



35<sup>o</sup>  
Bonito - MS

ANAIS do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia  
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

CARDOSO, R.C.; SOUZA SILVA, M.; FERREIRA, R. L. Prioridades para conservação da fauna subterrânea das cavernas da região cárstica de Iuiú, Bahia, Brasil. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.678-687. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe\\_678-687.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_678-687.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

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

## PRIORIDADES PARA CONSERVAÇÃO DA FAUNA SUBTERRÂNEA DAS CAVERNAS DA REGIÃO CÁRSTICA DE IUIÚ, BAHIA, BRASIL

*PRIORITIES FOR CAVE FAUNA CONSERVATION AT THE IUIÚ LIMESTONE OUTCROP, BAHIA,  
BRASIL*

Rafael Costa CARDOSO (1,3); Marconi SOUZA SILVA (2,3); Rodrigo Lopes FERREIRA (2,3)

- (1) Universidade Federal de São João del Rei – UFSJ.
- (2) Universidade Federal de Lavras – UFLA.
- (3) Centro de Estudos Em Biologia Subterrânea – CEBS/UFLA.

Contatos: [uca\\_rafael@yahoo.com.br](mailto:uca_rafael@yahoo.com.br); [marconisilva@ufla.br](mailto:marconisilva@ufla.br); [drops@ufla.br](mailto:drops@ufla.br).

### Resumo

O rápido crescimento da população humana tem levado cada vez mais a impactos nos sistemas cársticos, muitas vezes afetando irreversivelmente a biodiversidade subterrânea. Portanto, a definição de áreas prioritárias para conservação de desta diversidade torna-se urgente. Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar as prioridades para a conservação da fauna de invertebrados em 18 cavernas da região cárstica de Iuiú, através do Índice de Prioridade de Conservação de Cavernas (CCPi), que considera a relevância biológica e o grau de impacto das cavernas. A riqueza total das cavernas foi de 325 espécies em um único evento de amostragem, sendo que 37 delas (11%) apresentaram indicativos de restrição ao ambiente subterrâneo (troglomorfismos). Entre as espécies troglóbias registradas, apenas *Iuiuniscus iuiuensis*, *Spelaeobochica iuiu*, *Iuiuia caeca* e *Loxocelus troglóbia* foram descritas. As espécies troglomórficas / troglóbias estão distribuídas em 50% das cavidades amostradas. Sete cavernas foram categorizadas com vulnerabilidade extremamente alta (38,9%), dez cavernas com alta vulnerabilidade (55,5%) e uma caverna com alta vulnerabilidade (5,5%). Mais de 90% das cavernas estudadas requerem atenção com emergência para receber ações de conservação. Seis cavernas apresentaram uma alta proporção de áreas desmatadas (> 50%). Além da singularidade da região em relação à riqueza e diversidade taxonômica de espécies troglóbias, o CCPi revelou uma alta proporção de cavernas com necessidade de ações emergenciais para conservação.

**Palavras-Chave:** conservação de cavernas; invertebrados; impactos ambientais.

### Abstract

*The fast growth of human population has increasingly led to impacts to karstic systems, many times affecting irreversibly the subterranean biodiversity. Therefore, the definition of priority areas for conservation of such diversity becomes an emergency. In this sense, the present study aimed to evaluate the priorities for the conservation of the invertebrate fauna in 18 caves of the karstic region of Iuiú, through the Cave Conservation Priority index (CCPi), which considers the biological relevance and the degree of impacts of the caves. The caves presented 325 species in a single sampling event, and 37 of them (11%) presented indicatives of restriction to the subterranean environment (with troglomorphisms). Among the troglotic species recorded, only *Iuiuniscus iuiuensis*, *Spelaeobochica iuiu* and *Iuiuia caeca* were described. The troglomorphic/troglotic species are distributed in 50% of the sampled caves. Seven caves were categorized with extremely high vulnerability (38.9%), ten caves with high vulnerability (55.5%) and one cave with high vulnerability (5.5%). In this sense, more than 90% of the studied caves requires attention with emergency to receive conservation actions. Six caves presented a high proportion of surroundings with deforestation (>50%). Besides the singularity of the region regarding the richness and taxonomic diversity of troglotic species, the CCPi revealed a high proportion of caves with need for emergency actions for conservation.*

**Keywords:** cave conservation; invertebrates; environmental impact.

### 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas cársticos de todo mundo vem sofrendo impactos diversos advindos das atividades humanas. (Hardwick; Gunn, 1993; Van-Beynen;

Townsend, 2005; Souza-Silva et al., 2015; Souza-Silva et al., 2017). Ameaças a esses sistemas provêm principalmente de atividades agropastoris, mineração e urbanização. O desmatamento e o

turismo também são atividades que podem alterar significativamente os sistemas cársticos. (Keith et al., 1997; Frumkin, 1999; Tihansky 1999; Day et al., 2007, 2009; Van-Beynen; Van-Beynen, 2011; Simões et al., 2014; Auler, 2016; Chen & Jiang, 2016).

