (2), Nematomorpha (Filo) (1), Neuroptera (27), Odonata (16), Opilioacarida (7), Opiliones (69), Orthoptera (59), Ostracoda (7), Palpigradi (10), Pauropoda (11), Plecoptera (4), Polydesmida (81), Polyxenida (5), Prostigmata (1), Protura (1), Pseudoscorpiones (47), Psocoptera (115), Sarcoptiformes (90), Scolopendromorpha (18), Scorpiones (5), Scutigermorpha (2), Siphonaptera (5), Siphonophorida (5), Spirobolida (22), Spirostreptida (33), Symphyla (3), Thysanoptera (5), Trichoptera (45), Tricladida (35), Trombidiformes (105), Zygentoma (10).

Dentre as espécies encontradas, 190 foram consideradas troglóbias pertencendo às Ordens: Acari (1), Amblypygi (2), Amphipoda (2), Araneae (34), Coleoptera (14), Collembola (13), Hemiptera (2), Hirudinea (Subclasse) (1), Isopoda (45), Opiliones (15), Orthoptera (1), Palpigradi (7), Polydesmida (22), Polyxenida (2), Pseudoscorpiones (5), Scolopendromorpha (9), Spirostreptida (7), Tricladida (6) e Trombidiformes (2).

RESULTS

A total of 4281 invertebrates species were found, distributed in 64 Orders: Acari (Subclass) (20), Amblypygi (5), Amphipoda (4), Araneae (396), Archaeognatha (4), Astigmata (1), Bivalvia (Class) (1), Blattodea (41), Coleoptera (714), Collembola (96), Decapoda (1), Dermaptera (14), Diplura (11), Diptera (807), Embioptera (1), Endeostigmata (2), Ephemeroptera (34), Euonychophora (1), Gastropoda (Class) (66), Geophilomorpha (12), Haplotaxida (64), Harpacticoida (1), Hemiptera (281), Hirudinea (Subclass) (8), Hydrozoa (Class) (1), Hymenoptera (345), Isopoda (102), Isoptera (42), Ixodida (13), Lepidoptera (216), Lithobiomorpha (8), Megaloptera (6), Mesostigmata (117), Nematoda (Phylum) (2), Nematomorpha (Phylum) (1), Neuroptera (27), Odonata (16), Opilioacarida (7), Opiliones (69), Orthoptera (59), Ostracoda (7), Palpigradi (10), Pauropoda (11), Plecoptera (4), Polydesmida (81), Polyxenida (5), Prostigmata (1), Protura (1), Pseudoscorpiones (47), Psocoptera (115), Sarcoptiformes (90), Scolopendromorpha (18), Scorpiones (5), Scutigermorpha (2), Siphonaptera (5), Siphonophorida (5), Spirobolida (22), Spirostreptida (33), Symphyla (3), Thysanoptera (5), Trichoptera (45), Tricladida (35), Trombidiformes (105), Zygentoma (10).

Of the species found, 190 were considered troglobites belonging to the Orders: Acari (1), Amblypygi (2), Amphipoda (2), Araneae (34), Coleoptera (14), Collembola (13), Hemiptera (2), Hirudinea (Subclass) (1), Isopoda (45), Opiliones (15), Orthoptera (1), Palpigradi (7), Polydesmida (22), Polyxenida (2), Pseudoscorpiones (5), Scolopendromorpha (9), Spirostreptida (7), Tricladida (6) and Trombidiformes (2).

A riqueza total observada nas cavernas variou de 10 (Paleotoca 3) a 151 espécies (Lapa Sem Fim). Em relação à riqueza de espécies troglóbias, a maior obtida foi 10 (ocorrendo nas Grutas do Nestor e Lapa d'água (Montes Claros)). A média de riqueza total para as 249 cavernas do estudo foi de 49.96 (SD = 24.92), enquanto a média de riqueza de espécies troglóbias foi de 1.84 (SD = 2.05) (Apêndice 1).

As cavernas carbonáticas apresentaram a maior média para a riqueza total de espécies (58.37 spp. SD = 25.68), seguidas das cavernas graníticas (44.74 spp. SD = 15.52), siliciclásticas (37.25 spp. SD = 16.45) e por fim das ferruginosas (32.2 spp. SD = 15.74). As cavernas carbonáticas apresentaram média de riqueza total significativamente maiores que de todas as demais litologias (Mann-Whitney test $p = 0.021$). As cavernas granitoides também apresentaram média significativamente maior que as ferruginosas (Mann-Whitney test $p = 0.003$) (Apêndice 1, Figura 2 A).

Em relação às espécies troglóbias, mais uma vez as cavernas carbonáticas se destacaram, apresentando, em média, 2.39 espécies por caverna (SD = 2.23), sendo esta significativamente maior que as médias apresentadas para cada uma das demais litologias (Mann-Whitney test $p = 0.016$). A segunda maior média obtida para a riqueza de espécies troglóbias ocorreu nas cavernas ferruginosas (1.44 spp. SD = 1.46), sendo esta significativamente maior que a apresentada pelas cavernas siliciclásticas, que apresentaram a menor riqueza média (0.5 spp. SD = 0.94) (Mann-Whitney test $p < 0.001$). As cavernas granitoides apresentaram a segunda menor média para a riqueza de espécies troglóbias (0.79 spp. SD = 1.23), entretanto, esta não se mostrou significativamente distinta das médias apresentadas pelas cavernas ferruginosas e siliciclásticas.

The total richness observed in the caves ranged from 10 (Paleotoca 3) to 151 species (Lapa Sem Fim). With regard to troglobitic species richness, the highest obtained was 10 (occurring in Grutas do Nestor and Lapa d'água (Montes Claros)). The average total richness for the 249 caves in the study was 49.96 (SD = 24.92), while the average richness of troglobitic species was 1.84 (SD = 2.05) (Appendix 1).

Carbonate caves had the highest average total species richness (58.37 spp. SD = 25.68), followed by granitic caves (44.74 spp. SD = 15.52), siliciclastic caves (37.25 spp. SD = 16.45) and finally ferruginous caves (32.2 spp. SD = 15.74). The carbonate caves had significantly higher average total richness than all the other lithologies (Mann-Whitney test $p = 0.021$). The granitic caves also had a significantly higher average than the ferruginous caves (Mann-Whitney test $p = 0.003$) (Appendix 1, Figure 2 A).

In terms of troglobitic species, once again the carbonate caves stood out, with an average of 2.39 species per cave (SD = 2.23), which was significantly higher than the averages for each of the other lithologies (Mann-Whitney test $p = 0.016$). The second highest average for troglobitic species richness was found in the ferruginous caves (1.44 spp. SD = 1.46), which was significantly higher than that found in the siliciclastic caves, which had the lowest average richness (0.5 spp. SD = 0.94) (Mann-Whitney test $p < 0.001$). The granitic caves had the second lowest average for troglobitic species richness (0.79 spp. SD = 1.23), but this was not significantly different from the averages presented by the ferruginous and siliciclastic caves. The occurrence of troglobitic species was more frequent in carbonate rocks, being detected in 77.8% of the caves. Caves in ferruginous rocks

A ocorrência de espécies troglóbias foi mais frequente em rochas carbonáticas, sendo detectada em 77.8% das cavernas. As cavernas em rochas ferruginosas apresentaram a segunda maior frequência de ocorrência (63.4%). Já as cavernas granitoides e siliciclásticas foram as que obtiveram menor frequência na ocorrência de espécies troglóbias (47.4% e 30.5% respectivamente) (Apêndice 1, Figura 2 D).

Em relação aos biomas, as cavernas do Cerrado apresentaram riqueza total média de 52.62 spp. (SD = 26) e riqueza de troglóbios média de 2.17 spp. (SD = 2.11). Já as cavernas de Mata Atlântica, apresentaram 40.15 spp. (SD = 17.42) em média para a riqueza total e 0.6 spp. (SD = 1.11) em média para a riqueza de troglóbios. O Cerrado apresentou médias significativamente maiores que a Mata Atlântica tanto para a riqueza total, quanto para a riqueza de troglóbios (Mann-Whitney test $p < 0.001$) (Figura 2 B, Figura 2 E).

Ao considerar os agrupamentos por ecorregiões observou-se que as médias de riqueza total das cavernas não apresentaram diferenças significativas. As cavernas da ecorregião Atlantic Dry Forests apresentaram, em média, 47.62 spp. (SD = 25.52), as ocorrentes em Atlantic Forests apresentaram, em média, 45.81 spp. (SD = 17.45) e as ocorrentes em Cerrado Woodlands and Savannas apresentaram, em média, 52.42 spp. (SD = 27.9) (Figura 2 C). Já considerando a riqueza de troglóbios, as cavernas ocorrentes na ecorregião Atlantic Dry Forests (3.06 SD = 2.72) apresentam média significativamente maior que as ocorrentes em Atlantic Forest (1.67 SD = 1.94) (Mann-Whitney test $p = 0.04$) e Cerrado Woodlands and Savannas (1.8 SD = 1.99) (Mann-Whitney test $p < 0.02$) (Figura 2 F).

had the second highest frequency of occurrence (63.4%). Granitic and siliciclastic caves had the lowest frequency of troglobitic species (47.4% and 30.5% respectively) (Appendix 1, Figure 2 D).

In relation to the biomes, the Cerrado caves had an average total richness of 52.62 spp. (SD = 26) and an average troglobitic richness of 2.17 spp. (SD = 2.11). The Atlantic Forest caves, on the other hand, had an average of 40.15 spp. (SD = 17.42) for total richness and 0.6 spp. (SD = 1.11) for troglobitic richness. The Cerrado biome had significantly higher averages than the Atlantic Forest for both total richness and troglobitic richness (Mann-Whitney test $p < 0.001$) (Figure 2 B, Figure 2 E).

When considering the groupings by ecoregion, it was observed that the average total richness of the caves did not differ significantly. The caves in the Atlantic Dry Forests ecoregion had an average of 47.62 spp. (SD = 25.52), those in the Atlantic Forests had an average of 45.81 spp. (SD = 17.45) and those in the Cerrado Woodlands and Savannas had an average of 52.42 spp. (SD = 27.9) (Figure 2 C). In terms of troglobitic richness, the caves in the Atlantic Dry Forests ecoregion (3.06 SD = 2.72) had a significantly higher average than those in the Atlantic Forest (1.67 SD = 1.94) (Mann-Whitney test $p = 0.04$) and Cerrado Woodlands and Savannas (1.8 SD = 1.99) (Mann-Whitney test $p < 0.02$) (Figure 2 F).

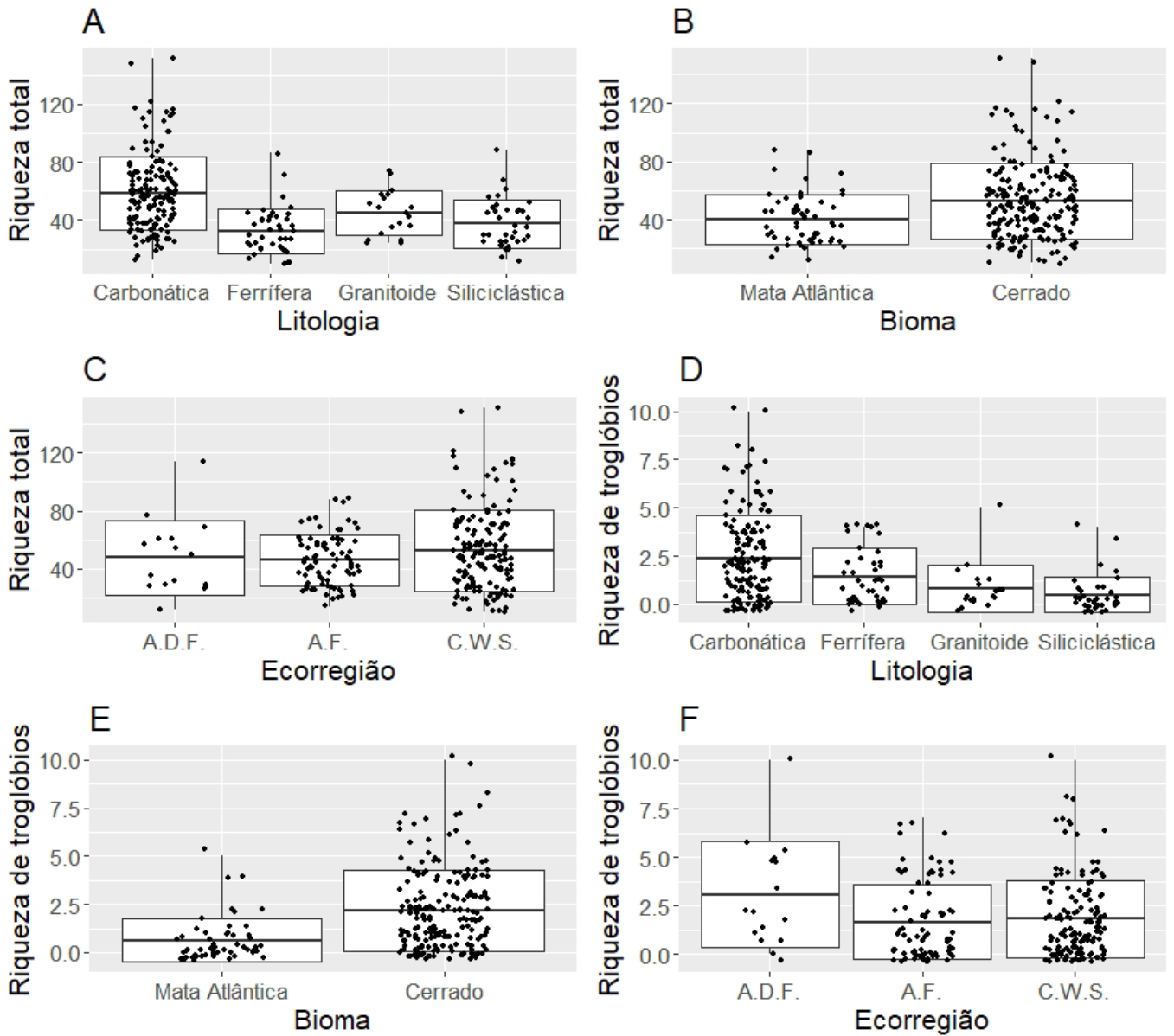


Figura 2 – Boxplots apresentando: A) Variação da riqueza total das 249 cavernas agrupadas em suas respectivas litologias; B) Variação da riqueza total obtida para as 249 cavernas agrupadas em seus respectivos Biomas; C) Variação da riqueza total obtida para as cavernas ocorrentes nas ecorregiões Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) e Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.); D) Variação da riqueza de troglóbios das 249 cavernas agrupadas em suas respectivas litologias; E) Variação da riqueza de troglóbios obtida para as 249 cavernas agrupadas em seus respectivos Biomas; F) Variação da riqueza de troglóbios obtida para as cavernas ocorrentes nas ecorregiões Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) e Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.).

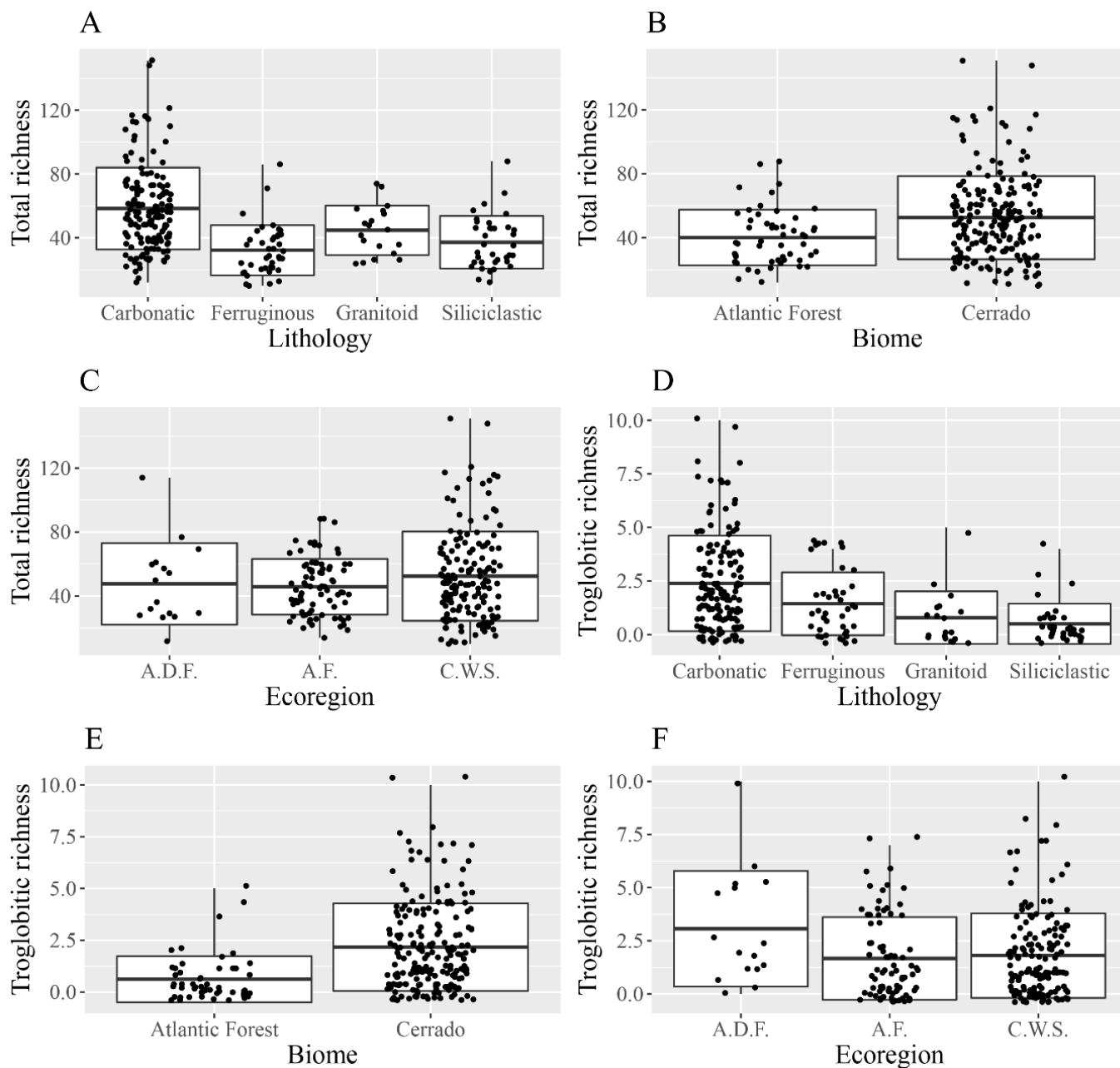
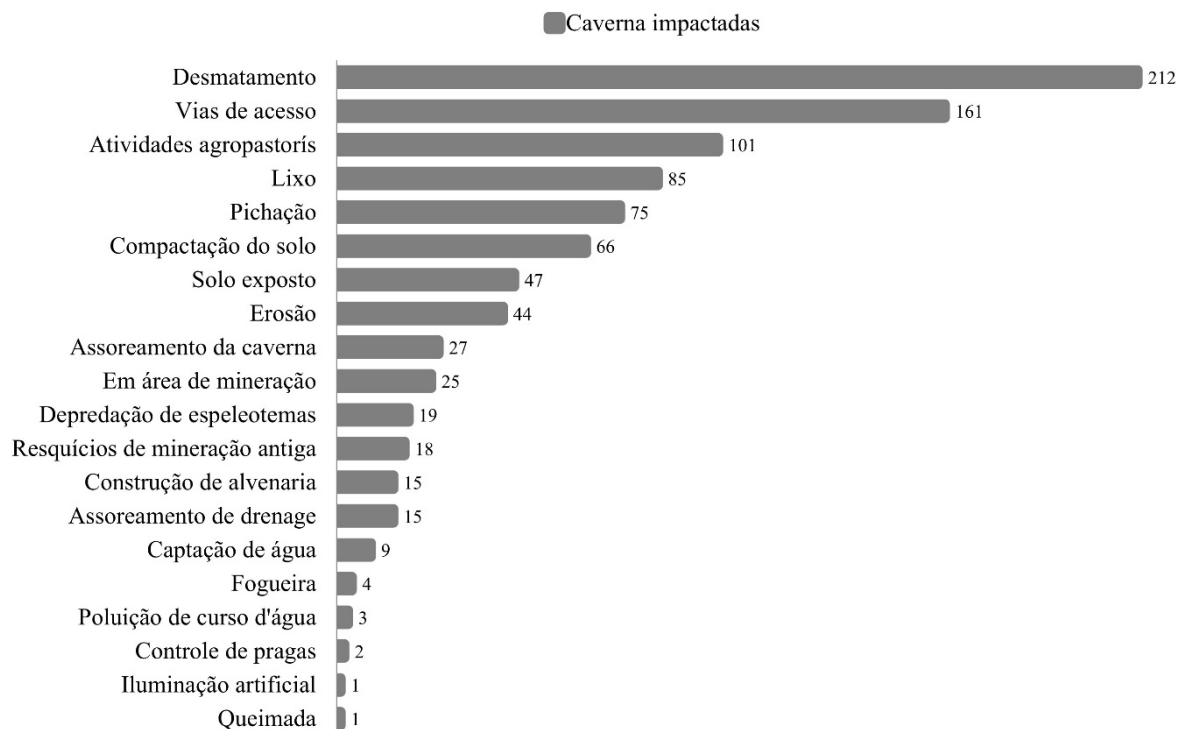


Figure 2 – Boxplots showing: A) Variation in the total richness of the 249 caves grouped into their respective lithologies; B) Variation in the total richness obtained for the 249 caves grouped into their respective Biomes; C) Variation in the total richness obtained for the caves occurring in the Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) and Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.) ecoregions. ; D) Variation in troglobitic richness of the 249 caves grouped into their respective lithologies; E) Variation in troglobitic richness obtained for the 249 caves grouped into their respective Biomes; F) Variation in troglobitic richness obtained for the caves occurring in the Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) and Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.) ecoregions.

Impactos encontrados



Observed impacts

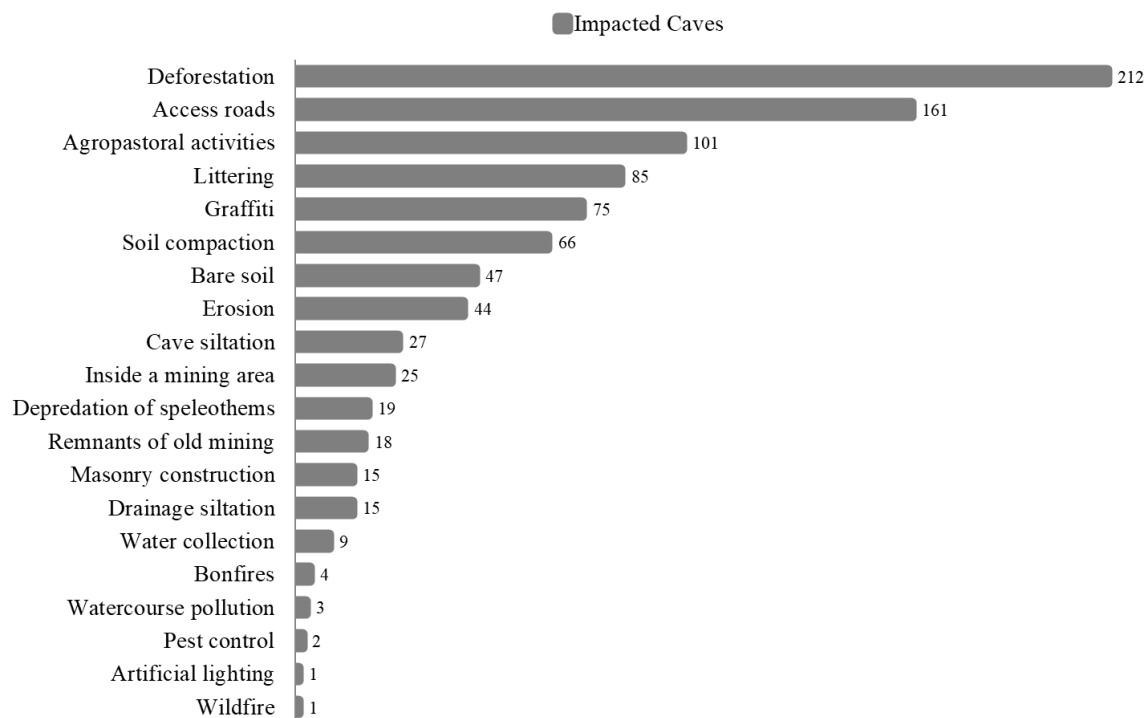


Figura 3 – Impactos observados no estudo e suas respectivas frequências de ocorrência (números a frente de cada barra representam o número de cavernas nas quais o impacto foi observado).