Todos estes impactos podem afetar as cavernas, e levar a redução da diversidade biológica (Day et al., 2007; Parise, 2011; Pellegrini; Ferreira, 2012; Culver; Pipan, 2013; Souza-Silva et al., 2015; Pellegrini et al., 2016).

A presença de tais pressões humanas sobre os habitats subterrâneos e sua fauna requer estudos e programas para avaliar e monitorar a extensão desses impactos. (Day; Koenig, 2002, Parise; Gunn, 2007; Fleury, 2009; Van-Beynen; Van Beynen, 2011; Donato et al., 2014).

Na última década, a legislação brasileira vem sendo modificada permitindo assim que as cavernas possam ser suprimidas com base em atributos físicos e biológicos (Decreto N° 6.640/2008; IN MMA n° 2/2017). Nesse sentido, estudos propondo áreas para a conservação da fauna subterrânea tem sido conduzido de forma mais intensiva (Simões et al., 2014; Souza-Silva; Ferreira, 2015; Trajano et al., 2016; Souza-Silva; Ferreira, 2016; Souza-Silva et al., 2017) tendo aplicabilidade direta na conservação dos ambientes subterrâneos.

Nesse cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar a relevância biológica, impactos humanos e vulnerabilidade de cavernas calcárias da região cárstica de Iuiú, estado da Bahia, Brasil, utilizando o CCPi de Souza-Silva et al. (2015) para indicar cavernas prioritárias para receber ações de conservação.

## 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em 18 cavernas localizadas na região cárstica de Iuiú, nos municípios de Iuiú e Malhada, estado da Bahia, Brasil (Figura 1). A região, com 42 cavernas conhecidas (CANIE, 2019) e pertencente ao grupo Bambuí, situa-se na margem direita do rio São Francisco entre as coordenadas 14 ° 28'2.41 "S e 43 ° 34'31.38" W a 794 m de altitude. Está inserida na sub-região São Francisco, no domínio biogeográfico da Mata Atlântica (Silva; Casteleti, 2005), sendo caracterizada como uma área de transição composta por espécies de plantas com distintas histórias evolutivas. A Serra de Iuiú apresenta vegetação composta por florestas decíduais e semidecíduais, além de vegetação rupestre sobre afloramentos

carbonáticos (Apagua et al., 2014). Estudos também já encontraram uma fauna endêmica e ameaçada em cavernas conhecidas na região (Ratton et al., 2012; Souza et al., 2015; Hoch; Ferreira, 2016; Vasconcelos; Ferreira 2016, Souza; Ferreira, 2018).

### Caracterização da fauna nas cavernas

Os invertebrados foram amostrados em setembro e novembro de 2016 por meio de busca ativa em transectos (100 m de comprimento) priorizando locais como depósitos orgânicos (depósitos vegetais, carcaças, guano, etc) e potenciais micro-habitats (sob pedras, solo, fissuras, espeleotemas, etc), conforme proposto por Ferreira (2004) e Bento et al. (2016), bem como em quadrantes (1 m<sup>2</sup>). Amostras oportunistas também foram realizadas ao longo das cavernas para busca de invertebrados com características troglomorfas.

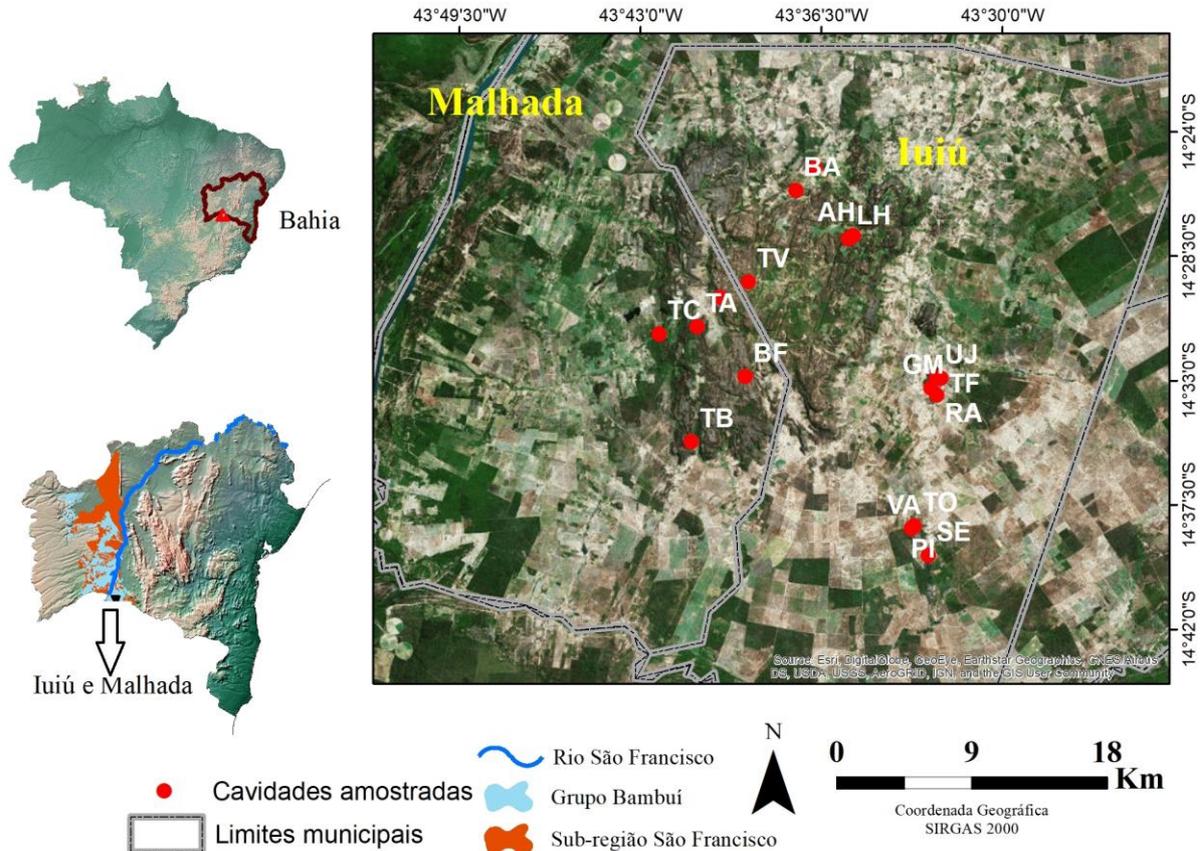
Todos os invertebrados foram identificados até o menor nível taxonômico acessível e separados em morfoespécies para o cálculo da riqueza total. Os espécimes encontram-se depositados na Coleção de Invertebrados Subterrâneos de Lavras (ISLA) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). A identificação de características denominadas "troglomorfismos" foi utilizada para caracterizar as espécies potencialmente troglóbias. Tais características variam entre os grupos, mas são frequentemente representadas pela redução da pigmentação, redução das estruturas oculares e alongamento dos apêndices (Culver; Wilkens, 2000).

Para avaliar as cavidades prioritárias para conservação na região estudada, utilizou-se o Índice de Prioridade de Conservação da Caverna (CCPi) proposto por Souza-Silva et al. (2015) com algumas adaptações (Os valores das classes de uso do solo extraídas a partir da classificação de imagens *Landsat 8* foram utilizados para quantificar a proporção de áreas desmatada no entorno de um raio de 250 m (PDA) em vez de presença / ausência de desmatamento).

O CCPi avalia as prioridades de conservação das cavernas através do grau de vulnerabilidade, que é estimado sobrepondo-se à relevância biológica (BR) ao grau de impacto humano (IH) (Souza-Silva et al., 2015). Aqui, em vez de IH, usamos PDA, principalmente porque as alterações humanas eram pontuais e escassas dentro das cavernas. A relevância biológica das cavernas foi determinada pela sobreposição de três variáveis: riqueza de espécies troglóbias / troglomórficas (Tg / bR) e riqueza total e relativa de espécies troglófilas

(TtfR e RtfR). Para cada variável foram utilizadas as seguintes categorias: “extremamente alta (peso 4), alta (peso 3), média (peso 2) e baixa (peso 1).