Figure 3 – Observed impacts and their respective occurrence frequencies (numbers in front of each bar represent the number of caves in which the impact was observed)..

Os impactos mais frequentes foram: desmatamento (212 caves), vias de acesso (161 caves), atividades agropastoris (101 caves), lixo (85 caves) e pichação (75 caves) (Figura 3). Ao avaliar a frequência na ocorrência desses impactos para os diferentes cenários, observou-se que existem variações nas proporções dos impactos tanto para litologias, quanto para biomas e ecoregiões. Considerando apenas as cavernas carbonáticas, os impactos mais recorrentes foram desmatamento (94.1%), vias de acesso (54.9%), atividades agropastoris (51%), lixo (47.1%), pichação (43.1%) e compactação do solo (34.6%). Para as cavernas siliciclásticas os impactos mais frequentes foram vias de acesso (77.8%), desmatamento (61.1%), compactação do solo (30.6%), atividades agropastoris (19.4%), lixo (19.4%) e pichação (11.1%). Nas cavernas ferruginosas os impactos mais frequentes foram: vias de acesso (82.9%), desmatamento (68.3%), processo erosivo (41.5%), solo desnudo (39%), em área de mineração (36.6%) e atividades agropastoris (17.1%). Por fim, os impactos mais frequentes nas cavernas graníticas foram desmatamento (94.7%), vias de acesso (78.9%), atividades agropastoris (47.4%), lixo (31.6%), assoreamento da caverna (26.3%) e pichação (21.1%) (Figura 4).

The most frequent impacts were: deforestation (212 caves), access roads (161 caves), agropastoral activities (101 caves), littering (85 caves) and graffiti (75 caves) (Figure 3). When evaluating the frequency of occurrence of these impacts for the different scenarios, it was observed that there are variations in the proportions of impacts both for lithologies and for biomes and ecoregions. Considering only the carbonate caves, the most recurrent impacts were deforestation (94.1%), access roads (54.9%), agropastoral activities (51%), littering (47.1%), graffiti (43.1%) and soil compaction (34.6%). For siliciclastic caves, the most frequent impacts were access roads (77.8%), deforestation (61.1%), soil compaction (30.6%), agropastoral activities (19.4%), littering (19.4%) and graffiti (11.1%). In the ferruginous caves, the most frequent impacts were: access roads (82.9%), deforestation (68.3%), erosion (41.5%), bare soil (39%), inside a mining area (36.6%) and farming activities (17.1%). Finally, the most frequent impacts on granitic caves were deforestation (94.7%), access roads (78.9%), agropastoral activities (47.4%), littering (31.6%), cave siltation (26.3%) and graffiti (21.1%) (Figure 4).

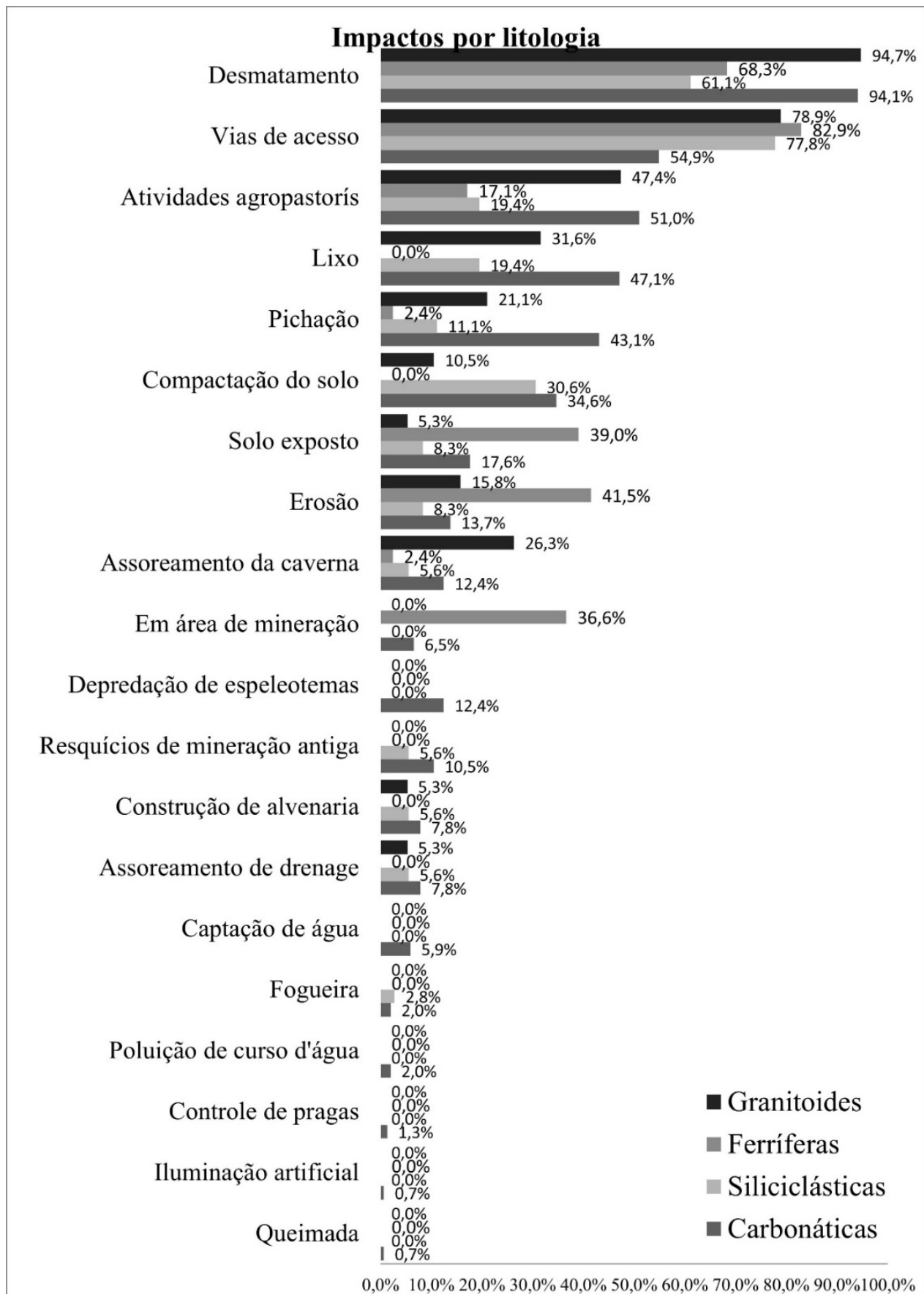


Figura 4 – Gráfico de barras ilustrando a frequência dos impactos registrados em cavernas de cada uma das litologias.

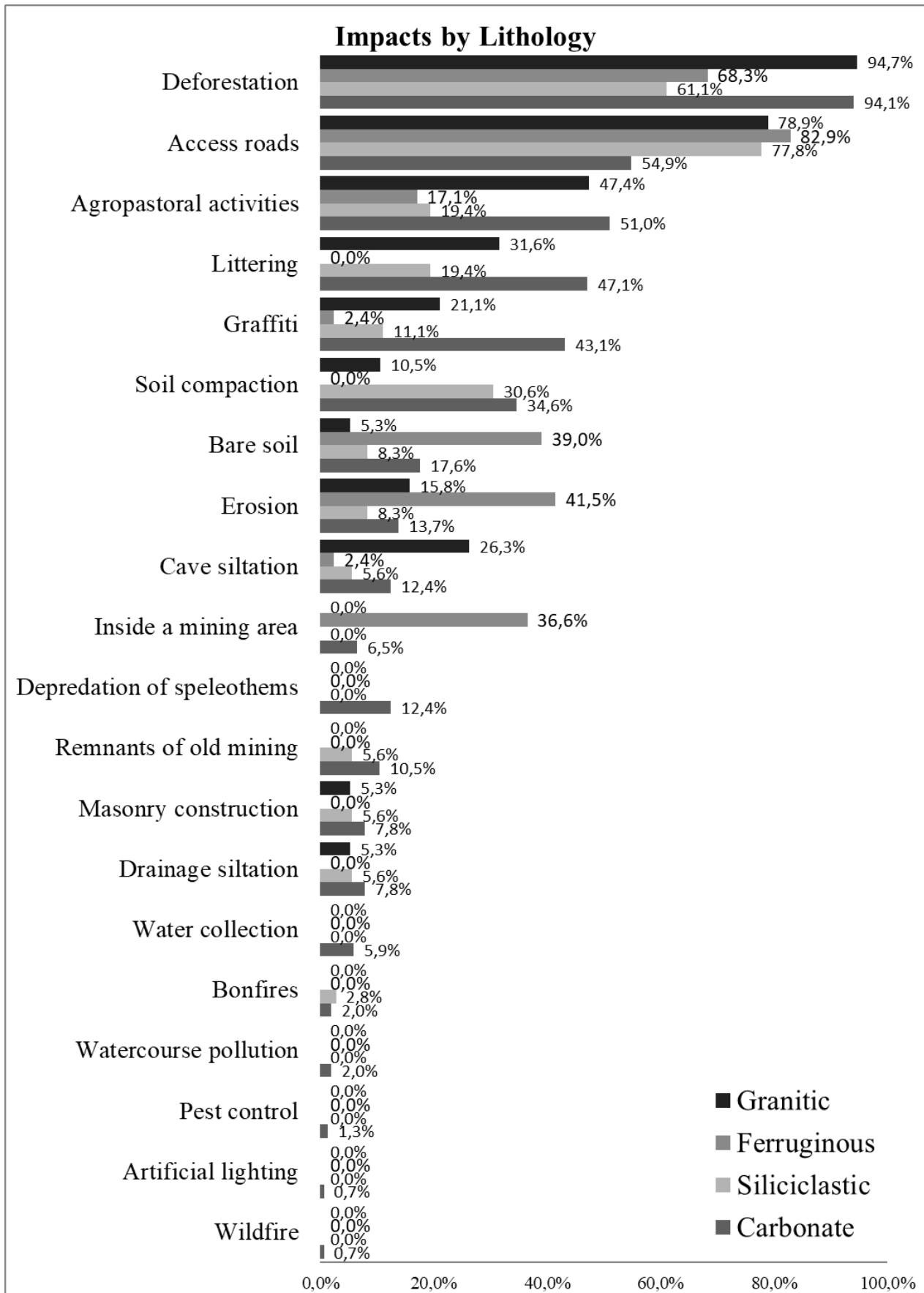


Figure 4 - Bar graph illustrating the frequency of impacts recorded in caves for each lithology.

Para as cavernas que ocorrem no bioma Cerrado, desmatamento foi o impacto mais frequente, ocorrendo em 89.8% das cavernas, seguido por vias de acesso (61,22%), atividades agropastoris (45.41%), lixo (38.78%), pichação (35.71%), compactação do solo (28.06%), solo desnudo (22.96%), erosão (19.9%) e em área de mineração (12.76%). Nas cavernas ocorrentes em Mata Atlântica, vias de acesso (77.36%) e desmatamento (67.92%) se alternam com relação ao Cerrado, mas continuam nas posições de maior frequência, seguidas por atividades agropastoris (22.64%), compactação do solo (20.75%), lixo (16.98%) e assoreamento (13.21%) (Figura 5).

For caves in the Cerrado biome, deforestation was the most frequent impact, occurring in 89.8% of the caves, followed by access roads (61.22%), agropastoral activities (45.41%), littering (38.78%), graffiti (35.71%), soil compaction (28.06%), bare soil (22.96%), erosion (19.9%) and mining (12.76%). In the caves that occur in the Atlantic Forest, access roads (77.36%) and deforestation (67.92%) alternate in relation to the Cerrado, but remain in the most frequent positions, followed by agropastoral activities (22.64%), soil compaction (20.75%), garbage (16.98%) and cave siltation (13.21%) (Figure 5).

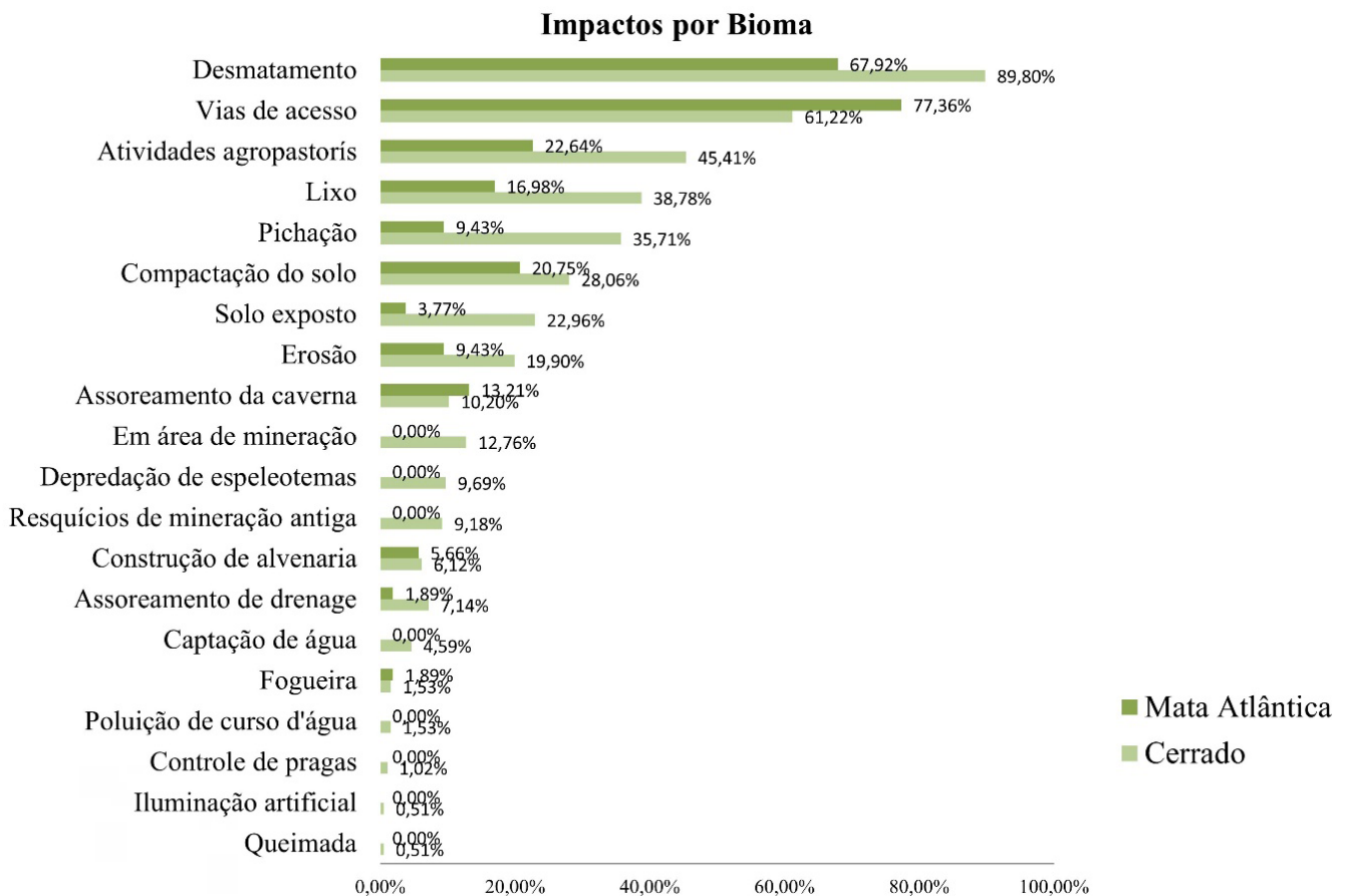


Figura 5 – Gráfico ilustrando a frequência dos impactos observados em cavernas ocorrentes nos Biomas Cerrado e Mata Atlântica.

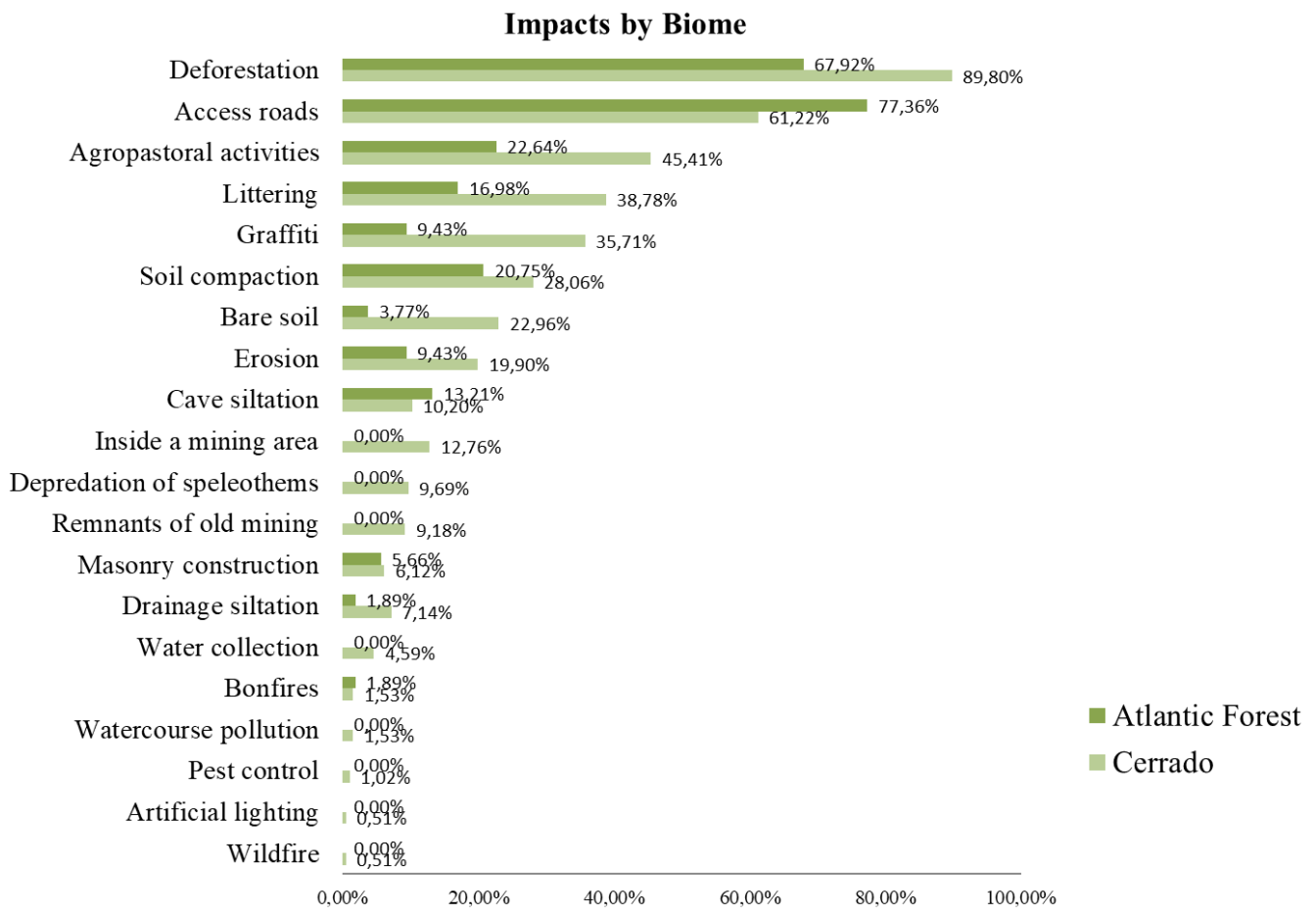


Figure 5 – Bar graph illustrating the frequency of impacts observed in caves in the Cerrado and Atlantic Forest Biomes.

Analisando os impactos em relação às ecorregiões, obteve-se que na ecorregião Atlantic Dry Forests o impacto desmatamento ocorreu em todas as cavernas, enquanto atividades agropastoris e lixo ocorreram em 81.25% das cavernas, pichação em 62.5%, resquícios de mineração em 50% e vias de acesso em 43.75% das cavernas. Na ecorregião Atlantic Forests mais uma vez os impactos mais frequentes foram desmatamento (79.01%) e vias de acesso (65.43%), seguidos lixo (29.63%), compactação do solo (27.16%), pichação (25.93%) e atividades agropastoris (24.69%). Por último, na ecorregião Cerrado Woodlands and Savannas, que apresentou a maior ocorrência de cavernas no estudo, obteve-se novamente desmatamento (86.84%) e

Analyzing the impacts in relation to the ecoregions, we found that in the Atlantic Dry Forests ecoregion the impact of deforestation occurred in all the caves, while agropastoral activities and littering occurred in 81.25% of the caves, graffiti in 62.5%, Remnants of old mining in 50% and access roads in 43.75%. In the Atlantic Forests ecoregion, once again the most frequent impacts were deforestation (79.01%) and access roads (65.43%), followed by littering (29.63%), soil compaction (27.16%), graffiti (25.93%) and agropastoral activities (24.69%). Finally, in the Cerrado Woodlands and Savannas ecoregion, which had the highest cave occurrence of the studied area, deforestation (86.84%) and access roads (66.45%) were once again the main impacts, followed by agropas-

vias de acesso (66.45%) como os impactos de destaque, seguidos por atividades agropastoris (44.74%), lixo (31.58%), pichação (28.95%) e solo desnudo (25.66%) (Figura 6).

total activities (44.74%), littering (31.58%), graffiti (28.95%) and bare soil (25.66%) (Figure 6).



Figura 6 – Gráfico ilustrando a frequência dos impactos observados em cavernas ocorrentes nas ecorregiões Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) and Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.).

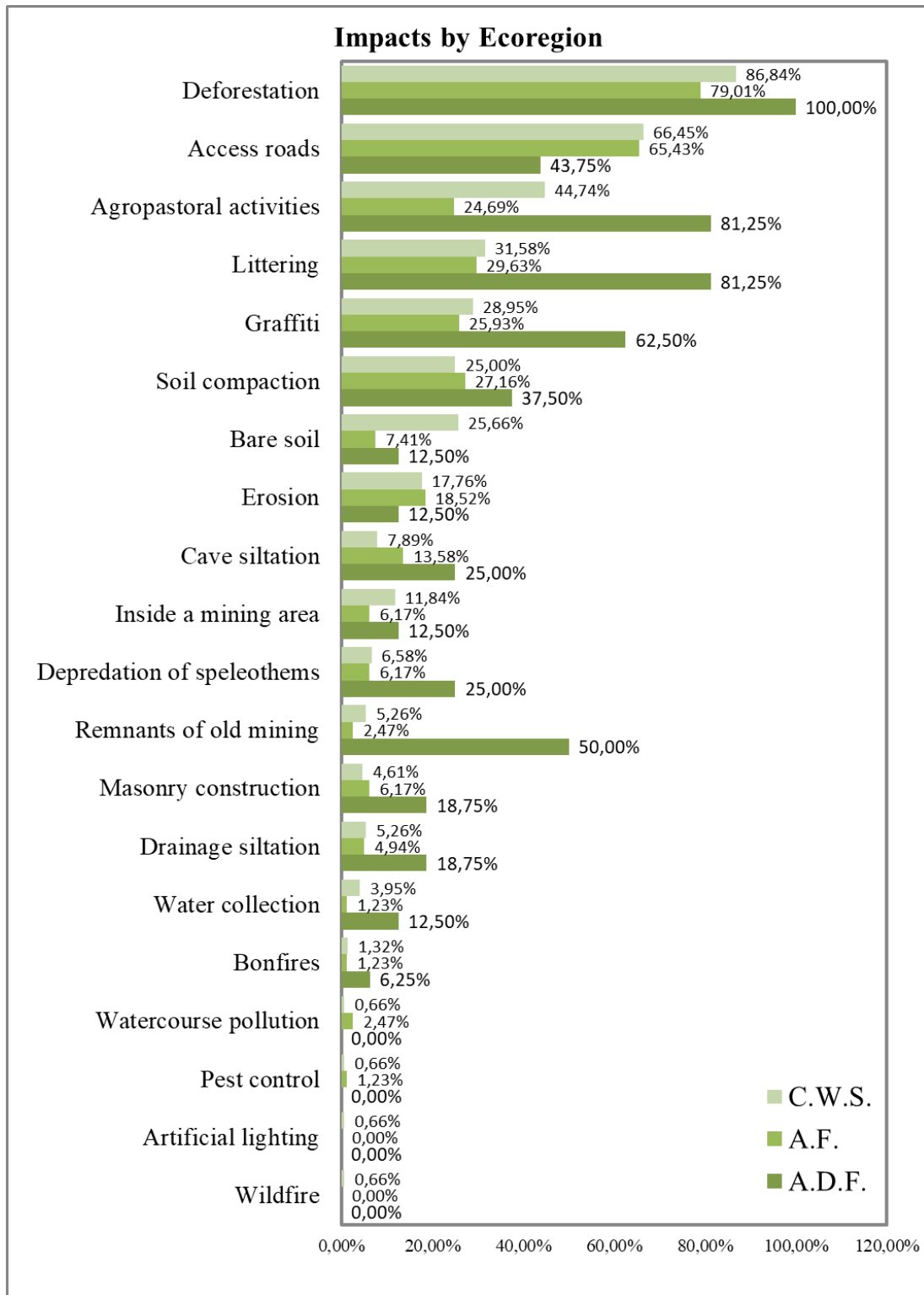


Figure 6 – Bar graph illustrating the impacts frequency observed in caves located in the Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) and Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.) ecoregions.