A relevância biológica e o grau de impacto foram somados e redistribuídos em quatro categorias (extremamente alta, alta, média, baixa) para definir as categorias de vulnerabilidade em que



**Figura 1:** Distribuição das cavernas carbonáticas (pontos vermelhos) nos maciços do municípios de Iuiú e Malhada, sudoeste da Bahia (Serra de Iuiú). Tocão (TC), Baixa da Fortuna (BF), Tapera d’Água (TA), Sumidouro das Vacas (SV), Toca Valada (TV), Baixão (BA), Lajedo da Veredinha (LV), Abrigo do Honorato (AH), Lapa do Honorato (LH), Urubu-Jatobá (UJ), Toca Fria (TF), Garganta do Macaco (GM), Raiz (RA), Vai Quem Quer (VA), Picoteamento (PI), Toca da Onça (TO), Sepultamento (SE) e Grutas Tabocas (GT).

as cavernas e sua fauna foram inseridas, segundo a metodologia de Souza-Silva et al. (2015). Embora todas as cavernas estudadas requeiram alguma ação de conservação, apenas as cavernas com vulnerabilidade extremamente alta e alta foram consideradas prioritárias para receber alguma ação com urgência. As ações sugeridas foram relacionadas a (1) descrição e quantificação da abundância de espécies com características troglomorfas, (2) recuperação do ambiente da caverna e (3) manutenção e conservação do entorno através da criação de uma Unidade de Conservação (Reservas Particulares do Patrimônio Natural - RPPNs).

### 3. RESULTADOS

Aproximadamente 11% das 325 morfoespécies de invertebrados registradas para as cavernas apresentaram características troglomórficas

(37 espécies), que estão distribuídas ao longo de pelo menos 16 ordens e 25 famílias (Tabela 1). A maior riqueza registrada foi de 60 espécies troglófilas. Apenas três cavernas foram categorizadas como com riqueza extremamente alta de fauna troglófila, seis outras cavernas foram categorizadas com alta riqueza, sete com média riqueza e duas com baixa riqueza.

Pelo menos quatro cavernas foram categorizadas com riqueza relativa de fauna troglófila extremamente alta, três outras cavernas foram categorizadas com alta riqueza, nove com média riqueza e duas com baixa riqueza.

A maior riqueza registrada de fauna troglomórfica / troglóbia foi de 16 espécies, e somente a caverna do Baixão foi categorizada com riqueza extremamente alta de fauna troglomórfica / troglóbia, enquanto outras três cavernas de altas,

duas cavernas de média e 12 de baixa riqueza de troglóbios. Não houve registro de espécies troglomórficas / troglóbias para 50% das cavidades amostradas.

As cavernas Lapa do Honorato e Tapera D'Água foram categorizadas como de extrema relevância biológica, dez cavernas foram

**Tabela 1:** Espécies Troglóbias/Troglomórficas amostradas nas cavernas da serra de Iuiú: Baixão (BA), Lapa do Honorato (LH), Sepultamento (SE), Baixa da Fortuna (BF), Tapera d'Água (TA), Sumidouro das Vacas (SM), Tapera d'Água (TA), Baixa da Fortuna (BF), Gruta Tabocas (GT), Tocão (TC), Raiz (RA).

Ordens	Taxa	BA	LH	SE	SM	TA	BF	GT	TC	RA
Isopoda	<i>Iuiuniscus iuiuensis</i>	1								
	Styloniscidae sp. 1a	1	1							1
	Styloniscidae sp. 1b							1		
	Styloniscidae sp. 1c						1			
	Styloniscidae sp. 1d					1				
	Styloniscidae sp. 2	1								
	Styloniscidae sp. 3		1							
	Styloniscidae sp. 4								1	
Collembola	<i>Arrhopalites</i> sp.	1				1				
Blattodea	Blattodea sp.	1	1				1	1		
Coleoptera	<i>Clivinina</i> sp.	1		1						
Auchenorrhyncha	<i>Iuiuia caeca</i>	1				1				
Geophilomorpha	Geophilomorpha sp.						1			
Lithobiomorpha	Lithobiomorpha sp.	1								
Scolopendromorpha	Cryptops			1						
Polydesmida	Chelodesmidae sp. 2									1
	Paradoxosomatidae sp. 1		1							
	Pyrgodesmidae sp. 1	1								
	Pyrgodesmidae sp. 2		1							
	Pyrgodesmidae sp. 3			1						
Spirostreptida	<i>Pseudonannolene</i> sp.						1			
N/I	Diplopoda sp. 2	1						1		
Araneae	Ochyroceratidae sp.	1		1		1				
	<i>Loxosceles troglobia</i>					1	1	1		
Opiliones	<i>Acantholibitia</i> sp.		1							
	Zalmoxidae sp.									
Palpigradi	Eukeneniidae sp.	1								
	Palpigradi sp.		1		1	1				
Pseudoscorpiones	<i>Spelaeobochica iuiu</i> *	1				1				
	<i>Spelaeobochica</i> sp.*	1				1	1	1		
	Chtoniidae sp.	1		1		1	1			
Pulmonata	Systrophiidae sp. 1		1							
	Systrophiidae sp. 2			1		1				
	Systrophiidae sp. 3						1			
	Systrophiidae sp. 4						1			
Zygentoma	Nicoletiidae sp. 1	1	1	1				1		