Como resultados da aplicação do CVi-m, considerando todas as cavernas do estudo em uma análise unificada, obtiveram-se dez cavernas de vulnerabilidade extrema. Todas essas cavernas são de litologia carbonática e ocorrem no bioma Cerrado. Em relação às ecorregiões, oito dessas ocorrem em Cerrado Woodlands and Savannas e duas ocorrem em Atlantic Dry Forests (Tabela 1). Essas dez cavernas representam 4.3% das cavernas inventariadas, nelas foram encontradas 712 espécies de invertebrados, ou seja, 16.6% da biodiversidade total encontrada no estudo. Em relação às espécies troglóbias, nessas dez cavernas ocorreram 47 das 190 espécies, o que representa 24.7% das espécies troglóbias do estudo.

Considerando os agrupamentos de cavernas que compartilham mesma litologia (carbonáticas, siliciclásticas, ferruginosas e granitoides), 28 cavernas se enquadraram em vulnerabilidade extrema, das quais onze são carbonáticas, três siliciclásticas, nove ferruginosas e cinco granitoides. Utilizando os agrupamentos por bioma, 17 cavernas foram consideradas de extrema vulnerabilidade (dez ocorrentes no bioma Cerrado e sete no bioma Mata Atlântica). Os agrupamentos formados pelas ecorregiões obtiveram o maior número de cavernas categorizadas como de extrema vulnerabilidade (31 cavernas), das quais seis pertencem à ecorregião Atlantic Dry Forests, 17 à Atlantic Forests e oito à Cerrado Woodlands and Savannas (Tabela 1). Considerar os cenários de maneira independente garantiu representatividade a todos os grupos dentre as cavernas prioritárias para conservação.

Considering all the caves in a unified analysis, the CVi-m application resulted in ten extremely vulnerable caves. All these caves are of carbonate lithology and are located in the Cerrado biome. In terms of ecoregions, eight of them occur in Cerrado Woodlands and Savannas and two occur in Atlantic Dry Forests (Table 1). These ten caves represent 4.3% of the inventoried caves, in which 712 species of invertebrates were found, i.e. 16.6% of the total biodiversity identified. With regard to troglobitic species, 47 of the 190 species were located in these ten caves, which represents 24.7% of the troglobitic species in the present work.

Analyzing the cave groupings that shared the same lithology (carbonate, siliciclastic, ferruginous and granitic), 28 caves were considered to be extremely vulnerable, and of which eleven are carbonate, three siliciclastic, nine ferruginous and five granitic. Using the biome groupings, 17 caves were considered to be extremely vulnerable (ten located in the Cerrado biome and seven in the Atlantic Forest biome). The ecoregion groupings obtained the highest number of caves categorized as extremely vulnerable (31 caves), of which six belong to the Atlantic Dry Forests ecoregion, 17 to the Atlantic Forests and eight to the Cerrado Woodlands and Savannas (Table 1). Considering the scenarios independently ensured that all the groups among the priority caves for conservation were representative.

Considerando a aplicação do CVi-m em grupos de cavernas distintos, de acordo com as características compartilhadas dentre os atributos de relevância ecológica (litologia, bioma e ecorregião), obtiveram-se 46 cavernas prioritárias para a conservação. Essas abrangem todas aquelas que atingiram vulnerabilidade extrema em ao menos um desses cenários de agrupamento. A maioria das 46 cavernas prioritárias para conservação apresentaram extrema vulnerabilidade em apenas um cenário de agrupamento (29 cavernas). Nessas 46 cavernas prioritárias para conservação, que representam 18.9% das cavernas inventariadas, ocorreram 1656 espécies de invertebrados, ou seja, 38.7% da biodiversidade total. Em relação às espécies troglóbias, nessas 46 cavernas ocorreram 104 espécies, o que representa 54.7% de todas as espécies troglóbias encontradas no estudo. Considerando os diferentes atributos de relevância ecológica, dez cavernas apresentaram extrema vulnerabilidade em todos os cenários. Essas dez cavernas são as mesmas classificadas como de extrema vulnerabilidade no cenário geral descrito acima, que considerou as 249 cavernas em conjunto (Tabela 1).

DISCUSSÃO

O presente trabalho demonstra a necessidade de se considerar em análises que buscam por prioridades para conservação e outras análises comparativas, os atributos que influenciam a ecologia das comunidades nos aspectos tomados como critérios. Demonstra-se que as riquezas apresentadas pelas cavernas de litologias, biomas e ecorregiões distintas, bem como os impactos que ocorrem sobre estas, não apresentam homogeneidade. O rearranjo da frequência dos impactos para cada um dos

Taken into account the CVi-m application in different cave groups, according to the characteristics shared among the ecological relevance attributes (lithology, biome and ecoregion), 46 priority caves for conservation were obtained. These include all those that have reached extreme vulnerability in at least one of these grouping scenarios. Most of the 46 priority caves for conservation showed extreme vulnerability in only one grouping scenario (29 caves). In these 46 priority caves, which represent 18.9% of the inventoried caves, 1656 invertebrates species occurred, or 38.7% of the total biodiversity. Regarding to troglobitic species, 104 species were found in these 46 caves, which represents 54.7% of all the troglobitic species identified. Considering the different ecological relevance attributes, ten caves showed extreme vulnerability in all scenarios. These ten caves are the same ones classified as extremely vulnerable in the general scenario described above, which considered all 249 caves together (Table 1).

DISCUSSION

This work demonstrates the need to consider the attributes that influence the ecology of communities in the aspects taken as criteria in analyses that seek priorities for conservation. It shows that the richness presented by caves from different lithologies, biomes and ecoregions, as well as the impacts that occur on them, are not homogeneous. The rearrangement of the impacts frequency for each of the groupings shows different levels of interaction and anthropic use for each scenario. This demonstrates the need to implement control measures aimed at

agrupamentos demonstra diferentes níveis de interação e uso antrópico para cada cenário. Isso demonstra a necessidade da implementação de medidas de controle direcionadas a cada cenário em particular. Para a conservação da biodiversidade, de fato, a análise das cavernas de maneira unificada aponta como prioridades cavernas inseridas em cenários cujos atributos de relevância ecológica favorecem maiores riquezas de espécies total e troglóbias. Ao mesmo tempo, as cavernas elencadas na análise geral não deixam de ser prioritárias nas demais análises que consideram os cenários de forma individualizada. Portanto, observa-se que as cavernas que são prioritárias no cenário geral, de fato merecem destaque para a conservação da biodiversidade. Entretanto, não englobam representatividade para todos os atributos, demonstrando a necessidade de objetivos claros de conservação antes da aplicação dos índices. Mesmo se todas as cavernas elencadas como prioritárias fossem conservadas não seriam suficientes para resguardar todas as espécies troglóbias, tão pouco as não troglóbias. Isso corrobora o elevado turnover e elevada taxa de endemismo das comunidades subterrâneas (MELEG *et al.*, 2013; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2015). Sendo assim, demonstra-se a necessidade de que as estratégias para conservação dos ecossistemas subterrâneos sejam o mais abrangentes possível.

É de amplo conhecimento que ecossistemas distintos, devido às suas peculiaridades diversas, comportam diferente número de espécies, bem como, são colonizados por espécies distintas (CLEMENTS, 1936; COX; MOORE; LADLE, 2016; GASTON, 2000). Como se percebe, nos ecossistemas subterrâneos isso também é um fato.

*each particular scenario. For biodiversity conservation, in fact, the analysis of the caves as a whole points to the priority of caves inserted in scenarios whose ecologically relevant attributes favor greater total and troglobitic species richness. At the same time, the caves listed in the general analysis do not cease to be priorities in the other analyses that consider the scenarios individually. Therefore, it can be seen that the caves that are priorities in the general scenario do indeed deserve to be highlighted for biodiversity conservation. However, they are not representative of all the attributes, demonstrating the need for clear conservation objectives before applying the indices. Even if all the caves listed as priorities were conserved, they wouldn't be enough to protect all the troglobitic species, nor the non-troglobitic ones. Which corroborates the high turnover and high rate of endemism of subterranean communities (MELEG *et al.*, 2013; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2015). This demonstrates the need for strategies to conserve subterranean ecosystems to be as comprehensive as possible.*

It is widely known that different ecosystems, due to their distinct peculiarities, contain different numbers of species, and are colonized by different species (CLEMENTS, 1936; COX; MOORE; LADLE, 2016; GASTON, 2000). As it can be seen, this is also true for subterranean ecosystems. As shown in other studies, lithology has influenced both troglobitic and non-troglobitic species richness (SOUZA-SILVA; INIESTA; FERREIRA, 2020; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). Carbonate caves stood out in this scenario. This is to be expected, since they are generally larger, which favors colonization by a greater number of species and, at the same time, provides isolated microhabitats that are favorable for the occurrence of troglobitic species (MENDES RABELO; SOUZA-SILVA; LOPES FERREIRA, 2020; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA,

Assim como demonstrado em outros trabalhos, a litologia apresentou influências tanto sobre a riqueza de espécies troglóbias, quanto de não troglóbias (SOUZA-SILVA; INIESTA; FERREIRA, 2020; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). As cavernas carbonáticas foram destaque nesse cenário. Fato esperado, uma vez que no geral são maiores, o que favorece a colonização por maior número de espécies e, ao mesmo tempo, propicia a ocorrência de micro-habitats isolados, favoráveis à ocorrência de espécies troglóbias (MENDES RABELO; SOUZA-SILVA; LOPES FERREIRA, 2020; SIMÕES; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2015; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). Os diferentes biomas também apresentaram riquezas médias distintas tanto para a comunidade total de invertebrados, quanto para as espécies troglóbias, sendo o Cerrado o bioma de destaque. Sabe-se que o Cerrado é a savana mais rica do planeta (CARDOSO DA SILVA; BATES, 2002), porém, não supera o bioma Mata Atlântica em número de espécies conhecidas (RIBEIRO *et al.*, 2011). Portanto, a diferença observada na riqueza das cavernas provavelmente não está ligada ao pool de espécies regional, mas sim, às peculiaridades dos ecossistemas subterrâneos. Uma característica marcante das cavernas como habitat é a estabilidade climática. Em geral as cavernas apresentam umidade elevada e temperatura sem grandes oscilações, estando próximas às médias observadas para os habitats epígeos adjacentes (BADINO, 2010; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2018). Levando em consideração que as savanas apresentam dinâmicas hídricas e sazonalidades mais severas que florestas tropicais (WOODWARD; LOMAS; KELLY, 2004), supõe-se que a estabilidade climática das cavernas no Cerrado seja mais atrativa que na Mata Atlântica. Sendo assim, é justificável que as cavernas do Cerrado

2015; SOUZA-SILVA; MARTINS; FERREIRA, 2011). *The different biomes also showed different average richness for both the total invertebrate community and the troglobitic species, with the Cerrado biome standing out. It is known that the Cerrado is the richest savannah on the planet (CARDOSO DA SILVA; BATES, 2002), but it does not surpass the Atlantic Forest biome in terms of the number of known species (RIBEIRO et al., 2011). Therefore, the difference observed in the caves richness is probably not linked to the regional species pool, but rather to the peculiarities of subterranean ecosystems. A striking feature of caves as a habitat is their climatic stability. In general, caves have high humidity and temperatures that do not fluctuate greatly, being close to the averages observed for adjacent epigeal habitats (BADINO, 2010; SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ et al., 2018). Taking into account that savannas have more severe water dynamics and seasonality than tropical forests (WOODWARD; LOMAS; KELLY, 2004), it is assumed that the climatic stability of caves in the Cerrado is more attractive than in the Atlantic Forest. It is therefore justifiable that Cerrado caves have a higher average species richness than caves in the Atlantic Forest. The same assumption can be made for ecoregions, since the boundaries proposed for these take into account the biomes, as well as the known distribution of flora and fauna species (OLSON et al., 2001).*

In applying the legal criteria for defining the relevance of caves, richness is an important factor. The legislation considers lithology as a preponderant factor for comparing caves, but disregards other relevant factors, such as those demonstrated here (BRASIL, 2008; MMA, 2017). With regard to the local scenario, which considers caves in the same geomorphological unit, these factors may be irrelevant as it is generally a continuous landscape.

apresentem maior média de riqueza de espécies que as cavernas da mata Atlântica. Para as ecorregiões, pode-se adotar a mesma suposição, uma vez que os limites propostos para estas levam em consideração os biomas, além da conhecida distribuição de espécies da flora e da fauna (OLSON *et al.*, 2001).

Para a aplicação dos critérios legais de definição de relevância de cavidades a riqueza é um fator importante. A legislação considera a litologia como fator preponderante para comparação entre cavidades, porém desconsidera outros fatores relevantes, como os aqui demonstrados (BRASIL, 2008; MMA, 2017). Com relação ao cenário local, que considera cavernas de uma mesma unidade geomorfológica, estes fatores podem ser irrelevantes por se tratar, em geral, de um contínuo de paisagem. Entretanto, ao considerar comparações em cenários regionais, esses atributos podem sim trazer vieses de comparação.

Ao avaliar a frequência dos impactos observa-se que, em todos os cenários, desmatamento e presença de vias de acesso (estradas) estão entre os mais frequentes. Em ambientes subterrâneos, a ausência de luz impede o estabelecimento de organismos fotossintetizantes, portanto, a estruturação das comunidades cavernícolas é dependente de recursos orgânicos de origem alóctone (CULVER; PIPAN, 2009). Nesta perspectiva, o desmatamento impacta diretamente as comunidades cavernícolas, uma vez que altera a disponibilidade de recursos no ambiente epígeo, que consequentemente reflete na disponibilidade dos recursos no ambiente hipógeo (PELLEGRINI; FERREIRA, 2016; SCHNEIDER; CHRISTMAN; FAGAN, 2011). As vias de acesso são portas de entrada para diversos outros impactos, uma vez

However, when considering regional scenarios, these attributes can lead to comparison biases.

When evaluating the frequency of impacts, it can be seen that, in all scenarios, deforestation and the presence of access roads are among the most frequent. In subterranean environments, the absence of light prevents the development of photosynthesizing organisms, so the structuring of cave communities is dependent on organic resources of allochthonous origin (CULVER; PIPAN, 2009). From this perspective, deforestation directly impacts cave communities, as it alters the availability of resources in the epigeal environment, which consequently reflects on the availability of resources in the hypogean environment (PELLEGRINI; FERREIRA, 2016; SCHNEIDER; CHRISTMAN; FAGAN, 2011). Access roads are gateways to various other impacts, as they allow humans and equipment to arrive, facilitating anthropogenic interventions. Farming practices were also observed with great frequency in the immediate surroundings of the caves. The implementation of these activities reduces the heterogeneity of the surrounding matrix, decreasing the diversity of species and is also a gateway for the use of pest controllers and fertilizers (ADLER; RAFF; LAUENROTH, 2001; KOLBEK; ALVES, 2008; NEILL; GUTIÉRREZ; ALEY, 2004; PARISE; PASCALI, 2003).

*As demonstrated by the three most observed impacts, the fragmentation of the landscape around the caves has been a real and frequent threat to these ecosystems. This high rate of habitat replacement, combined with the high biodiversity observed, corroborates the fact that all the caves in the study belong to regions considered hotspots for biodiversity conservation (MYERS *et al.*, 2000). Bringing this to the practical reality applicable to the study area, there is an inefficiency in the legal*

que propiciam a chegada do homem e de equipamentos, facilitando intervenções antrópicas. Práticas agropastoris também foram observadas com grande frequência no entorno imediato das cavernas. A implementação dessas atividades, reduz a heterogeneidade da matriz circundante, diminuindo a diversidade de espécies e, ainda, é porta de entrada para a utilização de controladores de pragas e fertilizantes (ADLER; RAFF; LAUENROTH, 2001; KOLBEK; ALVES, 2008; NEILL; GUTIÉRREZ; ALEY, 2004; PARISE; PASCALI, 2003).

Como demonstrado pelos três impactos mais observados, a fragmentação da paisagem no entorno das cavernas tem sido uma ameaça real e frequente a esses ecossistemas. Essa elevada taxa de substituição do habitat combinada à elevada biodiversidade observada, corrobora com o fato de todas as cavernas do estudo pertencerem a regiões consideradas hotspots para conservação da biodiversidade (MYERS *et al.*, 2000). Trazendo para a realidade prática e aplicável à área do estudo, observa-se ineficiência dos mecanismos legais de fiscalização dos impactos às cavernas. A legislação brasileira, no que diz respeito ao patrimônio espeleológico, é uma das mais complexas do mundo, mas não tem sido respeitada (AULER, A S; PILÓ, 2015; CONAMA, 2004). Segundo a legislação, quaisquer atividades potencialmente impactantes ao patrimônio espeleológico devem passar por rigorosos estudos considerando aspectos biológicos, paleontológicos geológicos, arqueológicos e histórico-culturais (BRASIL, 2008; MMA, 2017). Deve-se também preservar a área de entorno das cavernas de modo a garantir a manutenção de suas características físicas e bióticas (BRASIL, 2008). A legislação prevê um raio e influência inicial a ser conservado de 250m acrescidos ao perímetro de desenvolvimento da caverna,

mechanisms for monitoring impacts on caves. Brazilian legislation on speleological heritage is one of the most complex in the world, nevertheless it has not been respected (AULER, A S; PILÓ, 2015; CONAMA, 2004). According to the legislation, any activities with a potential impact on speleological heritage must undergo rigorous studies considering biological, paleontological, geological, archaeological and historical-cultural aspects (BRASIL, 2008; MMA, 2017). The area surrounding the caves must also be preserved in order to guarantee the maintenance of their biotic and abiotic characteristics (BRASIL, 2008). The legislation determines the preservation of an initial 250 m influence radius in addition to the cave's development perimeter, until specific studies are carried out (CONAMA, 2004). As demonstrated by the impact assessment, the minimum influence radius has not been respected.

*Caves with ferruginous lithology stood out in relation to the impacts of erosion and bare soil. In addition to altering the availability of organic resources inside the caves, erosion and soil exposure alters the water infiltration rate, which can compromise the subterranean water availability, altering the habitat viability for the occurrence and reproduction of various species (CHIAVAZZO *et al.*, 2015; LANGER, 2001).*

*Impacts linked to the direct use of the caves were also observed, such as the presence of garbage, graffiti and soil compaction, which together with the depredation of speleothems constitute impacts associated with visitation (LOBO, 2006; PIANO *et al.*, 2022). Carbonate caves showed the highest frequency of these impacts. Caves of this lithology generally attract more visitors, since when compared to caves of other lithologies, they generally stand out in terms of size and ornamentation (AULER, AUGUSTO S, 2019; LOBO; PERINOTTO;*

até que estudos específicos sejam realizados (CONAMA, 2004). Como demonstrado pela avaliação de impactos, o raio de influência mínimo não tem sido respeitado.

As cavernas de litologia ferruginosa se destacaram em relação aos impactos de erosão e solo desnudo. A erosão e exposição do solo, além de alterar a disponibilidade de recursos orgânicos no interior das cavernas, altera a taxa de infiltração de água no solo, que pode comprometer a disponibilidade de água no subterrâneo, alterando a viabilidade do habitat para ocorrência e reprodução de diversas espécies (CHIAVAZZO *et al.*, 2015; LANGER, 2001).

Impactos ligados ao uso direto das cavernas também foram observados como: presença de lixo, pichação e compactação do solo, que junto à depredação de espeleotemas constituem impactos associados à visitação (LOBO, 2006; PIANO *et al.*, 2022). Cavernas carbonáticas foram as que apresentaram maior frequência desses impactos. Cavernas dessa litologia, em geral, atraem mais visitantes, uma vez que quando comparadas a cavernas de outras litologias, geralmente se destacam em tamanho e ornamenta o (AULER, AUGUSTO S, 2019; LOBO; PERINOTTO; BOGGIANI, 2008). Entretanto,   importante salientar que existem inúmeras cavernas turísticas que se desenvolvem em rochas não carbonáticas, inclusive dentre as cavernas inventariadas nesse estudo (e.g.: Monte Cristo e Salitre – Diamantina – MG). Entretanto, a maior parte das cavernas onde os impactos de visita o foram registrados não são consideradas turísticas. A fim de minimizar o impacto de visita o nesses casos, que demonstraram ser os mais corriqueiros no cenário atual, faz-se necessário implementar educa o ambiental

*BOGGIANI, 2008). However, it's important to note that there are numerous tourist caves that develop in non-carbonate rocks, including among the caves inventoried in this study (e.g.: Monte Cristo and Salitre - Diamantina - MG). However, most of the caves where visitor impacts were recorded are not considered tourist caves. In order to minimize visitation impact in these cases, which have proven to be the most common in the current scenario, it is necessary to implement environmental education focused on speleological heritage in communities living in areas where caves occur. Several researchers involved in this subject have promoted basic education with booklets, cordel literature methods and various materials (BENTO *et al.*, 2022; CUSTÓDIO *et al.*, 2013; DONATO *et al.*, 2018; FERREIRA; GOMES; SILVA, 2008). For this material to be effective, it is necessary to train local education professionals in the proper use and technical information about the elements and landscapes that make up karst.*

Given the great biodiversity found in Neotropical caves and the frequent impacts they have suffered, there is a growing need to implement conservation measures. Current legislation enables, among the speleological compensation measures for irreversible impacts on caves, the allocation of funds for the creation of speleological heritage protection areas (MMA, 2017). To help plan these areas, it is important to consider attributes of ecological relevance (lithology, biomes and ecoregions) to ensure that attributes similar to those of the impacted cave are included among the priorities for conservation. However, for conservation scenarios that prioritize biodiversity simply in terms of the number of species, caves that share ecologically relevant attributes favorable to the richness of troglobitic and non-troglobitic species would be the main targets. The caves considered

voltada ao patrimônio espeleológico nas comunidades residentes em áreas com ocorrência de cavernas. Diversos pesquisadores envolvidos nessa temática têm fomentado o ensino de base com cartilhas, cordéis, métodos e materiais diversos (BENTO *et al.*, 2022; CUSTÓDIO *et al.*, 2013; DONATO *et al.*, 2018; FERREIRA; GOMES; SILVA, 2008). Para que esse material tenha efetividade, é necessário capacitar os profissionais locais, que atuam na educação, quanto ao uso adequado e informações técnicas sobre os elementos e paisagens que compõem o carste.

Mediante à grande biodiversidade observada nas cavernas neotropicais e os frequentes impactos que têm sofrido, é crescente a necessidade de implementação de medidas de conservação. A legislação atual prevê, dentre as medidas de compensação espeleológica para impactos irreversíveis em cavernas, a destinação de verba para a criação de áreas de proteção ao patrimônio espeleológico (MMA, 2017). Como demonstrado, para auxiliar no planejamento dessas áreas, é importante considerar atributos de relevância ecológica (litologia, biomas e ecorregiões) para garantir que atributos semelhantes ao da caverna impactada sejam inclusos dentre as prioridades para conservação. Entretanto, para cenários de conservação que priorizam a biodiversidade pensando simplesmente em número de espécies, cavernas que compartilham atributos de relevância ecológica favoráveis às riquezas de espécies troglóbias e não troglóbias seriam os alvos principais. As cavernas consideradas prioritárias no cenário geral (considerando todas as cavernas em análise única) se destacam também nos subgrupos de mesmos atributos de relevância ecológica. Essas cavernas abrangeram praticamente um quarto das espécies troglóbias do estudo e um sexto das espé-

priorities in the overall scenario (considering all the caves in a single analysis) also stand out in the subgroups with the same ecologically relevant attributes. These caves covered almost a quarter of the troglobitic species in the study and a sixth of the total species. Although caves that share ecologically relevant attributes favorable to species richness are privileged when it comes to targeting conservation measures, from the point of view of their efficiency in conserving biodiversity, they do deserve to be highlighted.

*The conservation of speleological heritage has been on the agenda in various regions of the world and uses different methodologies to list its priorities (BORGES *et al.*, 2012; NITZU *et al.*, 2018; RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2005). In most cases, when it comes to conserving the biodiversity of subterranean ecosystems, the main focus is on troglobitic species (BORGES *et al.*, 2012; DELIĆ *et al.*, 2017; NITZU *et al.*, 2018). In fact, troglobitic species deserve extra attention, since they have a high degree of endemism (CHRISTMAN *et al.*, 2005; CULVER *et al.*, 2003). These species generally occur in a few, or even a single cave, where their actual distribution may still be restricted to specific microhabitats (DELIĆ *et al.*, 2017; HARRIES *et al.*, 2019). This means that a large number of troglobitic species are threatened with extinction (DELIĆ *et al.*, 2017). Therefore, in scenarios where conservation measures will encompass a small number of caves, caution should be exercised when considering ecologically relevant attributes. Considering them results in the importance of endemic species being diluted in a scenario with a greater number of priority caves. From the point of view of conserving subterranean biodiversity, it is essential to consider the maximum weight of troglobitic species, since they are generally threatened. For*

cies totais. Por mais que cavernas que compartilham atributos de relevância ecológica favoráveis às riquezas de espécies sejam privilegiadas no direcionamento de medidas de conservação, do ponto de vista de eficiência para conservação da biodiversidade, de fato, merecem destaque.

A conservação do patrimônio espeleológico tem sido pauta em diversas regiões do mundo e utiliza de metodologias diversas para elencar suas prioridades (BORGES *et al.*, 2012; NITZU *et al.*, 2018; RABELO; SOUZA-SILVA; FERREIRA, 2018; VAN BEYNEN; TOWNSEND, 2005). Na maioria dos casos, quando se refere à conservação da biodiversidade dos ecossistemas subterrâneos, o enfoque principal é dado às espécies troglóbias (BORGES *et al.*, 2012; DELIĆ *et al.*, 2017; NITZU *et al.*, 2018). De fato, as espécies troglóbias merecem atenção redobrada, uma vez que apresentam elevado grau de endemismo (CHRISTMAN *et al.*, 2005; CULVER *et al.*, 2003). Essas espécies ocorrem geralmente em poucas, ou até mesmo em uma única caverna, onde sua distribuição real pode ser, ainda, restrita a micro-habitats específicos (DELIĆ *et al.*, 2017; HARRIES *et al.*, 2019). Isso faz com que grande parte das espécies troglóbias se enquadrem como ameaçadas de extinção (DELIĆ *et al.*, 2017). Sendo assim, em cenários que as medidas de conservação englobarão um número pequeno de cavernas, deve-se ter cautela na consideração dos atributos de relevância ecológica. Considerá-los resulta na diluição da importância das espécies endêmicas num cenário de maior número de cavernas prioritárias. Do ponto de vista de conservação da biodiversidade subterrânea, é fundamental considerar o peso máximo das espécies troglóbias, uma vez que em geral são ameaçadas. Para cenários de conservação mais adequados quanto à heterogeneidade, além da

conservation scenarios that are more appropriate in terms of heterogeneity, in addition to taking into account the attributes of ecological relevance, it is necessary to integrate different areas (e.g.: biology, archaeology, geology and historical-cultural), where conservation priorities should result from the overlapping of various analyses with different perspectives (CROFTS, 2019). In this way, it adds to biodiversity conservation, as well as to the conservation of various attributes relevant to other areas.

As it can be seen, there is a need to increase vigilance in terms of cave conservation. Despite the existence of specific legislation, various activities impacting on speleological heritage have gone unnoticed. In order to improve knowledge and monitoring by the various actors, there is a need to incorporate speleology into other related themes, bringing diversity to the legal framework that encompasses caves. Examples include the current Forest Code, which makes no mention of subterranean natural caves or any other speleological feature (BRASIL, 2012). There is also the Rural Environmental Registry (Cadastro Ambiental Rural - CAR), approved by the Ministry of the Environment in 2014 with the aim of integrating environmental information from rural properties, which also ignores the occurrence of caves on properties (MMA, 2014). The inclusion of the speleological theme in these other legal tools could expand knowledge of the speleological heritage by simply registering caves that are still unknown, as well as preventing deforestation near the entrances.

consideração dos atributos de relevância ecológica, é necessário que haja integração de diversas áreas (e.g.: biologia, arqueologia, geologia e histórico-cultural), onde as prioridades para conservação devam resultar da sobreposição de diversas análises com diferentes perspectivas (CROFTS, 2019). Dessa maneira, agrega-se para conservação da biodiversidade, bem como para a conservação de diversos atributos relevantes às demais áreas.

Como percebido, é necessário aumentar a vigilância quanto à conservação das cavernas. Apesar da existência de legislação específica, diversas atividades impactantes ao patrimônio espeleológico têm passado despercebidas. A fim de melhorar o conhecimento e a fiscalização pelos diversos atores, percebe-se a necessidade de incorporar a temática espeleológica a outras temáticas relacionadas, trazendo diversidade ao arcabouço legal que engloba as cavernas. Como exemplos podemos citar o atual Código Florestal que se quer menciona cavidades naturais subterrâneas ou qualquer outra feição espeleológica (BRASIL, 2012). Temos também o Cadastro Ambiental Rural – CAR, chancelado pelo Ministério do Meio Ambiente em 2014 com a finalidade de integrar informações ambientais de propriedades rurais, que também despreza a ocorrência de cavernas nas propriedades (MMA, 2014) . A inclusão da temática espeleológica nessas outras ferramentas legais pode ampliar o conhecimento do patrimônio espeleológico pelo simples cadastramento de cavernas ainda desconhecidas, bem como evitar o desmatamento nas proximidades das entradas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

ADLER, P.; RAFF, D.; LAUENROTH, W. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecologia*, v. 128, n. 4, p. 465–479, 2001.

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.

AULER, A S; PILÓ, L. B. Caves and Mining in Brazil: The Dilemma of Cave Preservation Within a Mining Context. In: AMDREO, B. *et al.* (Org.). . *Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems*. 1. ed. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2015. p. 487–496.

AULER, AUGUSTO S. As Regiões Espeleológicas do Brasil. In: RUBBIOLI, E. *et al.* (Org.). . *Cavernas - Atlas do Brasil Subterrâneo*. Brasília, Brasil: ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2019. p. 13–52.

BACON, F. Human Impacts and Environmental Rehabilitation. In: FORD, D.; WILLIAMS, P. (Org.). . *Karst Hydrogeology and Geomorphology*. 2. ed. The Atrium, Southern Gate, Chichester, West: John Wiley & Sons, 2007. p. 471–504.

BADINO, G. Underground Meteorology - "What ' S the Weather Underground ?" Podzemna Meteorologija : " Kaksno Je Vreme V Podzemlju ?" *Acta Carsologica*, v. 39, n. 3, p. 427–448, 2010.

BENTO, D. DE MEDEIROS *et al.* *Vida nas CaveRNas*. Brasília/DF, Brasil: Instituto Chico Mendes de conservação da Biodiversidade, Diretoria de Pesquisa, Avaliação e Monitoramento da Biodiversidade, Centro Nacional de Pesquisa e Conervação de Cavernas, 2022. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cecav/images/stories/publicacoes/Cartilha_Vida_nas_CaveRNas_Digital_IYCK2021.pdf>.

BIONDIC, R. *et al.* *Life and water on karst*. Ljubljana: Založba ZRC, 2015.

BLAMONT, J. A roadmap to cave dwelling on the Moon and Mars. *Advances in Space Research*, v. 54, n. 10, p. 2140–2149, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2014.08.019>>.

BORGES, P. A. V *et al.* Volcanic caves: Priorities for conserving the Azorean endemic troglobiont species. *International Journal of Speleology*, v. 41, n. 1, p. 101–112, 2012.

BRASIL. *Decreto No 6.640, de 07 de novembro de 2008*. . Brasil: Diário Oficial da União. , 2008

BRASIL. *Lei No 12.651, de 25 de maio de 2012*. . Brasília, Brasil: Diário Oficial da União. , 2012

CARDOSO DA SILVA, J. M.; BATES, J. M. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience*, v. 52, n. 3, p. 225, 2002.

- CARVALHO GUERRA, L. C. Potencial Biotecnológico De Bactérias Cultiváveis Obtidas a Partir Da Gruta Martimiano Ii, Parque Estadual Do Ibitipoca – Mg. *Revista Brasileira de Espeleologia - RBEsp*, p. 62–86, 2022. Disponível em: <<https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/rebe/article/view/2318/1410>>.
- CHAPE, S. *et al.* Measuring the Extent and Effectiveness of Protected Areas as an Indicator for Meeting Global Biodiversity Targets. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, v. 360, n. 1454, p. 443–455, 2005.
- CHIAVAZZO, E. *et al.* Cave spiders choose optimal environmental factors with respect to the generated entropy when laying their cocoon. *Scientific Reports*, v. 5, n. January, 2015.
- CHRISTMAN, M. C. *et al.* Patterns of endemism of the eastern North American cave fauna. *Journal of Biogeography*, v. 32, n. 8, p. 1441–1452, 2005. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2699.2005.01263.x>>.
- CLEMENTS, B. Y. F. E. Nature and Structure of the Climax. *Journal of ecology*, v. 24, n. 1, p. 252–284, 1936.
- COLUMBU, A. *et al.* Stalagmites: from Science Application to Museumization. *Geoheritage*, v. 13, n. 2, p. 1–11, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12371-021-00573-9>>.
- CONAMA, C. N. DO M. A.-. *Resolução CONAMA No 347, de 10 de setembro de 2004.* . Brasil: Diário oficial da união - Edição 176. , 2004
- COX, C. B.; MOORE, P. D.; LADLE, R. J. *Biogeography an Ecological and Evolutionary Approach*. 9. ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2016.
- CROFTS, R. Linking geoconservation with biodiversity conservation in protected areas. *International Journal of Geoheritage and Parks*, p. 13, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.019>>.
- CRUTZEN, P. J. Geology of mankind. *Nature*, v. 415, n. 6867, p. 23, 2002.
- CULVER, D. C. *et al.* The North American obligate cave fauna : regional patterns. *Biodiversity and Conservation*, v. 12, p. 441–468, 2003.
- CULVER, D. C.; PIPAN, T. The subterranean domain. In: CULVER, D. C.; PIPAN, T. (Org.). . *The biology of caves an other subterranean habitats*. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2009. p. 1–22.
- CUSTÓDIO, R. P. *et al.* The virtual tourism in caves as a didatic-inclusive instrument. *Nature and Conservation*, v. 6, n. 2, p. 70–84, 2013.
- DELIĆ, T. *et al.* The importance of naming cryptic species and the conservation of endemic subterranean amphipods. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, 1 dez. 2017.

DONATO, C. R. *et al.* *Protegendo as cavernas do Brasil*. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, 2018.

FERREIRA, R. L.; GOMES, F. T. M. C.; SILVA, M. S. USE OF THE BOOKLET "ADVENTURE OF LIFE IN CAVES" AS AN EDUCATIONAL TOOL IN ACTIVITIES FOR TOURISM IN KARST REGIONS. *Pesquisa em Turismo e Paisagens Cársticas*, v. 1, n. 2, p. 145–164, 2008.

GASTON, K. J. Global patterns in biodiversity. *Nature*, v. 405, n. 6783, p. 220–7, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10821282>>.

HARRIES, D. *et al.* The world ' s largest known subterranean fish : a discovery in Meghalaya (NE India) of a cave-adapted fish related to the Golden Mahseer , Tor putitora The world ' s largest known subterranean fish : a discovery in Meghalaya (NE India) of a cave-adapt. *Cave and Karst Science*, v. 46, n. 3, p. 121–126, 2019.

IUCN STANDARDS AND PETITIONS SUBCOMMITTEE. *Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 13*. [S.l.]: IUCN, 2017. Disponível em: <<http://www.iucnredlist.org/documents/RedListGuidelines.pdf>>.

KOLBEK, J.; ALVES, R. J. V. Impacts of cattle, fire and wind in rocky savannas, southeastern Brazil. *Acta Universitatis Carolinae, Environmentalica*, v. 22, n. 1–2, p. 111–130, 2008.

KUNZ, T. H. *et al.* Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1223, n. 1, p. 1–38, 2011. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.2011.06004.x>>.

LANGER, W. H. *Potential environmental impacts of quarrying stone in karst—A literature review*. US Geological Survey. [S.l.: s.n.], 2001. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Potential+Environmental+Impacts+of+Quarrying+Stone+in+Karst-#0>>.

LAURANCE, W. F. The Anthropocene. *Current Biology*, v. 29, p. 953–954, 2019.

LAURITZEN, S. E.; LUNDBERG, J. Speleothems and climate: A special issue of The Holocene. *Holocene*, v. 9, n. 6, p. 643–647, 1999.

LECHLEITNER, F. A. *et al.* The Potential of Speleothems from Western Europe as Recorders of Regional Climate: A Critical Assessment of the SISAL Database. *Quaternary*, v. 1, n. 3, p. 30, 2018.

LÉVEILLÉ, R. J.; DATTA, S. Lava tubes and basaltic caves as astrobiological targets on Earth and Mars: A review. *Planetary and Space Science*, v. 58, n. 4, p. 592–598, 2010.

LOBO, H. A. S. Caracterização dos impactos ambientais negativos do espeleoturismo e suas possibilidades de manejo. 2006, Caxias do Sul, RS, Brasil: IV SeminTUR, 2006. p. 15.

- LOBO, H. A. S.; PERINOTTO, J. A. DE J.; BOGGIANI, P. C. Espeleoturismo no Brasil: panorama geral e perspectivas de sustentabilidade. *Revista Brasileira de Ecoturismo*, v. 1, n. 1, 2008.
- LOVEJOY, T. E. Protected areas: a prism for a changing world. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 21, n. 6, p. 329–333, 2006.
- MAMMOLA, S. Finding answers in the dark: caves as models in ecology fifty years after Poulson and White. *Ecography*, v. 41, n. October 2018, p. 1–21, 2018.
- MAMMOLA, S. *et al.* Scientists' warning on the conservation of subterranean ecosystems. *BioScience*, v. 69, n. 8, p. 641–650, 2019.
- MANN, H.B., WHITNEY, D. R. On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *The Annals of Mathematical Statistics*, v. 18, n. 1, p. 50–60, 1947.
- MAZINA, S. E.; EGOROV, M. I.; HARLAMOVA, M. D. Plastics Biodestruction under the Impact of Caves Micromycetes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 272, n. 3, 2019.
- MELEG, I. N. *et al.* Can Environment Predict Cryptic Diversity? The Case of Niphargus Inhabiting Western Carpathian Groundwater. *PLoS ONE*, v. 8, n. 10, 2013.
- MENDES RABELO, L.; SOUZA-SILVA, M.; LOPES FERREIRA, R. Epigeal and hypogean drivers of Neotropical subterranean communities. *Journal of Biogeography*, n. September, p. 1–14, 2020.
- MILANOVIC, P. T. *Water resources engineering in karst*. Boca Raton, Florida: CRC Press Taylor & Francis Group, 2005.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. *Instrução Normativa Nº 2/MMA, de 06 de Maio de 2014*. . Brasília, Brasil: Diário Oficial da União. , 2014
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. *Instrução normativa No2, de 30 de agosto de 2017*. . Brasil: Diário Oficial da União. , 2017
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / SBF - SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTA. *Cobertura vegetal dos biomas brasileiros*. . Brasília, Brasil: Brasil. Disponível em: <www.mma.gov.br/portalbio>. , 2006
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853–8, 2000. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10706275>>.
- NEILL, H.; GUTIÉRREZ, M.; ALEY, T. Influences of agricultural practices on water quality of Tumbling Creek cave stream in Taney County, Missouri. *Environmental Geology*, v. 45, n. 4, p. 550–559, 2004. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00254-003-0910-2>>.

- NEWMAN, E. A. Disturbance ecology in the anthropocene. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 7, n. May, 2019.
- NITZU, E. *et al.* Assessing preservation priorities of caves and karst areas using the frequency of endemic cave-dwelling species. *International Journal of Speleology*, v. 47, n. January, p. 43–52, 2018.
- OLSON, D. M. *et al.* *Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth*. . [S.l.]: Bioscience (51)11. , 2001
- OSBORNE, R. A. L. Saving and conserving the caves: reflections on 37 years of listings, disputes, submissions and court cases. *Australian Journal of Earth Sciences*, v. 66, n. 6, p. 767–778, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/08120099.2018.1489895>>.
- OSTER, J. *et al.* Speleothem Paleoclimatology for the Caribbean, Central America, and North America. *Quaternary*, v. 2, n. 1, p. 5, 2019.
- P.J. BOSTON *et al.* Cave biosignature suites: Microbes, Minerals, and Mars. *Astrobiology*, v. 1, n. 1, p. 25–57, 2001.
- PARISE, M.; PASCALI, V. Surface and subsurface environmental degradation in the karst of Apulia (southern Italy). *Environmental Geology*, v. 44, n. 3, p. 247–256, 2003. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00254-003-0773-6>>.
- PAWLOWSKI, A. C. *et al.* A diverse intrinsic antibiotic resistome from a cave bacterium. *Nature Communications*, v. 7, p. 1–10, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/ncomms13803>>.
- PELLEGRINI, T. G.; FERREIRA, R. L. Are inner cave communities more stable than entrance communities in Lapa Nova show cave ? *Subterranean Biology*, v. 20, n. November, p. 15–37, 2016.
- PIANO, E. *et al.* A literature-based database of the natural heritage, the ecological status and tourism-related impacts in show caves worldwide. *Nature Conservation*, v. 50, p. 159–174, 2022.
- RABELO, L. M.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R. L. Priority caves for biodiversity conservation in a key karst area of Brazil: comparing the applicability of cave conservation indices. *Biodiversity and Conservation*, v. 27, n. 9, p. 2097–2129, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10531-018-1554-6>>.
- RANDS, M. R. W. *et al.* Biodiversity conservation: Challenges beyond 2010. *Science*, v. 329, n. 5997, p. 1298–1303, 2010.
- RIBEIRO, M. C. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. In: ZACHOS, F. E.; HABEL, J. C. (Org.). . *Biodiversity hotspots*. [S.l.]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011. p. 277–293. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/10.1007/978-3-642-20992-5>>.

- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, D. *et al.* The deep subterranean environment as a potential model system in ecological, biogeographical and evolutionary research. *Subterranean Biology*, v. 25, p. 1–7, 2018.
- SCHNEIDER, K.; CHRISTMAN, M. C.; FAGAN, W. F. The influence of resource subsidies on cave invertebrates: results from an ecosystem-level manipulation experiment. *Ecology*, v. 92, n. 3, p. 765–776, 2011.
- SIMÕES, M. H.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R. L. Cave invertebrates in Northwestern Minas Gerais state, Brazil : endemism , threats and conservation priorities. *Acta Carsologica*, v. 43, n. 1, p. 159–174, 2014.
- SIMÕES, M. H.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R. L. Cave physical attributes influencing the structure of terrestrial invertebrate communities in Neotropics. *Subterranean Biology*, v. 16, p. 103–121, 2015.
- SKET, B. Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*, v. 42, n. 21–22, p. 1549–1563, 2008. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00222930801995762>>.
- SOUZA-SILVA, M. *Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na mata atlântica brasileira*. 2008. 217 f. Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.
- SOUZA-SILVA, M.; INIESTA, L. F. M.; FERREIRA, R. L. Cave lithology effect on subterranean biodiversity: A case study in quartzite and granitoid caves. *Acta Oecologica*, v. 108, n. August, p. 103645, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103645>>.
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R. P.; FERREIRA, R. L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation*, v. 20, n. 8, p. 1713–1729, 2011.
- SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS - SPRH. *Bacias Hidrográficas DNAEE*. . Brasília, Brasil: Agência Nacional de Águas - ANA. Disponível em: <<http://www.visualizador.inde.gov.br>>. , 2015
- VAN BEYNEN, P.; TOWNSEND, K. A Disturbance Index for Karst Environments. *Environmental Management*, v. 36, n. 1, p. 101–116, 2005.
- WOODWARD, F. I.; LOMAS, M. R.; KELLY, C. K. Global climate and the distribution of plant biomes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 359, n. 1450, p. 1465–1476, 2004.
- WYNNE, J. J. *et al.* Capturing arthropod diversity in complex cave systems. *Diversity and Distributions*, v. 24, n. 10, p. 1478–1491, 2018.

MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela 1 – Lista das cavernas consideradas prioritárias para conservação com base na aplicação do Cave Vulnerability index modificado por Simões e colaboradores (2014). O índice foi aplicado inicialmente considerando todas as cavernas. Posteriormente foi aplicado em grupos distintos formados de acordo com os atributos ecológicos relevantes de litologia, bioma e ecorregião. Cada categoria contida nesses atributos originou um grupo utilizado para aplicação do índice. Na tabela se caracteriza a caverna em relação ao nome, município de ocorrência, litologia, bioma e ecorregião. Na coluna “Geral”, assinaladas com “X” estão as cavernas de vulnerabilidade extrema considerando todo o banco de dados. Em “Por Litologia” estão assinaladas as cavernas cuja vulnerabilidade é extrema em relação aos grupos formados pelas litologias. Da mesma maneira, em “Por Bioma” estão assinaladas as cavernas de vulnerabilidade extrema obtidas nos grupos Cerrado e Mata Atlântica. Em “Por Ecorregião” estão as cavernas de vulnerabilidade extrema assinaladas nos grupos formados pelas ecorregiões. Por fim, temos a frequência de vezes que a caverna se destacou em extrema vulnerabilidade ao longo dos diferentes agrupamentos (Frequência).

Caverna	Município	Litologia	Bioma	Ecorregião	Geral	Por Litologia	Por Bioma	Por Ecorregião	Frequência
Gruta Sumitumba	Coração de Jesus	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Maquiné	Cordisburgo	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa do Saco Comprido	Curvelo	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests	X	X	X	X	4
Lapa d'água do Zezé	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Sem Fim	Luislandia	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa d'água MOC	Montes Claros	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Encantada	Montes Claros	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Gruta da Lagoa Rica	Paracatu	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Gruta Zé Avelino I	Varzelandia	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests	X	X	X	X	4
Lapa Nova	Vazante	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Santa_FS	Felicio dos Santos	Siliciclastic	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X	X	3
Monte Cristo	Diamantina	Siliciclastic	Cerrado	Atlantic Forests		X		X	2

Caverna	Município	Litologia	Bioma	Ecorregião	Geral	Por Litologia	Por Bioma	Por Ecorregião	Frequência
Salitre_Diamantina	Diamantina	Siliciclastic	Cerrado	Atlantic Forests		X		X	2
Toca Itajubá	Jequitinhonha	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Toca Juparanã	Jequitinhonha	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Gruta do Taboleirinho	Juvenília	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X		X	2
Gruta do Labirinto	Munhoz	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Zé Capucho	Novo O. de Minas	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Gand_0073	Santa Barbara	Ferruginous	Atlantic forest	Atlantic Forests			X	X	2
Senhor do Bom Fim	Ataleia	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X			1
AVG-66	Caete	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas		X			1
AVG-71	Caete	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas		X			1
Buraco dos Curiós	Dores	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests				X	1
Gruta dos Fornos I	Iguatama	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests				X	1
Caverna da água do João Ferreira	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests				X	1
Gruta do Nestor	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X	1		
Gruta Manequinho	Lima Duarte	Siliciclastic	Atlantic forest	Atlantic Forests	X		1		
Gruta 9	Matutina	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Lapa do Marcelo	Monjolos	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta do veado	Montalvania	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X	1		
Gruta Cinderela	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta Cristais	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta das Cerâmicas	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		

Caverna	Município	Litologia	Bioma	Ecorregião	Geral	Por Litologia	Por Bioma	Por Ecorregião	Frequência
Gruta do Isaias	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta Fazenda Amargoso Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Lanchonete da Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Olhos D'Água Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Paranoá Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Serra Azul Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Caverna do Morro Grande	Riacho dos Machados	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X		1		
AVG-05	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-30	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-38	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-41	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-47	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-48	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			

SUPPLEMENTARY MATERIAL

Table 1 – List of caves considered priorities for conservation based on the application of the Cave Vulnerability index modified by Simões and collaborators (2014). The index was initially applied considering all the caves. It was then applied to distinct groups formed according to the relevant ecological attributes of lithology, biome and ecoregion. Each category contained in these attributes gave rise to a group used to apply the index. The table characterizes the cave in terms of name, municipality of occurrence, lithology, biome and ecoregion. In the “General” column, caves with extreme vulnerability are marked with an “X”, considering the entire database. The “By lithology” column shows the caves whose vulnerability is extreme in relation to the groups formed by the lithologies. Similarly, “By Biome” shows the caves with extreme vulnerability in the Cerrado and Atlantic Forest groups. “By Ecoregion” shows the extremely vulnerable caves found in the ecoregion groups. Finally, the frequency of times that the cave stood out in terms of extreme vulnerability throughout the different groupings (Frequency).