Diplura	Projapygidae sp. 1	1								
Riqueza Total		16	9	8	1	10	9	7	1	1

**Tabela 2:** Pesos de Riqueza Total ( $T_{tr}R$ ) e Relativa de invertebrados cavernícolas ( $R_{tr}R$ ) e Riqueza de troglóbios ( $T_{g/b}R$ ). Categorias de Relevância Biológica (BR), proporção de área desmatada no entorno (PDA) e Vulnerabilidade (VL). Categorias: Extremamente Alta (EH), Alta (H), Média (A), Baixa (L).

Cavernas	$T_{tr}R$	$R_{tr}R$	$T_{g/b}R$	BR ( $\Sigma$ )	BR (categoria)	PDA (categoria)	VL (categoria)
Baixa da Fortuna	2	2	3	7	H	L	H
Urubu Jatobá	4	1	1	6	H	L	H
Lajedo da Veredinha	2	2	1	5	A	L	H
Tocão	3	4	1	8	H	L	H
Garganta do Macaco	2	2	1	5	A	M	A
Tapera D'água	3	3	3	9	EH	L	EH
Gruta Tabocas	2	2	2	6	H	L	H
Lapa do Honorato	4	4	3	11	EH	M	EH
Sumidouro das Vacas	3	4	1	8	H	M	H
Abrigo Honorato	3	4	1	8	H	M	H
Toca da Onça	1	2	1	4	A	H	H
Picoteamento	2	2	1	5	A	H	H
Vai quem quer	2	2	1	5	A	H	H
Baixão	1	1	4	6	A	EH	EH
Toca Fria	4	2	1	7	H	EH	EH
Toca Valada	3	3	1	7	H	EH	EH
Raiz	2	3	1	6	H	EH	EH
Sepultamento	3	2	2	7	H	EH	EH

categorizadas como de alta relevância biológica e seis cavernas como média relevância biológica. Nenhuma caverna foi considerada com de baixa relevância biológica (Tabela 2).

A caverna de Sepultamento apresentou a maior área impactada, com 71% de área desmatada, e a caverna Tapera D'Água apresentou a menor área desmatada (apenas 7%). Cinco cavernas foram categorizadas com grau extremamente alto de PDA, três cavernas com alto grau, quatro com grau médio e seis com baixo grau (Tabela 2).

As cavernas Baixão, Lapa do Honorato, Tapera D'água, Sepultamento, Toca Valada, Gruta da Raiz e Toca Fria foram categorizadas como extremamente alta vulnerabilidade, dez cavidades como alta vulnerabilidade e uma como média (Tabela 2). Nenhuma caverna foi categorizada como de baixa vulnerabilidade (Tabela 2). Nesse sentido, mais de 90% das cavernas estudadas requerem atenção com emergência para receber ações de conservação (Tabela 3).

#### 4. DISCUSSÃO

Existem poucos estudos no Brasil com o objetivo de caracterizar cavernas prioritárias para ações de conservação (Souza-Silva et al., 2015; Simões et al., 2014; Souza-Silva; Ferreira, 2015; Rabelo et al., 2018). Como observado neste nosso estudo a maioria desses trabalhos apresentam uma alta proporção de cavernas que merecem prioridade para conservação em função da elevada riqueza da fauna e do alto grau de impactos.

A conservação de regiões cársticas com alta riqueza de espécies troglóbias tem sido uma estratégia interessante para preservar tais ambientes, uma vez que o status evolutivo e a distribuição restrita dessas espécies aumentam sua vulnerabilidade ao declínio e à extinção (Culver; Sket, 2000; Souza-Silva et al., 2014; Simões et al., 2014; Donato et al., 2014; Souza-Silva; Ferreira, 2015; Souza-Silva; Ferreira, 2016; Nitzu et al., 2018). Segundo Souza-Silva et al. (2015), muitos

**Tabela 3:** Ações sugeridas para a conservação das cavernas de alta e extremamente alta vulnerabilidade na serra de Iuiú, Bahia. Categorias de Vulnerabilidade (VL).