Cave	Municipality	Lithology	Biome	Ecoregion	General	By lithology	By Biome	By Ecoregion	Frequency
Gruta Sumitumba	Coração de Jesus	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Maquiné	Cordisburgo	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa do Saco Comprido	Curvelo	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests	X	X	X	X	4
Lapa d'água do Zezé	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Sem Fim	Luislandia	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa d'água MOC	Montes Claros	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Encantada	Montes Claros	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Gruta da Lagoa Rica	Paracatu	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Gruta Zé Avelino I	Varzelândia	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests	X	X	X	X	4
Lapa Nova	Vazante	Carbonatic	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	X	X	X	4
Lapa Santa_FS	Felício dos Santos	Siliciclastic	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X	X	3

Cave	Municipality	Lithology	Biome	Ecoregion	General	By lithology	By Biome	By Ecoregion	Frequency
Monte Cristo	Diamantina	Siliciclastic	Cerrado	Atlantic Forests		X		X	2
Salitre_Diamantina	Diamantina	Siliciclastic	Cerrado	Atlantic Forests		X		X	2
Toca Itajubá	Jequitinhonha	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Toca Juparanã	Jequitinhonha	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Gruta do Taboleirinho	Juvenília	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X		X	2
Gruta do Labirinto	Munhoz	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Zé Capucho	Novo O. de Minas	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X	X		2
Gand_0073	Santa Barbara	Ferruginous	Atlantic forest	Atlantic Forests			X	X	2
Senhor do Bom Fim	Ataleia	Granitoid	Atlantic forest	Atlantic Forests		X			1
AVG-66	Caete	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas		X			1
AVG-71	Caete	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas		X			1
Buraco dos Curiós	Dores	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests				X	1
Gruta dos Fornos I	Iguatama	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests				X	1
Caverna da água do João Ferreira	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests				X	1
Gruta do Nestor	Itacarambi	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X	1		
Gruta Manequinho	Lima Duarte	Siliciclastic	Atlantic forest	Atlantic Forests	X		1		
Gruta 9	Matutina	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Lapa do Marcelo	Monjolos	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta do veado	Montalvania	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Dry Forests		X	1		
Gruta Cinderela	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta Cristais	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		

Cave	Municipality	Lithology	Biome	Ecoregion	General	By lithology	By Biome	By Ecoregion	Frequency
Gruta das Cerâmicas	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta do Isaías	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests		X	1		
Gruta Fazenda Amargoso Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Lanchonete da Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Olhos D'Água Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Paranoá Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Gruta Serra Azul Pains	Pains	Carbonatic	Cerrado	Atlantic Forests	X		1		
Caverna do Morro Grande	Riacho dos Machados	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X		1		
AVG-05	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-30	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-38	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-41	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-47	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			
AVG-48	Sabará	Ferruginous	Cerrado	Cerrado W. Savannas	X	1			

APÊNDICES

Apêndice 1

Caracterização das cavernas quanto a aplicação do Cave Vulnerability index modificado por Simões e colaboradores (2014). Nome da caverna (Caverna); coordenadas geográficas (Datum: WGS84) em graus decimais Longitude (Long.) e Latitude (Lat.); município de ocorrência (Município); litologia na qual se insere (Lit.) podendo ser carbonática (Car.), siliciclástica (Sil.), ferruginosa (Fer.) ou granitoide (Gra.); Bioma (Bio.) Podendo ser Cerrado (C.) ou Mata Atlântica (M.A.); Ecorregião (Ecor.) podendo ser Atlântic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) ou Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.); desenvolvimento linear amostrado (D.L.A.) informado em metros; soma da extensão das entradas (E.E.) informada em metros, riqueza total de espécies encontradas (R.), riqueza relativa segundo a metodologia de CVi-m (R.R.), riqueza de espécies consideradas troglóbias (T.R.), impactos observados de acordo com o número de referência apresentado no Apêndice 3 (Impactos), somatório obtido para os pesos dos impactos atribuídos de acordo com o Apêndice 3 (I.W.), grau de vulnerabilidade da caverna pela aplicação do CVi-m em escala geral (VU.G.), grau de vulnerabilidade da caverna obtida pela aplicação do CVi-m considerando as diferentes litologias (VU.L.), grau de vulnerabilidade da caverna pela aplicação do CVi-m considerando os diferentes biomas (VU.B.), grau de vulnerabilidade da caverna considerando as diferentes ecorregiões (VU.E.), inserção da caverna nas áreas prioritárias propostas pelo CECAV (C.P.A.) informando a categoria da área na qual se inserem (1, 2, 3 ou 4) ou a não inserção em nenhuma das categorias (N).

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Cachorros	-44,367739	-21,772617	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	20	5	25	0,2500	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Joao Japones I	-44,366253	-21,773976	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	10	46	0,1150	0	7	4	2	2	2	2	1
Joao Japones II	-44,365331	-21,774704	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	4	30	0,1875	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Joao Japones IV	-44,366166	-21,773975	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	4	29	0,1813	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Novatos	-44,320526	-21,785557	Andrelândia	Sil.	A.F.	A.F.	15	5	26	0,3467	0	7,13	10	1	2	2	2	1
Toca da Passagem	-44,366595	-21,773290	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	12	6	12	0,1667	0	7	4	1	1	1	1	1
Alinhamento	-45,637589	-20,264666	Arcos	Car.	C.	A.F.	230	10	28	0,0122	2	3,7,8	14	2	2	2	2	3
Gruta Branca	-45,596693	-20,284789	Arcos	Car.	C.	A.F.	200	5	60	0,0600	2	7	4	2	2	2	3	1
Zé Colméia	-45,596039	-20,281583	Arcos	Car.	C.	A.F.	8	4	56	1,7500	2	7	4	2	2	2	3	1
Lapa da Camila	-46,370321	-15,910298	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	120	5	116	0,1933	4	2,3,7	15	3	3	3	3	4
Lapa da Capa	-46,329445	-15,948045	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	480	17	112	0,0137	1	N	0	2	2	2	2	N
Lapa da Marcela	-46,361448	-15,911692	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	400	125	94	0,0019	1	2,6,7,8	19	2	2	2	2	4
Lapa da Suindara	-46,362388	-15,914036	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	160	16,9	56	0,0207	1	2,3,5,7	21	2	2	2	2	4
Lapa do Salobo	-46,218661	-15,489361	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	40	6,8	52	0,1912	2	2,3,7,12,13	30	3	3	3	3	4
Velho Juca	-46,362901	-15,912514	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	70	7,2	47	0,0933	2	2,3,5,7	21	2	2	2	2	4
João Matias	-40, 980060	-18,129753	Ataléia	Gra.	A.F.	A.F.	190	10	24	0,0126	1	3,4,7,8,12, 20	29	2	3	3	2	3
Senhor do Bonfim	-41, 292654	-18,194022	Ataléia	Gra.	A.F.	A.F.	203	10	55	0,0271	0	3,4,7,8,12, 13,14,20	41	2	4	3	3	N
C. S. Francisco	-45,922061	-20,308894	Bambuí	Car.	C.	C.W.S.	70	5	21	0,0600	1	3,4,7,8	20	2	2	2	2	3
Gruta Mamoneiras	-44,493255	-16,400322	Brasília de Minas	Car.	C.	C.W.S.	450	5,5	57	0,0230	2	3,7,8,9,12, 13,20	34	3	3	3	3	N

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Lapa da lagoa	-44,130059	-17,938170	Buenópolis	Car.	C.	C.W.S.	80	4,5	70	0,1944	2	7, 8, 9, 12, 13, 20	23	2	2	2	2	2	N
Lapa do Coronel	-44,129680	-17,883887	Buenópolis	Car.	C.	C.W.S.	40	8	40	0,1250	0	7, 8, 9, 13, 20	21	2	2	2	2	2	N
SPT_129	-43,365394	-19,090793	C. Mato Dentro	Fer.	A.F.	A.F.	67	11	55	0,0746	0	3, 7	9	2	2	2	2	2	1
SPT_151	-43,364456	-19,092528	C. Mato Dentro	Fer.	A.F.	A.F.	85	6,3	44	0,0822	1	3, 4, 5, 7	21	2	3	3	3	2	1
SPT_583	-43,264619	-19,173095	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	150	8,4	46	0,0364	1	3, 7	9	2	2	3	2	2	N
SPT_584	-43,264644	-19,166202	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	63	12,3	28	0,0361	0	3, 7	9	1	2	2	2	2	N
SPT_585	-43,264843	-19,174425	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	117	8	46	0,0516	2	3, 7	9	2	3	3	3	3	N
Gruta do Caido	-47,246102	-16,208907	Cabeceira Grande	Car.	C.	C.W.S.	400	30	69	0,0058	2	3, 4, 11, 12, 13, 15, 20	39	3	3	3	3	3	4
AVG-65	-43,694757	-19,823391	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	28,1	4	39	0,3470	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	3	3	3	3	1
AVG-66	-43,692307	-19,824114	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	6,3	1,65	33	3,1746	4	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	3	1
AVG-71	-43,697799	-19,822663	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	14,1	1	18	1,2766	3	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	3	1
Morcego II	-46,261560	-21,638950	Campestre	Gra.	A.F.	A.F.	20	5	26	0,2600	0	7	4	1	2	2	2	2	N
Barra do Jardim	-42,572030	-17,515886	Capelinha	Sil.	C.	C.W.S.	15	5	49	0,6533	0	3, 7, 8	14	2	2	2	2	2	N
S. A. Fanado	-42,437991	-17,591514	Capelinha	Sil.	C.	C.W.S.	10	5	55	1,1000	1	3, 7, 8, 20	20	2	3	2	2	2	N
Cortinas I	-44,607642	-21,511032	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	200	30	36	0,0060	0	7	4	1	2	2	2	2	1
Cortinas II	-44,607110	-21,510406	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	40	10	20	0,0500	0	7	4	1	1	1	1	1	1
Gruta do Céu	-44,653565	-21,469169	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	25	15	25	0,0667	1	3, 7, 13, 20	21	2	3	3	3	2	1
Ponte de Pedra	-44,653293	-21,469972	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	100	30	41	0,0137	0	7	4	2	2	2	2	2	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Espigão I	-44,348604	-16,466653	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	750	16	72	0,006	2	3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	34	3	3	3	3	3	N
Espigão II	-44,347542	-16,467581	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	200	4	40	0,05	0	3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	42	2	3	2	3	3	N
Lapa Cigana	-44,370402	-16,471524	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	150	3	58	0,1289	2	7, 8, 10, 12, 13, 20	32	3	3	3	3	3	N
Maria Cobra	-44,395385	-16,752209	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	500	23,5	87	0,0074	0	7, 8, 11, 17	23	2	2	2	2	2	N
Sumitumba	-44,369000	-16,663000	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	200	12	80	0,0333	3	2, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 14, 17, 20	55	4	4	4	4	4	N
Caverna 04	-44,351518	-19,119370	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	60	1	31	0,5167	0	3, 7	9	1	1	1	1	1	1
Gruta 1	-44,355111	-19,126847	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	20	3	52	0,8667	0	3, 7	9	2	2	2	2	2	1
Gruta 2	-44,368090	-19,126847	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	30	8	100	0,4167	2	7, 11, 14, 17	24	3	3	3	3	3	1
Gruta do Meio	-44,311387	-19,172019	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	200	25	113	0,0226	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	2	1
Lagoa da Pedra	-44,358186	-19,081591	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	141	12	42	0,0248	0	3, 5, 7, 8, 14, 17	32	2	2	2	2	2	1
Lapa da Onça	-44,364858	-19,186165	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	144	4	18	0,0833	4	3, 7, 8	14	2	2	2	2	2	1
Lapinha do Atamis	-44,355766	-19,142032	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	120	10	53	0,0442	0	3, 7	9	2	2	2	2	2	1
Maquiné	-44,351116	-19,122568	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	1312	27	67	0,0019	6	3, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20	51	4	4	4	4	4	1
Tão Lucas	-44,313071	-19,171889	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	224	2	78	0,1741	2	3, 7, 8	14	2	2	2	2	2	1
Antonina I	-44,403056	-18,705144	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	250	21	80	0,0152	3	3, 5, 7, 8, 12, 20	29	3	3	3	3	3	N
Antonina II	-44,402521	-18,706453	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	150	11	64	0,0388	0	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 20	47	3	3	3	3	3	N

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Saco Comprido	-44,409988	-18,667236	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	537	13,5	115	0,0159	3	7, 8, 12, 13, 20	33	4	4	4	4	4	N
Saco Curto	-44,406622	-18,666239	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	50	10	68	0,1360	5	1, 7, 8, 12, 20	27	3	3	3	3	3	N
Santo Amaro I	-44,341913	-19,067138	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	273	12	47	0,0143	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	2	1
Santo Amaro II	-44,341913	-19,067138	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	560	30	51	0,0030	2	3, 7, 8, 13	20	2	2	2	2	2	1
Monte Cristo	-43,561365	-18,297166	Diamantina	Sil.	C.	A.F.	216	35	61	0,0081	3	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 20	58	3	4	3	4	3	3
Salitre	-43,535989	-18,279555	Diamantina	Sil.	C.	A.F.	593,5	23	50	0,0037	4	3, 7, 10, 11, 12, 13, 20	40	3	4	3	4	3	2
Coqueiros	-45,853424	-20,292662	Dores	Car.	C.	A.F.	90	8	38	0,0528	1	7, 9, 12, 20	18	2	2	2	2	2	1
Buraco dos Curiós	-45,905873	-20,305401	Dores	Car.	C.	A.F.	280	2	72	0,1286	7	3, 7, 12	12	2	2	2	2	2	1
Dico Ramiro	-45,822388	-20,316746	Dores	Car.	C.	A.F.	15,5	0,4	27	4,3548	2	3, 7, 18	14	2	2	2	2	3	2
Fumaça II	-45,814015	-20,318186	Dores	Car.	C.	A.F.	45	5	37	0,4111	6	4, 7	10	2	2	2	2	3	1
Helinho I	-45,846487	-20,309647	Dores	Car.	C.	A.F.	82	6,8	57	0,1022	2	7, 12, 13, 19, 20	25	2	2	2	2	3	1
Helinho II	-45,847074	-20,308388	Dores	Car.	C.	A.F.	76	7,8	54	0,0911	4	7, 12	7	2	2	2	2	3	1
DGN_002	-42,892226	-19,069755	Dores de Guanhães	Gra.	A.F.	A.F.	8	6,5	36	0,6923	0	3, 5, 7, 8	20	2	3	3	2	2	N
DGN_007	-42,896545	-19,036871	Dores de Guanhães	Gra.	A.F.	A.F.	241	7	74	0,4403	0	3, 5, 7, 8	20	2	3	3	3	3	N
DGN_04	-42,867953	-19,042269	Dores de Guanhães	Gra.	M.A.	A.F.	17,75	5	35	0,3944	0	3, 5, 7, 8	20	2	2	2	2	2	N
Lapa Santa	-43,198169	-18,214704	Felício dos Santos	Sil.	M.A.	A.F.	90	13	47	0,0402	1	12, 13, 14, 15, 20	58	3	4	4	4	4	N
Linfonso	-43,217476	-18,170563	Felício dos Santos	Sil.	M.A.	A.F.	15	5	19	0,2533	0	3, 7, 8	14	1	1	1	1	1	N

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Dimas II	-45,661844	-20,467115	Formiga	Car.	C.	C.W.S.	58,5	2,3	53	0,3939	3	7	4	2	2	2	2	1
Paca	-45,659035	-20,473830	Formiga	Car.	C.	C.W.S	400	1,5	38	0,0633	3	7	4	2	2	2	2	3
Taquaril	-46,217094	-15,415692	Formoso	Car.	C.	C.W.S	150	5	79	0,1053	1	7,20	10	2	2	2	2	4
DGN_005	-42,865522	-19,040724	Guanhães	Gra.	M.A.	A.F.	68,43	12,5	72	0,0842	0	3,5,7,8	20	2	3	3	3	N
Cucuruto	-45,476070	-22,051230	Heliodora	Gra.	M.A.	A.F.	45	9	51	0,1259	1	3,7	9	2	3	3	2	1
Do lado do Pedrão	-45,471500	-22,063100	Heliodora	Gra.	M.A.	A.F.	35	8	30	0,1071	0	3,7	9	1	2	2	2	1
Gameleira	-45,471920	-22,063470	Heliodora	Gra.	M.A.	A.F.	20	10	24	0,1200	0	3	5	1	2	2	2	1
Pedrão	-45,471500	-22,063100	Heliodora	Gra.	M.A.	A.F.	40	4	42	0,2625	1	3,7	9	2	3	2	2	1
Baianinho	-44,234100	-15,765600	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	600	11	51	0,0077	3	7,8,12,20	18	2	2	2	2	N
São José I	-44,207798	-15,725375	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	200	36	91	0,0126	0	7,20	10	2	2	2	2	N
São José II	-44,206214	-15,725786	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	150	18	23	0,0085	0	7,8,20	15	2	2	2	2	N
São José III	-44,205272	-15,725886	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	150	24	76	0,0211	2	7,12,20	13	2	2	2	2	N
Peixe	-45,794494	-20,286262	Iguatama	Car.	C.	A.F.	40	5	33	0,1650	1	1,3,4,7	24	2	2	2	2	3
Fornos I	-45,665357	-20,277936	Iguatama	Car.	C.	A.F.	35	3,9	67	0,4883	4	3,7	9	2	2	2	4	1
Cipó	-44,184377	-15,056174	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	200	18	60	0,0167	3	1,7,12,14,20	28	2	3	2	3	1
João Ferreira	-44,132069	-15,009719	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	150	5	29	0,0387	5	7,8,10,11,12,13,14,17,20	52	3	3	3	4	2
Lapa d'água do Zezé	-44,117087	-15,006745	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	300	12	77	0,0214	6	7,8,11,13,14,17,20	41	4	4	4	4	2
Marmelo	-44,129633	-15,011380	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	80	6	27	0,0563	2	7,8,20	15	2	2	2	2	2

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Nestor	-44,121890	-15,012456	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	500	32	69	0,0043	10	7, 8, 10, 12, 20	26	3	3	3	4	2
Buraco da Chuva	-44,563405	-17,088939	Jequitaí	Car.	C.	C.W.S.	40	5	41	0,2050	1	5, 7, 8	15	2	2	2	2	2
Lapa do Dim	-44,562505	-17,087961	Jequitaí	Car.	C.	C.W.S.	450	33	38	0,0026	2	7, 8, 12	12	2	2	2	2	2
Lapa do Sol	-44,564876	-17,090967	Jequitaí	Car.	C.	C.W.S.	25	3,3	38	0,4606	1	7, 8	9	2	2	2	2	2
Lapas da Lagoinha	-44,564849	-17,090244	Jequitaí	Car.	C.	C.W.S.	420	12,7	48	0,0090	0	7, 8, 12, 20	18	2	2	2	2	2
Toca Itajubá	-40,774993	-16,478886	Jequitinhonha	Gra.	M.A.	A.F.	7	2,3	26	1,6149	1	2, 3, 7, 8, 20	26	2	4	4	3	N
Toca Juparanã	-40,923098	-16,417734	Jequitinhonha	Gra.	M.A.	A.F.	65	20,5	58	0,0435	1	3, 4, 5, 7, 8, 2	32	2	4	4	3	N
A204-2	-44,261593	-14,387279	Juvenília	Car.	C.	A.D.F.	45	8	50	0,1389	2	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Taboleirinho	-44,288831	-14,379470	Juvenília	Car.	C.	A.D.F.	2000	40	61	0,0008	5	1, 3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	43	3	4	3	4	1
Feneme	-43,95405	-19,556129	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	26,13	13	27	1,0032	0	3, 7, 2008	14	1	1	1	2	1
Gruta do Grilão	-43,956702	-19,552828	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	42,85	19	26	0,0328	1	N	0	1	1	1	1	1
Gruta do Lixo	-43,950481	-19,558223	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	16,85	16	36	0,1377	1	3, 20	11	1	1	1	1	1
Helictites	-43,963167	-19,559877	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	69,48	10	33	0,0454	1	3, 7, 8, 12	17	2	2	2	2	1
Lagoa Seca	-43,961416	-19,556497	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	28,39	11	19	0,0592	1	3, 7, 2008	14	1	1	1	1	1
Macacos da Caverna	-43,958183	-19,561249	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	42,7	10	48	0,1166	1	3/7	14	2	2	2	2	1
Ninho de pérolas	-43,954801	-19,552539	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	27	47,74	25	0,0192	0	N	0	1	1	1	1	1
Sumidouro	-43,941396	-19,542311	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	138	4,66	33	0,0514	0	3, 7, 8, 11	22	2	2	2	2	1
Varzea	-43,952124	-19,572473	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	134	8,12	55	0,0504	1	3, 7, 8, 12, 13	23	2	2	2	2	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W.	V.	V.	V.	C.	
														U. G.	U. L.	U. B.	U. E.	P. A.
Engenho Velho	-44,639623	-17,947182	Lassance	Car.	C.	C.W.S.	300	10,8	121	0,0373	2	5, 7, 8, 12	18	3	3	3	3	N
Lapa d'água - Lassance	-44,612090	-17,919191	Lassance	Car.	C.	C.W.S.	100	7	67	0,0957	0	4, 5, 7, 8, 12	24	2	2	2	2	N
Beira de Estrada I	-43,898126	-21,712851	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	20	3	29	0,4833	0	3	5	1	2	2	2	1
Beira de Estrada II	-43,89859	-21,71357	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	30	2	28	0,4667	0	3	5	1	2	2	2	1
Catedral I	-43,872046	-21,701486	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	26	5	14	0,1077	0	13	6	1	1	1	1	1
Catedral III	-43,872046	-21,701486	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	170	60	22	0,0022	0	3	5	1	1	1	1	1
Dobras	-43,896608	-21,696294	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	138	10	25	0,0181	0	3	5	1	2	2	2	1
Gnomos	-43,894860	-21,711590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	32	20	22	0,0344	0	3	5	1	1	1	1	1
Grua da Cruz	-43,896249	-21,694923	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	42	10	57	0,1357	0	3, 13, 14	17	2	2	3	3	1
Lagarto Teiu	-43,893929	-21,712168	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	100	10	42	0,0420	1	3	5	2	2	2	2	1
Manequinho	-43,903194	-21,719923	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	160	40	68	0,0106	2	3	5	2	3	4	3	1
Martiniano	-43,900316	-21,715316	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	240	1	35	0,1458	0	3, 13	11	1	2	2	2	1
Monjolinhos	-43,880138	-21,696590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	21	5	21	0,2000	0	3, 13	11	1	1	1	1	1
Ponte de Pedra II	-43,898472	-21,716590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	54	10	31	0,0574	1	13	6	1	2	2	2	1
Apartamento	-44,323164	-15,894507	Lontra	Car.	C.	C.W.S.	200	6,7	101	0,0754	2	5, 7, 8, 11, 12, 20	32	3	3	3	3	1
Joaquim Rodrigues	-44,643736	-16,217050	Luislândia	Car.	C.	C.W.S.	125	23	61	0,0212	5	3, 7, 8, 12, 13, 20	29	3	3	3	3	N
Lapa Sem Firm	-44,627803	-16,148575	Luislândia	Car.	C.	C.W.S.	2200	10	151	0,0069	7	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 20	47	4	4	4	4	1
Serra Grande	-44,820061	-21,559782	Luminárias	Sil.	M.A.	A.F.	213	15	88	0,0275	0	3	5	2	2	3	3	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R. R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	V. U. P.	C. A.	
													3	3	3	3	3	1	
Escadas	-44,06821	-19,516497	Matozinhos	Car.	C.	C.W.S.	1828	15	59	0,0022	3	3, 4, 7, 8, 10, 12, 20	37	3	3	3	3	3	1
Cachoeira	-45,960415	-19,216306	Matutina	Car.	C.	A.F.	20	13,3	61	0,2293	0	3, 4, 7, 12, 13, 20	30	2	2	2	2	3	3
Campo de Futebol	-45,964787	-19,21725	Matutina	Car.	C.	A.F.	25	15	42	0,112	0	2, 3, 5, 7, 8, 12, 13, 20	41	2	2	2	2	3	3
Gruta 9	-45,959865	-19,216553	Matutina	Car.	C.	A.F.	8	1,6	48	3,8217	1	3, 4, 7, 12, 13, 20	30	3	3	3	3	4	3
Aguiinhas	-42,389391	-17,425826	Minas Novas	Sil.	C.	C.W.S.	13	7	45	0,4945	0	2, 3, 4, 7, 8	26	2	3	2	3	2	N
Junia	-44,121981	-18,264047	Monjolos	Car.	C.	A.F.	320	8	26	0,0102	0	3, 7, 8, 9, 12, 20	28	2	2	2	2	2	1
Lapa do Marcelo	-44,102193	-18,276726	Monjolos	Car.	C.	A.F.	700	6	41	0,0098	4	3, 4, 5, 7, 8, 12, 20	35	3	3	3	3	4	1
Toca do Geraldo	-44,102996	-18,278727	Monjolos	Car.	C.	A.F.	1500	14	37	0,0018	0	2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 20	43	2	2	2	2	3	1
Fósseis	-44,315476	-14,360413	MontaVânia	Car.	C.	A.D.F.	120	12	24	0,0375	0	3, 7, 8, 9, 10, 12	30	2	2	2	2	2	1
Gruta do veado	-44,392976	-14,286846	MontaVânia	Car.	C.	A.D.F.	25	4	57	0,5700	2	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12	35	3	3	3	3	4	1
Boqueirão da Nascente	-43,941677	-16,712649	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	620	15	70	0,0075	8	7, 11, 14, 17	24	3	3	3	3	3	1
Cedro	-44,104423	-16,931280	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	389	12	25	0,0054	4	5, 7, 8, 12, 13, 20	30	2	2	2	2	2	1
Claudina	-43,994084	-16,679251	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	550	18	81	0,0082	4	7, 8, 12, 13, 20	24	3	3	3	3	3	2
Cristais	-43,940288	-16,704291	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	200	4	43	0,0538	4	3, 7, 13	15	2	2	2	2	2	2
Encantada	-43,994569	-16,331289	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	2200	23	84	0,0017	4	4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 17, 20	50	4	4	4	4	4	2