Cavernas	VL	Ações
Baixão	EH	Recuperação da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Toca Fria	EH	Recuperação da vegetação do entorno
Toca Valada	EH	Recuperação da vegetação do entorno
Raiz	EH	Recuperação da vegetação do entorno
Sepultamento	EH	Recuperação da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Tapera D'água	EH	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Gruta Tabocas	H	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Lapa do Honorato	EH	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Sumidouro das Vacas	H	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Abriço do Honorato	H	Manutenção da vegetação circundante e proteção contra o pisoteio pelo gado
Onça	H	Recuperação da vegetação do entorno
Picoteamento	H	Recuperação da vegetação do entorno
Vai quem quer	H	Recuperação da vegetação do entorno
Lapa da veredinha	H	Recuperação da vegetação do entorno
Baixa da Fortuna	H	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies
Urubu Jatobá	H	Recuperação da vegetação do entorno
Tocão	H	Manutenção da vegetação do entorno, incentivo à descrição das espécies troglomorficass e estudos sobre a dinâmica populacional destas espécies

índices tem sido usados para avaliar os impactos em cavernas e áreas cársticas para auxiliar nas ações de conservação, porém poucos deles incorporaram os componentes biológicos das cavernas na análise. Os invertebrados são frequentemente negligenciados nos programas de conservação da biodiversidade, porque sua importância ecológica é desconhecida do público em geral, um grande número espécies novas amostradas permanecem ainda não descritas e a distribuição das espécies já descritas ainda é praticamente desconhecida (Cardoso et al., 2011).

As estratégias de hotspots e spots de biodiversidade subterrânea não podem ser comparados ao CCPi porque eles geralmente não quantificam o grau de ameaça destes habitats (Souza-Silva; Ferreira, 2016).

Até o momento, o Brasil possui apenas duas cavernas ou sistema de cavernas com alta riqueza de troglóbios (considerados como hotspots de biodiversidade subterrânea), que abrigam mais de 20

espécies de troglóbios, a caverna Toca do Gonçalo no estado da Bahia e o sistema de cavernas Areias no estado São Paulo (Souza-Silva; Ferreira, 2016). Portanto, é importante destacar a caverna do Baixão, que apresenta pelo menos 16 espécies troglomórficas, o que faz dela uma caverna em potencial para se tornar um hotspot de biodiversidade subterrânea reforçando a necessidade de estudos mais detalhados sejam conduzidos nesta cavidade.

Ao contrário do que foi encontrado no presente estudo, quase todos os estudos que utilizaram o CCPi encontraram expressivo número de cavernas em condições de altíssimo grau de impacto (Souza-Silva et al., 2014; Souza-Silva; Ferreira, 2015; Rabelo et al., 2018).

A reduzida quantidade de impactos em cavernas de Iuiú pode estar relacionada à dificuldade de acesso às cavernas. Espera-se que em áreas de difícil acesso haja menor incidência de

impactos humanos. Muitas das cavernas na região de Iuiú estão situadas na Serra de Iuiú, que apresenta grandes áreas de afloramentos carbonáticos com formação de feições do tipo lapia, o que dificulta o acesso aos seres humanos (Santos et al., 2007). Por outro lado, os impactos causados pelo desmatamento e substituição da vegetação nativa por pastagens ou monoculturas devem ser considerados relevantes.

Alterações na vegetação em torno das cavernas podem alterar as condições de temperatura, umidade e iluminação nas entradas das cavernas, alterando assim as comunidades paraepígeas e consequentemente as hipógeas (Angilletta et al., 2002; Culver; Pipan, 2009).

O desmatamento representa uma das principais alterações em regiões cársticas, que podem causar sérios danos à biodiversidade epígeo e hipogênica. (Culver, 1982). A conservação da vegetação nativa em pelo menos 250 m em torno das cavernas, como sugerido pela lei brasileira, permite a formação de pequenos fragmentos florestais e pode manter do aporte de recursos para o ambiente subterrâneo além de proteger muitas espécies epígeas. (Tscharrntke et al., 2002). Segundo Auler (2016), proteger os 250 m ao redor das cavernas pode levar a proteção cavernas adjacentes e até resultar na proteção de grandes porções do carste.

O futuro da biodiversidade depende muito das ações de conservação em paisagens ocupadas por seres humanos (Daily et al., 2003). O primeiro passo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional de conservação é ter a melhor compreensão possível sobre a distribuição da biodiversidade

(Ceballos; García, 2013). A destruição dos habitats sem este conhecimento prévio pode levar a populações de animais geneticamente e demograficamente reduzidas (Travis, 2003).

Apesar de não terem sido registradas atividades de mineração na área de estudo, vale ressaltar ainda que todas as cavernas conhecidas região cárstica encontram-se inseridas em processos minerários cadastradas no DNPM (DNPM, 2019).

Considerando a alta riqueza, endemismos e distinção taxonômica das espécies cavernícolas obrigatórias aliadas à alta pressão de desmatamento, recomenda-se ações de proteção, manejo e conservação de cavernas com ações emergenciais para as cavernas com vulnerabilidade extremamente alta e alta (mais de 90% das cavernas). Estimular a criação de RPPNs ao redor das cavernas também deve ser extremamente importante para a manutenção das comunidades subterrâneas.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à equipe do Centro de Estudos em Biologia Subterrânea (CEBS), que ajudaram em campo. Os agricultores dos municípios de Iuiú e Malhada (Joãozinho, Tião, Chico e Honorato) que nos receberam e da Sociedade Excursionista e Espeleológica de (SEE) por disponibilizar os dados. Ao SISBIO pela autorização de coleta nº 55272-1/2016. Rodrigo Lopes Ferreira agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa nº304682/2014-4.

## REFERÊNCIAS

- ANGILLETTA, M.J. **Estimating and comparing thermal performance curves**. Journal of Thermal Biology, v. 31, n. 7, p. 541-545, 2006.
- APGAUA, D.M.G.S.; PEREIRA, D.G.S.O.M.; PIRES, G.G. **Beta-diversity in seasonally dry tropical forests (SDTF) in the Caatinga Biogeographic Domain, Brazil, and its implications for conservation**. Biodiversity and conservation, v.23, n.1, p. 217-232, 2014.
- AULER, A.S. **Cave protection as a karst conservation tool in the environmentally sensitive Lagoa Santa karst, southeastern Brazil**. Acta Carsologica, v.45, n.2, p.131-145, 2016.
- BENTO, D.D.M.; FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; SOUZA-SILVA, M.; BELLINI, B.C.; VASCONCELLOS, A. **Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil**. Journal of Cave and Karst Studies, v.78, n.2, p.61, 2016.

- CANIE/CECAV. **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas.** Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie>. Acesso em 12 Mar.2019.
- CARDOSO, G.M.; BUENO, A.A.P.; FERREIRA, R.L. **A new troglolithic species of *Hyaella* (Crustacea, Amphipoda, Dogielinotidae) from Southeastern Brazil.** Nauplius, v.19, n.1, p. 17–26, 2011.
- CEBALLOS, G.; GARCÍA, A. Challenges and Opportunities for Conservation of Mexican Biodiversity. In: GIBSON, L.; RAVEN, P.H.; INOGWABINI, B.I.; LEADER-WILLIAMS, N.; GEBRESENBET, F.; DANIEL, W.; JENKINS, R.K. **Conservation Biology: Voices from the Tropics**, 2013, p. 105-112.
- CHEN, Y.; JIANG, Y. **The effects of agricultural activities and atmospheric acid deposition on carbonate weathering in a small karstic agricultural catchment, southwest china.** Acta Carsologica, v.45, n.2, p.161-172, 2016.
- CULVER, D.C. **Cave life.** Cambridge, Harvard Univ., Massachusetts, 1982, 189 p.
- CULVER, D.C.; PIPAN, T. **The biology of caves and other subterranean habitats.** Oxford University Press, London, 2009, 276 p.
- CULVER, D.C.; PIPAN, T. Subterranean Ecosystems. In: Levin, S.A. **Encyclopedia of Biodiversity.** Academic Press, 2013, p. 49–62.
- CULVER, D.C.; SKET, B. **Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells.** Journal of Cave and Karst Studies, v.62, p. 11–17, 2000.
- CULVER, D.C.; WILKENS, H. Critical review of the relevant theories of the evolution of subterranean animals. In: WILKENS, H.; CULVER, D.C.; HUMPHREYS, W.F. **Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems**, Amsterdam, Elsevier, v. 30, p. 381–398, 2000.
- DAILY, G.C.; CEBALLOS, G.; PACHECO, J.; SUZÁN, G.; SÁNCHEZ- AZOFEIFA, A. **Countryside biogeography of neotropical mammals: conservation opportunities in agricultural landscapes of Costa Rica.** Conservation biology, v.17, n.6, p.1814-1826, 2003.
- DAY, M.J.; CHENOWETH, M.S. Potential impacts of anthropogenic environmental change on the Caribbean karst. In: BARKER, B.; DODMAN, D.; MCGREGOR, D. **Global change and Caribbean vulnerability.** University of the West Indies Press, Kingston, 2009, p. 100–122.
- DAY, M.J.; KOENIG, S. **Cave monitoring priorities in Central America and the Caribbean.** Acta Carsologica, v.30, p. 123–134, 2002.
- DAY, M.J. Natural and anthropogenic hazards in the karst of Jamaica. In: DAY, M.J.; PARISE, M.; GUNN, J. **Natural and Anthropogenic Hazards in Karst Areas: Recognition, Analysis and Mitigation.** Geological Society, London, Special Publications, 2007, 279p.
- BRASIL. **Decreto nº 6.640, 07 novembro de 2008, dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto no 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.** 2008.
- BRASIL. **Instrução Normativa/MMA nº 2, de 30/08/2017 -- Estabelece metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas (regulamenta o art. 5º do Decreto nº 6.640/2008 e revoga a IN/MMA nº 2/2009).** 2017
- DNPM. **Sistemas de Informações Geográficas (SIGMINE).** Disponível em: <http://sigmine.dnpgm.gov.br/webmap/>. Acesso em 20 Mar 2019.