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos W,	I. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Lapa da Santa	-43,992281	-16,681556	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	800	7	57	0,0102	3	7, 8, 12, 13, 20	24	2	2	2	2
Lapa d'água MOC	-43,920924	-16,707038	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	1234	12	104	0,0070	10	7, 9, 12, 13, 20	24	4	4	4	4
Lapa Grande	-43,942910	-16,706672	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	2100	23,5	57	0,0012	6	7, 10, 12, 13, 20	27	3	3	3	3
SPT_316	-43,390223	-19,221419	Morro do Pilar	Fer.	C.	C.W.S.	78,6	7	45	0,0818	4	3, 7	9	2	3	2	2
Jaime	-46,320528	-22,613998	Munhoz	Gra.	M.A.	A.F.	30	1	38	1,2667	1	7	4	2	3	3	2
Labirinto	-46,322103	-22,614420	Munhoz	Gra.	M.A.	A.F.	50	3	60	0,4000	5	7, 12	7	2	4	4	2
Zé Capucho	-41,222430	-17,316505	Novo O. de Minas	Gra.	M.A.	A.F.	150	13	49	0,0251	2	3, 7, 8, 11	22	2	4	4	3
Cerâmicas	-45,597544	-20,404295	Pains	Car.	C.	A.F.	80	28	75	0,0335	4	4, 7, 8, 13, 19	27	3	3	3	4
Borboleta Azul	-45,690270	-20,326751	Pains	Car.	C.	C.W.S.	60	13	31	0,0397	3	3, 7, 8	14	2	2	2	2
Capoeirão	-45,782537	-20,340395	Pains	Car.	C.	A.F.	170	25	37	0,0087	2	1, 7	13	2	2	2	2
Cavalinho	-45,796326	-20,301795	Pains	Car.	C.	A.F.	250	10	60	0,0240	5	7	4	2	2	2	3
Cinderela	-45,600381	-20,446149	Pains	Car.	C.	A.F.	98,9	1	40	0,4044	4	1, 3, 7, 12, 14, 20	33	3	3	3	4
Coelho	-45,684967	-20,414527	Pains	Car.	C.	C.W.S.	15	6,6	56	0,5657	1	7, 20	10	2	2	2	2
Cornélio III	-45,669725	-20,300708	Pains	Car.	C.	A.F.	37,8	6	44	0,1940	6	7	4	2	2	2	3
Cristais	-45,633244	-20,425268	Pains	Car.	C.	A.F.	50	10	56	0,1120	2	7, 8, 9, 13, 14, 17, 20	38	3	3	3	4
Duas Bocas	-45,678148	-20,367478	Pains	Car.	C.	A.F.	35	7	41	0,1673	3	1, 7	13	2	2	2	2
Fazenda Amargoso	-45,592622	-20,397860	Pains	Car.	C.	A.F.	200	9	67	0,0372	4	4, 7, 20	16	2	2	2	4
Físico	-45,669343	-20,401034	Pains	Car.	C.	A.F.	45	3	59	0,4370	2	7	4	2	2	2	3

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Isaias	-45,657309	-20,367874	Pains	Car.	C.	A.F.	200	12,9	61	0,0236	5	3, 7, 9, 12, 13, 20	29	3	3	3	4	1
L. dos Negros III	-45,659638	-20,435462	Pains	Car.	C.	C.W.S.	57	5,9	40	0,1189	3	7	4	2	2	2	2	1
Lanchonete da Coruja	-45,803121	-20,325049	Pains	Car.	C.	A.F.	110	18,4	69	0,0341	4	7, 8	9	2	2	2	2	4
Macacaos III	-45,671894	-20,407901	Pains	Car.	C.	C.W.S.	138	10,9	54	0,0361	1	7	4	2	2	2	2	1
Olhos D'Água	-45,684666	-20,311620	Pains	Car.	C.	A.F.	149	4,6	73	0,1060	5	4, 7, 12, 13, 20	25	3	3	3	4	1
Paranoá	-45,669016	-20,365064	Pains	Car.	C.	A.F.	249	21,9	88	0,0162	4	1, 2, 7, 9, 12, 13	33	3	3	3	4	1
Ponte Velha I	-45,690531	-20,415536	Pains	Car.	C.	C.W.S.	92	5,3	61	0,1251	4	7, 18, 20	15	2	2	2	2	1
Serra Azul	-45,646763	-20,375548	Pains	Car.	C.	A.F.	493	0,3	60	0,4057	7	4, 7	10	2	2	2	4	1
Tio Rafa I	-45,664690	-20,413178	Pains	Car.	C.	C.W.S.	76	7,6	56	0,0971	1	7	4	2	2	2	2	1
Tio Rafa II	-45,664690	-20,413178	Pains	Car.	C.	C.W.S.	179	18,8	73	0,0216	2	7	4	2	2	2	2	1
Zé Erpídio	-45,678617	-20,415483	Pains	Car.	C.	C.W.S.	32	4	53	0,4141	1	7	4	2	2	2	2	1
Zé Serafim	-45,656786	-20,413976	Pains	Car.	C.	C.W.S.	63	9,9	50	0,0802	3	3, 7, 12, 13, 20	24	2	2	2	2	1
Zinho Beraldo	-45,834085	-20,356303	Pains	Car.	C.	C.W.S.	268	7	71	0,0378	6	7, 8, 9, 12, 13, 20	29	3	3	3	3	1
Brocotó	-46,805407	-17,324402	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	30	4,5	73	0,5407	0	3, 7, 8, 20	20	2	2	2	2	3
Brocotó II	-46,805102	-17,323005	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	60	5	73	0,2433	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	3
Cava	-46,903326	-16,883648	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	38	3,3	48	0,3828	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	4
Lagoa Rica	-46,793076	-17,151218	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	200	5	56	0,0560	7	1, 2, 3, 7, 9, 10, 12, 13, 20	52	4	4	4	4	4
Santo Antonio	-46,818493	-17,125511	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	67	13,75	51	0,0554	2	3	5	2	2	2	2	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V.	V.	V.	C.	
														U. G.	U. L.	U. B.	U. P. E. A.	
Caverna do Diabo	-45,906500	-22,656800	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	41	6	45	0,1829	2	7,20	10	2	3	3	3	1
Goulart	-45,779200	-22,593200	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	34	20	48	0,0706	0	3,7,12,13,20	24	2	3	3	3	1
Machadão	-45,812100	-22,571300	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	50	3	57	0,3800	0	3,7	9	2	3	2	2	1
Pacas P.L.	-43,967326	-19,561021	Pedro Leopoldo	Car.	C.	C.W.S.	319,6	9,4	34	0,0113	1	3,7,8,12,13	23	2	2	2	2	N
Marinheiros	-45,812731	-20,400425	Pimenta	Car.	C.	C.W.S.	200	18	89	0,0247	4	7,12,13,14,19,20	31	3	3	3	3	3
Lapa d'água PJ	-44,128192	-18,563372	Pres. Juscelino	Car.	C.	C.W.S.	600	11	64	0,0097	8	3,7,8,12	17	3	3	3	3	N
Cateira	-46,087531	-18,31695	Pres. Olegario	Car.	C.	C.W.S.	200	22	61	0,0139	2	2,3,7,13	21	2	2	2	2	1
Juruva	-46,081183	-18,321658	Pres. Olegario	Car.	C.	C.W.S.	250	15	110	0,0293	1	2,3,7,13	21	2	2	2	2	1
Tauá	-46,413427	-17,944806	Pres. Olegario	Car.	C.	C.W.S.	26	15,36	22	0,0551	0	3,13	11	1	1	1	1	3
Vereda da Palha	-46,126011	-18,255221	Pres. Olegario	Car.	C.	C.W.S.	250	14	117	0,0334	3	2,3,7,13	21	3	3	3	3	1
Boca Larga	-42,750284	-16,073615	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	13,20	8,80	24	0,2066	0	3	5	1	2	1	1	2
Chaminé	-42,721824	-16,085872	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	47,40	11,27	16	0,0300	0	7,8	9	1	2	1	1	2
Gameleira	-42,721685	-16,085762	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	7,60	7,80	18	0,3036	0	3,7	9	1	2	1	1	2
Lago	-42,722937	-16,082709	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	98	10	27	0,0276	4	3,7,8	14	2	3	2	2	2
Mandaçaia	-42,722554	-16,082519	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	44,45	14,11	36	0,0574	1	7,8	9	1	2	1	1	2
Mercedes 1	-42,720667	-16,086510	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	16,54	9,40	13	0,0836	0	3,7,8	14	1	2	1	1	2

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V.	V.	V.	C.	
														U. G.	U. L.	U. B.	U. E. A.	
Mercedes 2	-42,720865	-16,087163	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	5	7,10	21	0,5915	0	3, 7, 8	14	1	2	1	1	2
Morro do Capim	-42,750604	-16,073429	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	9,40	7,85	24	0,3252	1	3	5	1	2	1	1	2
Morro Grande	-42,784466	-16,141209	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	94	3	40	0,1418	4	2, 3, 4, 7, 8	26	2	4	2	2	1
Paleotoca 1	-42,721555	-16,112692	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	24	3	27	0,3750	0	3	5	1	2	1	1	2
Paleotoca 2	-42,722139	-16,113086	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	17,13	12	11	0,0535	0	N	0	1	1	1	1	2
Paleotoca 3	-42,722016	-16,113284	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	22,46	3,75	10	0,1189	0	N	0	1	1	1	1	2
Paleotoca 4	-42,721475	-16,113179	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	9	5,71	22	0,4278	0	3	5	1	2	1	1	2
Paleotoca 5	-42,721258	-16,113357	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	5	3	19	1,2667	0	3	5	2	2	2	2	2
Coruja branca	-42,692492	-16,084292	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	4	2,30	11	1,1957	0	3, 7	9	2	2	2	2	4
João de Rita 1	-42,714617	-16,046839	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	36	11,95	42	0,0976	1	N	0	2	2	2	2	1
João de Rita 2	-42,714769	-16,046597	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	9	10,60	32	0,3354	0	N	0	1	2	1	1	1
Maritacas	-42,693150	-16,083956	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	37,13	135	42	0,0867	2	7	4	2	2	2	2	4
Mocororô	-42,703600	-16,010200	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	84	4	28	0,0833	2	3, 7, 8, 12	17	2	3	2	2	1
Nilson	-42,709297	-16,020231	Rio Pardo de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	10,10	9,80	20	0,2021	0	3	5	1	1	1	1	1
AVG-05	-43,694590	-19,822884	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	77,2	10,56	48	0,0589	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
AVG-08	-43,705539	-19,823081	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	76,6	12,3	45	0,0478	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-27	-43,696550	-19,822455	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	22,2	1,3	29	1,0049	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-30	-43,696867	-19,822304	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	74,1	5,2	71	0,1843	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-38	-43,695194	-19,822472	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	16,5	4,1	47	0,6948	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-41	-43,695426	-19,822194	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	26,2	6,1	41	0,2565	3	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-47	-43,695782	-19,822965	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	32,5	1,2	39	1,0000	4	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-48	-43,695707	-19,822865	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	15,3	1,3	27	1,3575	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-50	-43,698522	-19,820690	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	62,3	8,2	36	0,0705	2	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-51	-43,698123	-19,820407	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	25,9	7,3	21	0,1111	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-64	-43,698462	-19,821060	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	28,1	9,5	20	0,0749	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-75	-43,687935	-19,821696	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	35,6	5,3	33	0,1749	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
Gand_0073	-43,658474	-20,040057	Santa Bárbara	Fer.	M.A.	A.F.	350	1,8	86	0,1365	4	3	5	2	3	4	4	1
Gand_0114	-43,670630	-20,068469	Santa Bárbara	Fer.	M.A.	A.F.	270	6,3	37	0,0218	4	3	5	2	3	3	3	1
Viola	-43,616758	-19,295742	Santana do Riacho	Car.	C.	C.W.S.	604	8	43	0,0089	3	3, 7, 12, 20	18	2	2	2	2	1
Mãe de Ná	-44,001946	-15,806895	São João da Ponte	Car.	C.	A.D.F.	150	3	29	0,0644	1	3, 7, 8, 9, 10, 20	33	2	2	2	2	N
Boa Vista	-42,49997	-17,961298	São S. do Maranhao	Sil.	M.A.	A.F.	28	9	46	0,1825	0	3, 7, 8, 20	20	2	2	3	3	N
Córrego das Canoas	-42,744876	-16,016154	Serranópolis de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	28	6	23	0,1369	0	3	5	1	2	1	1	2
Fugitivos	-43,883096	-21,677731	Sta. Rita do Ibitipoca	Sil.	M.A.	A.F.	440	40	52	0,0030	0	3, 13	11	2	2	2	2	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Captação	-42,787133	-17,275379	Turmalina	Sil.	C.	C.W.S.	17	6	25	0,2451	1	3, 7, 8, 12, 20	23	2	2	2	2	1
Barth Caverna	-47,067706	-16,416107	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	160	14	46	0,0205	2	2, 3, 7, 8, 9	25	2	2	2	2	2
Deus Me Livre	-47,060501	-16,425303	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	50	9	108	0,24	0	3, 7, 13	15	2	2	2	2	4
Frangas	-47,067519	-16,420563	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	13	3	40	1,0256	0	3	5	2	2	2	2	2
Mata dos Paulista	-47,069803	-16,4197	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	30	2	63	1,4	0	3, 7	9	2	2	2	2	3
Nilsinho	-44,706553	-16,214083	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	60	2	93	0,775	0	2, 3, 4, 7, 8, 20	32	3	3	3	3	N
Sapezal	-46,896032	-16,800507	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	130	15	70	0,0359	1	3, 12, 13, 20	20	2	2	2	2	1
Zezinho de Dionila	-44,707148	-16,215654	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	20	1	33	1,65	0	2, 3, 4, 7, 8, 20	32	2	2	2	2	N
Gameleira	-43,977195	-15,623442	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	250	2	32	0,064	1	7, 8, 10, 12, 15,	31	2	2	2	2	3
Indio	-43,9656	-15,6228	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	600	2	27	0,0225	1	5, 7, 10, 13, 20	30	2	2	2	2	3
Madeira	-43,965252	-15,62166	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	400	20	12	0,0015	0	5, 7, 8, 10, 13, 20	35	2	2	2	2	3
Morrinho	-43,973832	-15,622715	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	350	9,5	36	0,0108	5	3, 7, 9, 12, 20	23	2	2	2	2	3
Porteira	-43,976243	-15,623438	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	150	4	28	0,0467	1	7, 8, 10, 12, 20	26	2	2	2	2	3
Zé Avelino I	-44,054907	-15,607221	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	2.100	23	114	0,0024	5	2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 20	55	4	4	4	4	3
Abrigo da Escarpa	-46,813028	-17,927781	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	4	10	39	0,975	0	2, 3, 7, 8, 10	28	2	2	2	2	4
Delza	-46,906305	-17,984909	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	1400	4	48	0,0086	7	3, 7, 12, 13, 20	24	3	3	3	3	1

Caverna	Long.	Lat.	Município	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S..	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impactos	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	V. U. P.	C. A.
Escarpa	-46,813523	-17,927243	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	63,3	3	66	0,3476	0	2, 3, 7, 8, 10, 12	31	2	2	2	2	4
Guardião Severino	-46,88847	-17,988327	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	50	15	48	0,064	0	2, 3, 2007	15	2	2	2	2	1
Lapa Nova	-46,891002	-17,983206	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	4000	45	148	0,0008	7	2, 3, 7, 9, 12, 13, 14, 20	41	4	4	4	4	1
Lapa Nova II	-46,891707	-17,983805	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	600	4,5	55	0,0204	4	2, 3, 7, 13	21	2	2	2	2	1
Mata Velha	-46,892714	-18,012688	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	160	7	60	0,0536	0	7, 13, 20	16	2	2	2	2	1
Não Cadastrada	-46,810461	-17,922266	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	18,4	2	49	1,3315	2	3, 7, 8, 15, 20	25	3	3	3	3	4
Urtigas	-46,810804	-17,920682	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	368,5	30	75	0,0068	3	2, 3, 7, 8, 20	26	3	3	3	3	1
V01	-46,8249	-17,925809	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	5	2	15	1,5000	0	3, 7, 13	15	2	2	2	2	3
Vaca Morta	-46,827359	-17,928171	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	16,1	7	73	0,6477	0	2, 3, 7, 8	20	2	2	2	2	3

APPENDICES

Appendix 1

Caves characterization in terms of the application of the Cave Vulnerability index modified by Simões and collaborators (2014). Name of the cave (Cave); geographic coordinates (Datum: WGS84) in decimal degrees Longitude (Long.) and Latitude (Lat.); municipality of occurrence (Municipality); lithology in which it is inserted (Lit.) which can be carbonate (Car.), siliciclastic (Sil.), ferruginous (Fer.) or granitoid (Gra.); Biome (Bio.) which can be Cerrado (C.) or Atlantic Forest (A.F.); Ecoregion (Ecor.) can be Atlantic Dry Forests (A.D.F.), Atlantic Forests (A.F.) or Cerrado Woodlands and Savannas (C.W.S.); linear development sampled (L.D.S.) reported in meters; sum of the length of the entrances (E.E.) reported in meters, total richness of species found (R.), relative richness according to the CVi-m methodology (R.R.), richness of species considered troglobitic (T.R.), impacts observed according to the reference number presented in Appendix 3 (Impacts), sum obtained for the weights of the impacts assigned according to Appendix 3 (I.W.), degree of vulnerability of the cave by applying the CVi-m on a general scale (VU.G.), degree of vulnerability of the cave obtained by applying the CVi-m considering the different lithologies (VU. L.), degree of vulnerability of the cave by applying the CVi-m considering the different biomes (VU.B.), degree of vulnerability of the cave considering the different ecoregions (VU.E.), inclusion of the cave in the priority areas proposed by the CECAV (C.P.A.) stating the category of the area in which they fall (1, 2, 3 or 4) or not falling into any of the categories (N).

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Cachorros	-44,367739	-21,772617	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	20	5	25	0,2500	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Joao Japones I	-44,366253	-21,773976	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	10	46	0,1150	0	7	4	2	2	2	2	1
Joao Japones II	-44,365331	-21,774704	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	4	30	0,1875	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Joao Japones IV	-44,366166	-21,773975	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	40	4	29	0,1813	0	3,7	9	1	2	2	1	1
Novatos	-44,320526	-21,785557	Andrelândia	Sil.	A.F.	A.F.	15	5	26	0,3467	0	7,13	10	1	2	2	2	1
Toca da Passagem	-44,366595	-21,773290	Andrelândia	Sil.	A.F.	C.W.S.	12	6	12	0,1667	0	7	4	1	1	1	1	1
Alinhamento	-45,637589	-20,264666	Arcos	Car.	C.	A.F.	230	10	28	0,0122	2	3,7,8	14	2	2	2	2	3
Gruta Branca	-45,596693	-20,284789	Arcos	Car.	C.	A.F.	200	5	60	0,0600	2	7	4	2	2	2	3	1
Zé Colméia	-45,596039	-20,281583	Arcos	Car.	C.	A.F.	8	4	56	1,7500	2	7	4	2	2	2	3	1
Lapa da Camila	-46,370321	-15,910298	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	120	5	116	0,1933	4	2,3,7	15	3	3	3	3	4
Lapa da Capa	-46,329445	-15,948045	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	480	17	112	0,0137	1	N	0	2	2	2	2	N
Lapa da Marcela	-46,361448	-15,911692	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	400	125	94	0,0019	1	2,6,7,8	19	2	2	2	2	4
Lapa da Suindara	-46,362388	-15,914036	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	160	16,9	56	0,0207	1	2,3,5,7	21	2	2	2	2	4
Lapa do Salobo	-46,218661	-15,489361	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	40	6,8	52	0,1912	2	2,3,7,12,13	30	3	3	3	3	4
Velho Juca	-46,362901	-15,912514	Arinos	Car.	C.	C.W.S.	70	7,2	47	0,0933	2	2,3,5,7	21	2	2	2	2	4
João Matias	-40, 980060	-18,129753	Ataléia	Gra.	A.F.	A.F.	190	10	24	0,0126	1	3,4,7,8,12, 20	29	2	3	3	2	3
Senhor do Bonfim	-41, 292654	-18,194022	Ataléia	Gra.	A.F.	A.F.	203	10	55	0,0271	0	3,4,7,8,12, 13,14,20	41	2	4	3	3	N
C. S. Francisco	-45,922061	-20,308894	BambuÍ	Car.	C.	C.W.S.	70	5	21	0,0600	1	3,4,7,8	20	2	2	2	2	3
Gruta Mamoneiras	-44,493255	-16,400322	Brasília de Minas	Car.	C.	C.W.S.	450	5,5	57	0,0230	2	3,7,8,9,12, 13,20	34	3	3	3	3	N

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Lapa da lagoa	-44,130059	-17,938170	Buenópolis	Car.	C.	C.W.S.	80	4,5	70	0,1944	2	7, 8, 9, 12, 13, 20	23	2	2	2	2	N
Lapa do Coronel	-44,129680	-17,883887	Buenópolis	Car.	C.	C.W.S.	40	8	40	0,1250	0	7, 8, 9, 13, 20	21	2	2	2	2	N
SPT_129	-43,365394	-19,090793	C. Mato Dentro	Fer.	A.F.	A.F.	67	11	55	0,0746	0	3, 7	9	2	2	2	2	1
SPT_151	-43,364456	-19,092528	C. Mato Dentro	Fer.	A.F.	A.F.	85	6,3	44	0,0822	1	3, 4, 5, 7	21	2	3	3	2	1
SPT_583	-43,264619	-19,173095	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	150	8,4	46	0,0364	1	3, 7	9	2	2	3	2	N
SPT_584	-43,264644	-19,166202	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	63	12,3	28	0,0361	0	3, 7	9	1	2	2	2	N
SPT_585	-43,264843	-19,174425	C. Mato Dentro	Sil.	A.F.	A.F.	117	8	46	0,0516	2	3, 7	9	2	3	3	3	N
Gruta do Caído	-47,246102	-16,208907	Cabeceira Grande	Car.	C.	C.W.S.	400	30	69	0,0058	2	3, 4, 11, 12, 13, 15, 20	39	3	3	3	4	
AVG-65	-43,694757	-19,823391	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	28,1	4	39	0,3470	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	3	3	1	
AVG-66	-43,692307	-19,824114	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	6,3	1,65	33	3,1746	4	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	1	
AVG-71	-43,697799	-19,822663	Caeté	Fer.	C.	C.W.S.	14,1	1	18	1,2766	3	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	1	
Morcego II	-46,261560	-21,638950	Campestre	Gra.	A.F.	A.F.	20	5	26	0,2600	0	7	4	1	2	2	2	N
Barra do Jardim	-42,572030	-17,515886	Capelinha	Sil.	C.	C.W.S.	15	5	49	0,6533	0	3, 7, 8	14	2	2	2	2	N
S. A. Fanado	-42,437991	-17,591514	Capelinha	Sil.	C.	C.W.S.	10	5	55	1,1000	1	3, 7, 8, 20	20	2	3	2	2	N
Cortinas I	-44,607642	-21,511032	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	200	30	36	0,0060	0	7	4	1	2	2	2	1
Cortinas II	-44,607110	-21,510406	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	40	10	20	0,0500	0	7	4	1	1	1	1	1
Gruta do Céu	-44,653565	-21,469169	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	25	15	25	0,0667	1	3, 7, 13, 20	21	2	3	3	2	1
Ponte de Pedra	-44,653293	-21,469972	Carrancas	Sil.	A.F.	A.F.	100	30	41	0,0137	0	7	4	2	2	2	2	1

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W,	V.	V.	V.	C.	
														U. G.	U. L.	U. B.	U. P.	V. G.
Espigão I	-44,348604	-16,466653	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	750	16	72	0,006	2	3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	34	3	3	3	3	N
Espigão II	-44,347542	-16,467581	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	200	4	40	0,05	0	3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	42	2	3	2	3	N
Lapa Cigana	-44,370402	-16,471524	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	150	3	58	0,1289	2	7, 8, 10, 12, 13, 20	32	3	3	3	3	N
Maria Cobra	-44,395385	-16,752209	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	500	23,5	87	0,0074	0	7, 8, 11, 17	23	2	2	2	2	N
Sumitumba	-44,369000	-16,663000	Coração de Jesus	Car.	C.	C.W.S.	200	12	80	0,0333	3	2, 3, 4, 7, 8, 11, 12, 14, 17, 20	55	4	4	4	4	N
Caverna 04	-44,351518	-19,119370	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	60	1	31	0,5167	0	3, 7	9	1	1	1	1	1
Grua 1	-44,355111	-19,126847	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	20	3	52	0,8667	0	3, 7	9	2	2	2	2	1
Grua 2	-44,368090	-19,126847	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	30	8	100	0,4167	2	7, 11, 14, 17	24	3	3	3	3	1
Grua do Meio	-44,311387	-19,172019	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	200	25	113	0,0226	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Lagoa da Pedra	-44,358186	-19,081591	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	141	12	42	0,0248	0	3, 5, 7, 8, 14, 17	32	2	2	2	2	1
Lapa da Onça	-44,364858	-19,186165	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	144	4	18	0,0833	4	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Lapinha do Atamis	-44,355766	-19,142032	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	120	10	53	0,0442	0	3, 7	9	2	2	2	2	1
Maquiné	-44,351116	-19,122568	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	1312	27	67	0,0019	6	3, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 20	51	4	4	4	4	1
Tão Lucas	-44,313071	-19,171889	Cordisburgo	Car.	C.	C.W.S.	224	2	78	0,1741	2	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Antonina I	-44,403056	-18,705144	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	250	21	80	0,0152	3	3, 5, 7, 8, 12, 20	29	3	3	3	3	N
Antonina II	-44,402521	-18,706453	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	150	11	64	0,0388	0	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 20	47	3	3	3	3	N

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Saco Comprido	-44,409988	-18,667236	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	537	13,5	115	0,0159	3	7, 8, 12, 13, 20	33	4	4	4	4	N
Saco Curto	-44,406622	-18,666239	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	50	10	68	0,1360	5	1, 7, 8, 12, 20	27	3	3	3	3	N
Santo Amaro I	-44,341913	-19,067138	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	273	12	47	0,0143	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Santo Amaro II	-44,341913	-19,067138	Curvelo	Car.	C.	C.W.S.	560	30	51	0,0030	2	3, 7, 8, 13	20	2	2	2	2	1
Monte Cristo	-43,561365	-18,297166	Diamantina	Sil.	C.	A.F.	216	35	61	0,0081	3	2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 12, 13, 20	58	3	4	3	4	3
Salitre	-43,535989	-18,279555	Diamantina	Sil.	C.	A.F.	593,5	23	50	0,0037	4	3, 7, 10, 11, 12, 13, 20	40	3	4	3	4	2
Coqueiros	-45,853424	-20,292662	Dores	Car.	C.	A.F.	90	8	38	0,0528	1	7, 9, 12, 20	18	2	2	2	2	1
Buraco dos Curíós	-45,905873	-20,305401	Dores	Car.	C.	A.F.	280	2	72	0,1286	7	3, 7, 12	12	2	2	2	4	1
Dico Ramiro	-45,822388	-20,316746	Dores	Car.	C.	A.F.	15,5	0,4	27	4,3548	2	3, 7, 18	14	2	2	2	3	2
Fumaça II	-45,814015	-20,318186	Dores	Car.	C.	A.F.	45	5	37	0,4111	6	4, 7	10	2	2	2	3	1
Helinho I	-45,846487	-20,309647	Dores	Car.	C.	A.F.	82	6,8	57	0,1022	2	7, 12, 13, 19, 20	25	2	2	2	3	1
Helinho II	-45,847074	-20,308388	Dores	Car.	C.	A.F.	76	7,8	54	0,0911	4	7, 12	7	2	2	2	3	1
DGN_002	-42,892226	-19,069755	Dores de Guanhães	Gra.	A.F.	A.F.	8	6,5	36	0,6923	0	3, 5, 7, 8	20	2	3	3	2	N
DGN_007	-42,896545	-19,036871	Dores de Guanhães	Gra.	A.F.	A.F.	241	7	74	0,4403	0	3, 5, 7, 8	20	2	3	3	3	N
DGN_04	-42,867953	-19,042269	Dores de Guanhães	Gra.	M.A.	A.F.	17,75	5	35	0,3944	0	3, 5, 7, 8	20	2	2	2	2	N
Lapa Santa	-43,198169	-18,214704	Felício dos Santos	Sil.	M.A.	A.F.	90	13	47	0,0402	1	12, 13, 14, 15, 20	58	3	4	4	4	N
Linfonso	-43,217476	-18,170563	Felício dos Santos	Sil.	M.A.	A.F.	15	5	19	0,2533	0	3, 7, 8	14	1	1	1	1	N

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Dimas II	-45,661844	-20,467115	Formiga	Car.	C.	C.W.S.	58,5	2,3	53	0,3939	3	7	4	2	2	2	2	1
Paca	-45,659035	-20,473830	Formiga	Car.	C.	C.W.S.	400	1,5	38	0,0633	3	7	4	2	2	2	2	3
Taquaril	-46,217094	-15,415692	Formoso	Car.	C.	C.W.S.	150	5	79	0,1053	1	7,20	10	2	2	2	2	4
DGN_005	-42,865522	-19,040724	Guanhães	Gra.	M.A.	A.F.	68,43	12,5	72	0,0842	0	3,5,7,8	20	2	3	3	3	N
Cucuruto	-45,476070	-22,051230	Heliadora	Gra.	M.A.	A.F.	45	9	51	0,1259	1	3,7	9	2	3	3	2	1
Do lado do Pedrão	-45,471500	-22,063100	Heliadora	Gra.	M.A.	A.F.	35	8	30	0,1071	0	3,7	9	1	2	2	2	1
Gameleira	-45,471920	-22,063470	Heliadora	Gra.	M.A.	A.F.	20	10	24	0,1200	0	3	5	1	2	2	2	1
Pedrão	-45,471500	-22,063100	Heliadora	Gra.	M.A.	A.F.	40	4	42	0,2625	1	3,7	9	2	3	2	2	1
Baianinho	-44,234100	-15,765600	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	600	11	51	0,0077	3	7,8,12,20	18	2	2	2	2	N
São José I	-44,207798	-15,725375	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	200	36	91	0,0126	0	7,20	10	2	2	2	2	N
São José II	-44,206214	-15,725786	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	150	18	23	0,0085	0	7,8,20	15	2	2	2	2	N
São José III	-44,205272	-15,725886	Ibiracatú	Car.	C.	C.W.S.	150	24	76	0,0211	2	7,12,20	13	2	2	2	2	N
Peixe	-45,794494	-20,286262	Iguatama	Car.	C.	A.F.	40	5	33	0,1650	1	1,3,4,7	24	2	2	2	2	3
Fornos I	-45,665357	-20,277936	Iguatama	Car.	C.	A.F.	35	3,9	67	0,4883	4	3,7	9	2	2	2	4	1
Cipó	-44,184377	-15,056174	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	200	18	60	0,0167	3	1,7,12,14,20	28	2	3	2	3	1
João Ferreira	-44,132069	-15,009719	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	150	5	29	0,0387	5	7,8,10,11,12,13,14,17,20	52	3	3	3	4	2
Lapa d'água do Zezé	-44,117087	-15,006745	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	300	12	77	0,0214	6	7,8,11,13,14,17,20	41	4	4	4	4	2
Marmelo	-44,129633	-15,011380	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	80	6	27	0,0563	2	7,8,20	15	2	2	2	2	2

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. L.	V. U. L.	V. U. L.	C. P. A.
Nestor	-44,121890	-15,012456	Itacarambí	Car.	C.	A.D.F.	500	32	69	0,0043	10	7, 8, 10, 12, 20	26	3	3	3	4	2
Buraco da Chuva	-44,563405	-17,088939	Jequitaiá	Car.	C.	C.W.S.	40	5	41	0,2050	1	5, 7, 8	15	2	2	2	2	2
Lapa do Dim	-44,562505	-17,087961	Jequitaiá	Car.	C.	C.W.S.	450	33	38	0,0026	2	7, 8, 12	12	2	2	2	2	2
Lapa do Sol	-44,564876	-17,090967	Jequitaiá	Car.	C.	C.W.S.	25	3,3	38	0,4606	1	7, 8	9	2	2	2	2	2
Lapas da Lagoinha	-44,564849	-17,090244	Jequitaiá	Car.	C.	C.W.S.	420	12,7	48	0,0090	0	7, 8, 12, 20	18	2	2	2	2	2
Toca Itajubá	-40,774993	-16,478886	Jequitinhonha	Gra.	M.A.	A.F.	7	2,3	26	1,6149	1	2, 3, 7, 8, 20	26	2	4	4	3	N
Toca Juparanã	-40,923098	-16,417734	Jequitinhonha	Gra.	M.A.	A.F.	65	20,5	58	0,0435	1	3, 4, 5, 7, 8, 2	32	2	4	4	3	N
A204-2	-44,261593	-14,387279	Juvenília	Car.	C.	A.D.F.	45	8	50	0,1389	2	3, 7, 8	14	2	2	2	2	1
Taboleirinho	-44,288831	-14,379470	Juvenília	Car.	C.	A.D.F.	2000	40	61	0,0008	5	1, 3, 7, 8, 9, 12, 13, 20	43	3	4	3	4	1
Feneme	-43,95405	-19,556129	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	26,13	13	27	1,0032	0	3, 7, 2008	14	1	1	1	2	1
Gruta do Grilão	-43,956702	-19,552828	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	42,85	19	26	0,0328	1	N	0	1	1	1	1	1
Gruta do Lixo	-43,950481	-19,558223	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	16,85	16	36	0,1377	1	3, 20	11	1	1	1	1	1
Helictites	-43,963167	-19,559877	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	69,48	10	33	0,0454	1	3, 7, 8, 12	17	2	2	2	2	1
Lagoa Seca	-43,961416	-19,556497	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	28,39	11	19	0,0592	1	3, 7, 2008	14	1	1	1	1	1
Macacos da Caverna	-43,958183	-19,561249	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	42,7	10	48	0,1166	1	3/7	14	2	2	2	2	1
Ninho de pérolas	-43,954801	-19,552539	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	27	47,74	25	0,0192	0	N	0	1	1	1	1	1
Sumidouro	-43,941396	-19,542311	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	138	4,66	33	0,0514	0	3, 7, 8, 11	22	2	2	2	2	1
Varzea	-43,952124	-19,572473	Lagoa Santa	Car.	C.	C.W.S.	134	8,12	55	0,0504	1	3, 7, 8, 12, 13	23	2	2	2	2	1

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Engenho Velho	-44,639623	-17,947182	Lassance	Car.	C.	C.W.S.	300	10,8	121	0,0373	2	5, 7, 8, 12	18	3	3	3	3	N
Lapa d'água - Lassance	-44,612090	-17,919191	Lassance	Car.	C.	C.W.S.	100	7	67	0,0957	0	4, 5, 7, 8, 12	24	2	2	2	2	N
Beira de Estrada I	-43,898126	-21,712851	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	20	3	29	0,4833	0	3	5	1	2	2	2	1
Beira de Estrada II	-43,89859	-21,71357	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	30	2	28	0,4667	0	3	5	1	2	2	2	1
Catedral I	-43,872046	-21,701486	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	26	5	14	0,1077	0	13	6	1	1	1	1	1
Catedral III	-43,872046	-21,701486	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	170	60	22	0,0022	0	3	5	1	1	1	1	1
Dobras	-43,896608	-21,696294	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	138	10	25	0,0181	0	3	5	1	2	2	2	1
Gnomos	-43,894860	-21,711590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	32	20	22	0,0344	0	3	5	1	1	1	1	1
Gruta da Cruz	-43,896249	-21,694923	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	42	10	57	0,1357	0	3, 13, 14	17	2	2	3	3	1
Lagarto Teiu	-43,893929	-21,712168	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	100	10	42	0,0420	1	3	5	2	2	2	2	1
Manequinho	-43,903194	-21,719923	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	160	40	68	0,0106	2	3	5	2	3	4	3	1
Martiniano	-43,900316	-21,715316	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	240	1	35	0,1458	0	3, 13	11	1	2	2	2	1
Monjolinhos	-43,880138	-21,696590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	21	5	21	0,2000	0	3, 13	11	1	1	1	1	1
Ponte de Pedra II	-43,898472	-21,716590	Lima Duarte	Sil.	M.A.	A.F.	54	10	31	0,0574	1	13	6	1	2	2	2	1
Apartamento	-44,323164	-15,894507	Lontra	Car.	C.	C.W.S.	200	6,7	101	0,0754	2	5, 7, 8, 11, 12, 20	32	3	3	3	3	1
Joaquim Rodrigues	-44,643736	-16,217050	Luisiândia	Car.	C.	C.W.S.	125	23	61	0,0212	5	3, 7, 8, 12, 13, 20	29	3	3	3	3	N
Lapa Sem Fim	-44,627803	-16,148575	Luisiândia	Car.	C.	C.W.S.	2200	10	151	0,0069	7	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12, 13, 20	47	4	4	4	4	1
Serra Grande	-44,820061	-21,559782	Luminárias	Sil.	M.A.	A.F.	213	15	88	0,0275	0	3	5	2	2	3	3	1

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	V. U. E.	C. P. A.
Escadas	-44,06821	-19,516497	Matozinhos	Car.	C.	C.W.S.	1828	15	59	0,0022	3	3, 4, 7, 8, 10, 12, 20	37	3	3	3	3	1
Cachoeira	-45,960415	-19,216306	Matutina	Car.	C.	A.F.	20	13,3	61	0,2293	0	3, 4, 7, 12, 13, 20	30	2	2	2	3	3
Campo de Futebol	-45,964787	-19,21725	Matutina	Car.	C.	A.F.	25	15	42	0,112	0	2, 3, 5, 7, 8, 12, 13, 20	41	2	2	2	3	3
Gruta 9	-45,959865	-19,216553	Matutina	Car.	C.	A.F.	8	1,6	48	3,8217	1	3, 4, 7, 12, 13, 20	30	3	3	3	4	3
Aguinhas	-42,389391	-17,425826	Minas Novas	Sil.	C.	C.W.S.	13	7	45	0,4945	0	2, 3, 4, 7, 8	26	2	3	2	2	N
Junia	-44,121981	-18,264047	Monjolos	Car.	C.	A.F.	320	8	26	0,0102	0	3, 7, 8, 9, 12, 20	28	2	2	2	2	1
Lapa do Marcelo	-44,102193	-18,276726	Monjolos	Car.	C.	A.F.	700	6	41	0,0098	4	3, 4, 5, 7, 8, 12, 20	35	3	3	3	4	1
Toca do Geraldo	-44,102996	-18,278727	Monjolos	Car.	C.	A.F.	1500	14	37	0,0018	0	2, 3, 5, 7, 8, 11, 12, 20	43	2	2	2	3	1
Fósseis	-44,315476	-14,360413	Montalvânia	Car.	C.	A.D.F.	120	12	24	0,0375	0	3, 7, 8, 9, 10, 12	30	2	2	2	2	1
Gruta do veado	-44,392976	-14,286846	Montalvânia	Car.	C.	A.D.F.	25	4	57	0,5700	2	2, 3, 4, 5, 7, 8, 12	35	3	3	3	4	1
Boqueirão da Nascente	-43,941677	-16,712649	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	620	15	70	0,0075	8	7, 11, 14, 17	24	3	3	3	3	1
Cedro	-44,104423	-16,931280	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	389	12	25	0,0054	4	5, 7, 8, 12, 13, 20	30	2	2	2	2	1
Claudina	-43,994084	-16,679251	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	550	18	81	0,0082	4	7, 8, 12, 13, 20	24	3	3	3	3	2
Cristais	-43,940288	-16,704291	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	200	4	43	0,0538	4	3, 7, 13	15	2	2	2	2	2
Encantada	-43,994569	-16,331289	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	2200	23	84	0,0017	4	4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 17, 20	50	4	4	4	4	2

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Lapa da Santa	-43,992281	-16,681556	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	800	7	57	0,0102	3	7, 8, 12, 13, 20	24	2	2	2	2
Lapa d'água MOC	-43,920924	-16,707038	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	1234	12	104	0,0070	10	7, 9, 12, 13, 20	24	4	4	4	4
Lapa Grande	-43,942910	-16,706672	Montes Claros	Car.	C.	C.W.S.	2100	23,5	57	0,0012	6	7, 10, 12, 13, 20	27	3	3	3	3
SPT_316	-43,390223	-19,221419	Morro do Pilar	Fer.	C.	C.W.S.	78,6	7	45	0,0818	4	3, 7	9	2	3	2	2
Jaime	-46,320528	-22,613998	Munhoz	Gra.	M.A.	A.F.	30	1	38	1,2667	1	7	4	2	3	3	2
Labirinto	-46,322103	-22,614420	Munhoz	Gra.	M.A.	A.F.	50	3	60	0,4000	5	7, 12	7	2	4	4	2
Zé Capucho	-41,222430	-17,316505	Novo O. de Minas	Gra.	M.A.	A.F.	150	13	49	0,0251	2	3, 7, 8, 11	22	2	4	4	3
Cerâmicas	-45,597544	-20,404295	Pains	Car.	C.	A.F.	80	28	75	0,0335	4	4, 7, 8, 13, 19	27	3	3	3	4
Borboleta Azul	-45,690270	-20,326751	Pains	Car.	C.	C.W.S.	60	13	31	0,0397	3	3, 7, 8	14	2	2	2	2
Capoeirão	-45,782537	-20,340395	Pains	Car.	C.	A.F.	170	25	37	0,0087	2	1, 7	13	2	2	2	2
Cavalinho	-45,796326	-20,301795	Pains	Car.	C.	A.F.	250	10	60	0,0240	5	7	4	2	2	2	3
Cinderela	-45,600381	-20,446149	Pains	Car.	C.	A.F.	98,9	1	40	0,4044	4	1, 3, 7, 12, 14, 20	33	3	3	3	4
Coelho	-45,684967	-20,414527	Pains	Car.	C.	C.W.S.	15	6,6	56	0,5657	1	7, 20	10	2	2	2	2
Cornélio III	-45,669725	-20,300708	Pains	Car.	C.	A.F.	37,8	6	44	0,1940	6	7	4	2	2	2	3
Cristais	-45,633244	-20,425268	Pains	Car.	C.	A.F.	50	10	56	0,1120	2	7, 8, 9, 13, 14, 17, 20	38	3	3	3	4
Duas Bocas	-45,678148	-20,367478	Pains	Car.	C.	A.F.	35	7	41	0,1673	3	1, 7	13	2	2	2	2
Fazenda Amargoso	-45,592622	-20,397860	Pains	Car.	C.	A.F.	200	9	67	0,0372	4	4, 7, 20	16	2	2	2	4
Físico	-45,669343	-20,401034	Pains	Car.	C.	A.F.	45	3	59	0,4370	2	7	4	2	2	2	3

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Isaias	-45,657309	-20,367874	Pains	Car.	C.	A.F.	200	12,9	61	0,0236	5	3, 7, 9, 12, 13, 20	29	3	3	3	4	1
L. dos Negros III	-45,659638	-20,435462	Pains	Car.	C.	C.W.S.	57	5,9	40	0,1189	3	7	4	2	2	2	2	1
Lanchonete da Coruja	-45,803121	-20,325049	Pains	Car.	C.	A.F.	110	18,4	69	0,0341	4	7, 8	9	2	2	2	4	1
Macacaos III	-45,671894	-20,407901	Pains	Car.	C.	C.W.S.	138	10,9	54	0,0361	1	7	4	2	2	2	2	1
Olhos D'Água	-45,684666	-20,311620	Pains	Car.	C.	A.F.	149	4,6	73	0,1060	5	4, 7, 12, 13, 20	25	3	3	3	4	1
Paranoá	-45,669016	-20,365064	Pains	Car.	C.	A.F.	249	21,9	88	0,0162	4	1, 2, 7, 9, 12, 13	33	3	3	3	4	1
Ponte Velha I	-45,690531	-20,415536	Pains	Car.	C.	C.W.S.	92	5,3	61	0,1251	4	7, 18, 20	15	2	2	2	2	1
Serra Azul	-45,646763	-20,375548	Pains	Car.	C.	A.F.	493	0,3	60	0,4057	7	4, 7	10	2	2	2	4	1
Tio Rafa I	-45,664690	-20,413178	Pains	Car.	C.	C.W.S.	76	7,6	56	0,0971	1	7	4	2	2	2	2	1
Tio Rafa II	-45,664690	-20,413178	Pains	Car.	C.	C.W.S.	179	18,8	73	0,0216	2	7	4	2	2	2	2	1
Zé Erpídio	-45,678617	-20,415483	Pains	Car.	C.	C.W.S.	32	4	53	0,4141	1	7	4	2	2	2	2	1
Zé Serafim	-45,656786	-20,413976	Pains	Car.	C.	C.W.S.	63	9,9	50	0,0802	3	3, 7, 12, 13, 20	24	2	2	2	2	1
Zizinho Beraldo	-45,834085	-20,356303	Pains	Car.	C.	C.W.S.	268	7	71	0,0378	6	7, 8, 9, 12, 13, 20	29	3	3	3	3	1
Brocotó	-46,805407	-17,324402	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	30	4,5	73	0,5407	0	3, 7, 8, 20	20	2	2	2	2	3
Brocotó II	-46,805102	-17,323005	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	60	5	73	0,2433	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	3
Cava	-46,903326	-16,883648	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	38	3,3	48	0,3828	1	3, 7, 8	14	2	2	2	2	4
Lagoa Rica	-46,793076	-17,151218	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	200	5	56	0,0560	7	1, 2, 3, 7, 9, 10, 12, 13, 20	52	4	4	4	4	4
Santo Antonio	-46,818493	-17,125511	Paracatu	Car.	C.	C.W.S.	67	13,75	51	0,0554	2	3	5	2	2	2	2	1

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Caverna do Diabo	-45,906500	-22,656800	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	41	6	45	0,1829	2	7, 20	10	2	3	3	1
Goulart	-45,779200	-22,593200	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	34	20	48	0,0706	0	3, 7, 12, 13, 20	24	2	3	3	1
Machadão	-45,812100	-22,571300	Paraisópolis	Gra.	M.A.	A.F.	50	3	57	0,3800	0	3, 7	9	2	3	2	1
Pacas P.L.	-43,967326	-19,561021	Pedro Leopoldo	Car.	C.	C.W.S.	319,6	9,4	34	0,0113	1	3, 7, 8, 12, 13	23	2	2	2	N
Marinheiros	-45,812731	-20,400425	Pimenta	Car.	C.	C.W.S.	200	18	89	0,0247	4	7, 12, 13, 14, 19, 20	31	3	3	3	3
Lapa d'água PJ	-44,128192	-18,563372	Pres. Juscelino	Car.	C.	C.W.S.	600	11	64	0,0097	8	3, 7, 8, 12	17	3	3	3	N
Cateira	-46,087531	-18,31695	Pres. Olegário	Car.	C.	C.W.S.	200	22	61	0,0139	2	2, 3, 7, 13	21	2	2	2	1
Juruva	-46,081183	-18,321658	Pres. Olegário	Car.	C.	C.W.S.	250	15	110	0,0293	1	2, 3, 7, 13	21	2	2	2	1
Tauá	-46,413427	-17,944806	Pres. Olegário	Car.	C.	C.W.S.	26	15,36	22	0,0551	0	3, 13	11	1	1	1	3
Vereda da Palha	-46,126011	-18,255221	Pres. Olegário	Car.	C.	C.W.S.	250	14	117	0,0334	3	2, 3, 7, 13	21	3	3	3	1
Boca Larga	-42,750284	-16,073615	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	13,20	8,80	24	0,2066	0	3	5	1	2	1	2
Chaminé	-42,721824	-16,085872	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	47,40	11,27	16	0,0300	0	7, 8	9	1	2	1	2
Gameleira	-42,721685	-16,085762	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	7,60	7,80	18	0,3036	0	3, 7	9	1	2	1	2
Lago	-42,722937	-16,082709	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	98	10	27	0,0276	4	3, 7, 8	14	2	3	2	2
Mandaçaia	-42,722554	-16,082519	Riacho dos Machados	Fer.	C.	C.W.S.	44,45	14,11	36	0,0574	1	7, 8	9	1	2	1	2

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.	
Mercedes 1	-42,720667	-16,086510	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	16,54	9,40	13	0,0836	0	3, 7, 8	14	1	2	1	1	2
Mercedes 2	-42,720865	-16,087163	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	5	7,10	21	0,5915	0	3, 7, 8	14	1	2	1	1	2
Morro do Capim	-42,750604	-16,073429	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	9,40	7,85	24	0,3252	1	3	5	1	2	1	1	2
Morro Grande	-42,784466	-16,141209	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	94	3	40	0,1418	4	2, 3, 4, 7, 8	26	2	4	2	2	1
Paleotoca 1	-42,721555	-16,112692	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	24	3	27	0,3750	0	3	5	1	2	1	1	2
Paleotoca 2	-42,722139	-16,113086	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	17,13	12	11	0,0535	0	N	0	1	1	1	1	2
Paleotoca 3	-42,722016	-16,113284	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	22,46	3,75	10	0,1189	0	N	0	1	1	1	1	2
Paleotoca 4	-42,721475	-16,113179	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	9	5,71	22	0,4278	0	3	5	1	2	1	1	2
Paleotoca 5	-42,721258	-16,113357	Riacho dos Machados	Fer. C.	C.	C.W.S.	5	3	19	1,2667	0	3	5	2	2	2	2	2
Coruja branca	-42,692492	-16,084292	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	4	2,30	11	1,1957	0	3, 7	9	2	2	2	2	4
João de Rita 1	-42,714617	-16,046839	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	36	11,95	42	0,0976	1	N	0	2	2	2	2	1
João de Rita 2	-42,714769	-16,046597	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	9	10,60	32	0,3354	0	N	0	1	2	1	1	1
Maritacas	-42,693150	-16,083956	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	37,13	135	42	0,0867	2	7	4	2	2	2	2	4
Mocororô	-42,703600	-16,010200	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	84	4	28	0,0833	2	3, 7, 8, 12	17	2	3	2	2	1
Nilson	-42,709297	-16,020231	Rio Pardo de Minas	Fer. C.	C.	C.W.S.	10,10	9,80	20	0,2021	0	3	5	1	1	1	1	1

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
AVG-05	-43,694590	-19,822884	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	77,2	10,56	48	0,0589	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-08	-43,705539	-19,823081	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	76,6	12,3	45	0,0478	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-27	-43,696550	-19,822455	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	22,2	1,3	29	1,0049	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-30	-43,696867	-19,822304	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	74,1	5,2	71	0,1843	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-38	-43,695194	-19,822472	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	16,5	4,1	47	0,6948	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-41	-43,695426	-19,822194	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	26,2	6,1	41	0,2565	3	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-47	-43,695782	-19,822965	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	32,5	1,2	39	1,0000	4	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-48	-43,695707	-19,822865	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	15,3	1,3	27	1,3575	2	1, 2, 3, 4, 7	30	3	4	3	3	1
AVG-50	-43,698522	-19,820690	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	62,3	8,2	36	0,0705	2	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-51	-43,698123	-19,820407	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	25,9	7,3	21	0,1111	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-64	-43,698462	-19,821060	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	28,1	9,5	20	0,0749	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
AVG-75	-43,687935	-19,821696	Sabará	Fer.	C.	C.W.S.	35,6	5,3	33	0,1749	1	1, 2, 3, 4, 7	30	2	3	2	2	1
Gand_0073	-43,658474	-20,040057	Santa Bárbara	Fer.	M.A.	A.F.	350	1,8	86	0,1365	4	3	5	2	3	4	4	1
Gand_0114	-43,670630	-20,068469	Santa Bárbara	Fer.	M.A.	A.F.	270	6,3	37	0,0218	4	3	5	2	3	3	3	1
Viola	-43,616758	-19,295742	Santana do Riacho	Car.	C.	C.W.S.	604	8	43	0,0089	3	3, 7, 12, 20	18	2	2	2	2	1
Mãe de Ná	-44,001946	-15,806895	São João da Ponte	Car.	C.	A.D.F.	150	3	29	0,0644	1	3, 7, 8, 9, 10, 20	33	2	2	2	2	N
Boa Vista	-42,49997	-17,961298	São S. do Maranhao	Sil.	M.A.	A.F.	28	9	46	0,1825	0	3, 7, 8, 20	20	2	2	3	3	N
Córrego das Canoas	-42,744876	-16,016154	Serranópolis de Minas	Fer.	C.	C.W.S.	28	6	23	0,1369	0	3	5	1	2	1	1	2

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W,	V. U. G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Fugitivos	-43,883096	-21,677731	Sta. Rita do Ibitipoca	Sil.	M.A.	A.F.	440	40	52	0,0030	0	3, 13	11	2	2	2	2	1
Captação	-42,787133	-17,275379	Turmalina	Sil.	C.	C.W.S.	17	6	25	0,2451	1	3, 7, 8, 12, 20	23	2	2	2	2	1
Barth Caverna	-47,067706	-16,416107	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	160	14	46	0,0205	2	2, 3, 7, 8, 9	25	2	2	2	2	2
Deus Me Livre	-47,060501	-16,425303	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	50	9	108	0,24	0	3, 7, 13	15	2	2	2	2	4
Frangas	-47,067519	-16,420563	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	13	3	40	1,0256	0	3	5	2	2	2	2	2
Mata dos Paulista	-47,069803	-16,4197	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	30	2	63	1,4	0	3, 7	9	2	2	2	2	3
Nilsinho	-44,706553	-16,214083	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	60	2	93	0,775	0	2, 3, 4, 7, 8, 20	32	3	3	3	3	N
Sapezal	-46,896032	-16,800507	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	130	15	70	0,0359	1	3, 12, 13, 20	20	2	2	2	2	1
Zezinho de Dionila	-44,707148	-16,215654	Ubaí	Car.	C.	C.W.S.	20	1	33	1,65	0	2, 3, 4, 7, 8, 20	32	2	2	2	2	N
Gameleira	-43,977195	-15,623442	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	250	2	32	0,064	1	7, 8, 10, 12, 15,	31	2	2	2	2	3
Indio	-43,9656	-15,6228	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	600	2	27	0,0225	1	5, 7, 10, 13, 20	30	2	2	2	2	3
Madeira	-43,965252	-15,62166	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	400	20	12	0,0015	0	5, 7, 8, 10, 13, 20	35	2	2	2	2	3
Morrinho	-43,973832	-15,622715	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	350	9,5	36	0,0108	5	3, 7, 9, 12, 20	23	2	2	2	3	3
Porteira	-43,976243	-15,623438	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	150	4	28	0,0467	1	7, 8, 10, 12, 20	26	2	2	2	2	3
Zé Avelino I	-44,054907	-15,607221	Varzelândia	Car.	C.	A.D.F.	2.100	23	114	0,0024	5	2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 20	55	4	4	4	4	3
Abrigo da Escarpa	-46,813028	-17,927781	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	4	10	39	0,975	0	2, 3, 7, 8, 10	28	2	2	2	3	4

Cave	Long.	Lat.	Municipality	Lit.	Bio.	Ecor.	L. D. S.	E. E.	R.	R.R.	T. R.	Impacts	I. W, G.	V. U. L.	V. U. B.	V. U. E.	C. P. A.
Delza	-46,906305	-17,984909	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	1400	4	48	0,0086	7	3, 7, 12, 13, 20	24	3	3	3	1
Escarpa	-46,813523	-17,927243	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	63,3	3	66	0,3476	0	2, 3, 7, 8, 10, 12	31	2	2	2	4
Guardião Severino	-46,88847	-17,988327	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	50	15	48	0,064	0	2, 3, 2007	15	2	2	2	1
Lapa Nova	-46,891002	-17,983206	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	4000	45	148	0,0008	7	2, 3, 7, 9, 12, 13, 14, 20	41	4	4	4	1
Lapa Nova II	-46,891707	-17,983805	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	600	4,5	55	0,0204	4	2, 3, 7, 13	21	2	2	2	1
Mata Velha	-46,892714	-18,012688	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	160	7	60	0,0536	0	7, 13, 20	16	2	2	2	1
Não Cadastrada	-46,810461	-17,922266	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	18,4	2	49	1,3315	2	3, 7, 8, 15, 20	25	3	3	3	4
Urtigas	-46,810804	-17,920682	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	368,5	30	75	0,0068	3	2, 3, 7, 8, 20	26	3	3	3	1
V01	-46,8249	-17,925809	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	5	2	15	1,5000	0	3, 7, 13	15	2	2	2	3
Vaca Morta	-46,827359	-17,928171	Vazante	Car.	C.	C.W.S.	16,1	7	73	0,6477	0	2, 3, 7, 8	20	2	2	2	3

Apêndice 2

Valores de referência utilizados para definir as categorias para a aplicação do “Cave Vulnerability index – modificado”. Tabela informando os intervalos (Intervalo) utilizados para atribuir pesos (p) às categorias de riqueza total, riqueza relativa, relevância biológica, espécies troglóbias, grau de impacto e grau de vulnerabilidade. A tabela apresenta divisões indicando os valores correspondentes à aplicação do CVi-m considerando todas as cavernas (Geral), cada uma das litologias (Litologia), cada um dos biomas (Bioma) e cada uma das ecorregiões (Ecorregiões).

		Riqueza total		Riqueza relativa		Relevância biológica		Espécies troglóbias		Grau de impacto		Grau de vulnerabilidade		
Categoria		Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	Cavernas	
Geral	Todas as cavernas	Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	44-58	4	9 11	10
	High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	29-43	3	7 8	49	
	Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-29	2	4 6	148	
	Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	42	
Litologia	Carbonática	Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9 11	11
	High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7 8	38	
	Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4 6	97	
	Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	7	
Litologia	Siliciolástica	Estreme	67-88	8	0.83-1.12	4	8-10	4	3-4	4	44-58	4	9 11	3
	High	45-66	6	0.56-0.82	3	6-7	3	2	3	29-43	3	7 8	4	
	Medium	23-44	4	0.28-0.55	2	4-5	2	1	2	15-29	2	4 6	36	
	Low	0-22	2	0-0.27	1	3	1	0	1	0-14	1	3	7	
Litologia	Ferruginosa	Estreme	65-86	8	2.39-3.17	4	8-9	4	3-4	4	23-30	4	10 12	9
	High	44-64	6	1.59-2.38	3	6-7	3	2	3	16-22	3	7 9	13	
	Medium	22-43	4	0.8-1.58	2	4-5	2	1	2	8-15	2	4 6	16	
	Low	0-21	2	0-0.79	1	3	1	0	1	0-7	1	3	3	
Litologia	Granitóide	Estreme	57-74	8	1.22-1.62	4	8-10	4	4-5	4	31-41	4	8 10	5
	High	38-56	6	0.81-1.21	3	6-7	3	2-3	3	21-30	3	6 7	10	
	Medium	19-37	4	0.41-0.80	2	4-5	2	1	2	11-20	2	4 5	4	
	Low	0-18	2	0-0.40	1	3	1	0	1	0-10	1	3	0	

		Riqueza total		Riqueza relativa		Relevância biológica		Espécies troglóbias		Grau de impacto		Grau de vulnerabilidade		
Categoria		Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	p	Intervalo	Cavernas	
Bioma	Cerrado	Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	44-58	4	9-11	10
		High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	29-43	3	7-8	48
		Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-29	2	4-6	117
		Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	21
	Atlantic Forest	Estreme	67-88	8	1.22-1.61	4	8-10	4	4-5	4	44-58	4	8-9	7
		High	45-66	6	0.81-1.21	3	6-7	3	2-3	3	29-43	3	6-7	17
		Medium	23-44	4	0.41-0.80	2	4-5	2	1	2	15-29	2	4-5	22
		Low	0-22	2	0-0.40	1	3	1	0	1	0-14	1	3	7
Ecorregião	Atlantic Dry Forests	Estreme	86-114	8	0.44-0.57	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9-11	6
		High	58-85	6	0.29-0.43	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7-8	2
		Medium	29-57	4	0.15-0.28	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4-6	8
		Low	0-28	2	0-0.14	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	0
	Atlantic Forests	Estreme	67-88	8	3.27-4.35	4	8-10	4	6-7	4	44-58	4	8-10	17
		High	45-66	6	2.18-3.26	3	6-7	3	4-5	3	29-43	3	6-7	27
		Medium	23-44	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-3	2	15-29	2	4-5	31
		Low	0-22	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	6
	Cerrado Woodlands and Savannas	Estreme	114-151	8	2.39-3.17	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9-11	8
		High	75-113	6	1.59-2.38	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7-8	36
		Medium	38-74	4	0.8-1.58	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4-6	84
		Low	0-37	2	0-0.79	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	24

Appendix 2

Reference values used to define the categories for the application of the "Cave Vulnerability index - modified". Table showing the intervals (Interval) used to assign weights (w) to the categories of total richness, relative richness, biological relevance, troglobitic species, impact degree and vulnerability degree. The table shows divisions indicating the values corresponding to the application of CVi-m considering all the caves (General), each of the lithologies (Lithology), each of the biomes (Biome) and each of the ecoregions (Ecoregions).

		Total richness		Relative richness		Biological relevance		Troglobitic species		Impact degree		Vulnerability degree		
General	All caves	Category	Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	Caves
		Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	44-58	4	9	11
High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	29-43	3	7	8	49	
Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-29	2	4	6	148	
Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3		42	
Lithology	Carbonatic	Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9	11
		High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7	8
		Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4	6
		Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	7
Lithology	Siliciclastic	Estreme	67-88	8	0.83-1.12	4	8-10	4	3-4	4	44-58	4	9	11
		High	45-66	6	0.56-0.82	3	6-7	3	2	3	29-43	3	7	8
		Medium	23-44	4	0.28-0.55	2	4-5	2	1	2	15-29	2	4	6
		Low	0-22	2	0-0.27	1	3	1	0	1	0-14	1	3	7
Lithology	Ferruginous	Estreme	65-86	8	2.39-3.17	4	8-9	4	3-4	4	23-30	4	10	12
		High	44-64	6	1.59-2.38	3	6-7	3	2	3	16-22	3	7	9
		Medium	22-43	4	0.8-1.58	2	4-5	2	1	2	8-15	2	4	6
		Low	0-21	2	0-0.79	1	3	1	0	1	0-7	1	3	3
Lithology	Granitoid	Estreme	57-74	8	1.22-1.62	4	8-10	4	4-5	4	31-41	4	8	10
		High	38-56	6	0.81-1.21	3	6-7	3	2-3	3	21-30	3	6	7
		Medium	19-37	4	0.41-0.80	2	4-5	2	1	2	11-20	2	4	5
		Low	0-18	2	0-0.40	1	3	1	0	1	0-10	1	3	0

		Total richness		Relative richness		Biological relevance		Troglobitic species		Impact degree		Vulnerability degree		
Category		Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	w	Interval	Caves	
Biome	Cerrado	Estreme	114-151	8	3.27-4.35	4	8-9	4	8-10	4	44-58	4	9-11	10
		High	75-113	6	2.18-3.26	3	6-7	3	5-7	3	29-43	3	7-8	48
		Medium	38-74	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-4	2	15-29	2	4-6	117
		Low	0-37	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	21
	Atlantic Forest	Estreme	67-88	8	1.22-1.61	4	8-10	4	4-5	4	44-58	4	8-9	7
		High	45-66	6	0.81-1.21	3	6-7	3	2-3	3	29-43	3	6-7	17
		Medium	23-44	4	0.41-0.80	2	4-5	2	1	2	15-29	2	4-5	22
		Low	0-22	2	0-0.40	1	3	1	0	1	0-14	1	3	7
Ecoregion	Atlantic Dry Forests	Estreme	86-114	8	0.44-0.57	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9-11	6
		High	58-85	6	0.29-0.43	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7-8	2
		Medium	29-57	4	0.15-0.28	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4-6	8
		Low	0-28	2	0-0.14	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	0
	Atlantic Forests	Estreme	67-88	8	3.27-4.35	4	8-10	4	6-7	4	44-58	4	8-10	17
		High	45-66	6	2.18-3.26	3	6-7	3	4-5	3	29-43	3	6-7	27
		Medium	23-44	4	1.09-2.17	2	4-5	2	2-3	2	15-29	2	4-5	31
		Low	0-22	2	0-1.08	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	6
Cerrado Woodlands and Savannas	Estreme	114-151	8	2.39-3.17	4	8-9	4	8-10	4	42-55	4	9-11	8	
	High	75-113	6	1.59-2.38	3	6-7	3	5-7	3	28-41	3	7-8	36	
	Medium	38-74	4	0.8-1.58	2	4-5	2	2-4	2	15-27	2	4-6	84	
	Low	0-37	2	0-0.79	1	3	1	0-1	1	0-14	1	3	24	

Apêndice 3

Avaliação de impactos de acordo com o estabelecido nas diretrizes metodológicas do CVI-m. Tabela demonstrando os impactos observados nas cavernas estudadas (Impactos observados); o número de cavernas afetadas por cada um deles (Cavernas afetadas); o código de referência pelo qual serão chamados ao longo do trabalho (I (ref)); os efeitos considerados para cada impacto podendo ser: depleção (D), enriquecimento (E) e alteração (A); o potencial de impacto (Pot) e seu respectivo peso (p) podendo ser: intenso (I (p 2)) ou tênue (T (p 1)); a permanência estimada do impacto (Perm) e seu respectivo peso (p) podendo ser: contínua (C (p 3)), ou de curta duração (S (p 1)); o alcance do impacto (Rng) e seu respectivo peso (p) podendo ser: pontual (P (p 1)) ou geral (G (p 2)); e, por fim, o peso final atribuído a cada um dos impactos que será utilizado para calcular o grau de impacto das cavernas no CVI-m.

Impactos Observados	Cavernas afetadas	I (ref)	Ef	Pot	p	Perm	p	Rng	p	Peso final
Em área de mineração	25	1	D+A	I	2+2	C	3	G	2	9
Solo exposto	47	2	A	I	2	C	3	P	1	6
Vias de acesso	161	3	A	T	1	C	3	P	1	5
Processo erosivo	44	4	A	I	2	C	3	P	1	6
Assoreamento de cavernas	27	5	A	I	2	C	3	P	1	6
Queimada	1	6	A	I	2	S	1	P	1	4
Desmatamento	212	7	D	T	1	S	1	G	2	4
Atividades agropastoris	101	8	A	T	1	C	3	P	1	5
Depredação de espeleotemas	19	9	A	T	1	S	1	P	1	5
Resquícios de mineração antiga	18	10	D+A	I	2+2	C	3	P	1	8
Assoreamento de drenagem	15	11	D+A	I	2+2	C	3	P	1	8
Pichação	75	12	A	T	1	S	1	P	1	3
Compactação de solo	66	13	D	I	2	C	3	P	1	6
Construção de alvenaria	15	14	A	I	2	C	3	P	1	6
Fogueiras	4	15	D+A	I	2	S	1	G	2	5
Iluminação artificial	1	16	A+E	I	2+2	C	3	P	1	8
Captação de água	9	17	D	I	2	C	3	P	1	6
Controle de pragas	2	18	D	I	2	S	1	G	2	5
Poluição de curso d'água	3	19	A	I	2	C	3	P	1	6
Lixo	85	20	A	I	2	C	3	P	1	6

Appendix 3

Impacts assessment in accordance with the CVi-m methodological guidelines. Table showing the impacts observed in the studied caves (Observed impacts); the number of caves affected by each of them (Affected caves); the reference code by which they will be called throughout the work (I (ref)); the effects considered for each impact, which can be: depletion (D), enrichment (E) and alteration (A); the potential of the impact (Pot) and its respective weight (w) which can be: intense (I (p 2)) or tenuous (T (p 1)); the estimated permanence of the impact (Perm) and its respective weight (w) which can be: continuous (C (p 3)), or short-lived (S (p 1)); the scope of the impact (Rng) and its respective weight (w) which can be: punctual (P (p 1)) or general (G (p 2)); and finally, the final weight assigned to each of the impacts that will be used to calculate the degree of impact of the caves on the CVi-m.

Observed Impacts	Affected caves	"I (ref)"	Ef	Pot	w	Perm	w	Rng	w	Final weight
Inside a mining area	25	1	D+A	I	2+2	C	3	G	2	9
Bare soil	47	2	A	I	2	C	3	P	1	6
Access roads	161	3	A	T	1	C	3	P	1	5
Erosion	44	4	A	I	2	C	3	P	1	6
Cave siltation	27	5	A	I	2	C	3	P	1	6
Wildfire	1	6	A	I	2	S	1	P	1	4
Deforestation	212	7	D	T	1	S	1	G	2	4
Agropastoral activities	101	8	A	T	1	C	3	P	1	5
Depredation of speleothems	19	9	A	T	1	S	1	P	1	5
Remnants of old mining	18	10	D+A	I	2+2	C	3	P	1	8
Drainage siltation	15	11	D+A	I	2+2	C	3	P	1	8
Graffiti	75	12	A	T	1	S	1	P	1	3
Soil compaction	66	13	D	I	2	C	3	P	1	6
Masonry construction	15	14	A	I	2	C	3	P	1	6
Bonfire	4	15	D+A	I	2	S	1	G	2	5
Artificial lighting	1	16	A+E	I	2+2	C	3	P	1	8
Water collection	9	17	D	I	2	C	3	P	1	6
Pest control	2	18	D	I	2	S	1	G	2	5
Watercourse pollution	3	19	A	I	2	C	3	P	1	6
Littering	85	20	A	I	2	C	3	P	1	6