- DONATO, C.R.; RIBEIRO, A.D.S.; SOUTO, L.D.S. **A conservation status index, as an auxiliary tool for the management of cave environments.** International Journal of Speleology, v.43, p. 315-322, 2014.
- FERREIRA, R.L. **A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos.** 2004. 161p. Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte.
- FLEURY, S. **Land use policy and practice on karst terrains Living on Limestone.** Springer, 2009, 187 p.
- FRUMKIN, A. **Interaction between Karst, water and agriculture over the climatic gradient of Israel.** International Journal of Speleology, v.28b, p. 99-110, 1999.
- HARDWICK, P.; GUNN, J. **The impact of agriculture on limestone caves.** Catena Supplement, v.25, p. 59-98, 1993.
- HOCH, H.; FERREIRA, R. ***Iuiuia caeca* gen. n., sp. n., a new troglobitic planthopper in the family Kinnaridae (Hemiptera, Fulgoromorpha) from Brazil.** Deutsche Entomologische Zeitschrift, v.63, n. 2, p. 171-181, 2016.
- KEITH, J.H.; BASSESTT, J.L.; DUWELIUS, J.A. Findings from MOU-related karst studies for Indiana State Road 37, Lawrence County, Indiana. In: **The engineering geology and hydrogeology of karst terranes. 6th Annual Multidisciplinary Conference on Sinkholes, Engineering, and Environmental Impacts,** 1997, p. 157-171.
- NITZU, E.; VLAICU, M.; GIURGINCA, A.; MELEG, I.N.; POPA, I.; NAE, A.; BABA, Ş. **Assessing preservation priorities of caves and karst areas using the frequency of endemic cave-dwelling species.** International Journal of Speleology, v.47, n.1, p. 43-52, 2018.
- PARISE, M. Some Considerations on Show Cave Management Issues in Southern Italy. In: Van Beynen, P. **Karst Management.** Springer, Dordrecht, 2011, p. 159-167.
- PARISE, M.; GUNN, J. **Natural and anthropogenic hazards in karst areas: recognition, analysis and mitigation.** Geological Society of London, 2007, 202 p.
- PELLEGRINI, T.G.; FERREIRA, R.L. **Management in a neotropical show cave: planning for invertebrates conservation.** International Journal of Speleology, v.41, n.2, p. 361-368, 2012.
- PELLEGRINI, T.G.; SALES, L.P.; AGUIAR, P.; FERREIRA, R.L. **Linking spatial scale dependence of land-use descriptors and invertebrate cave community composition.** Subterranean Biology, v.5, p. 1-9, 2016.
- 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, p. 1-33, 2018.
- RATTON, P.; MAHNERT, V.; FERREIRA, R.L. **A new cave-dwelling species of Spelaeobochica (Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Brazil.** The Journal of Arachnology, v.40, p. 274-280, 2012.
- SANTOS, T.F.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; TIMO, M.B.; SIMÕES, P.R.; VIEIRA, F.F.; MORAIS, F.; ROBERTO, G.G.; OLIVEIRA, G.P.C.; OLIVEIRA, S.O.; FERREIRA, A.S.; PAULA, H.C. **Serra do Iuiú, BA: Um grande potencial espeleológico.** Revista Espeleologia da Sociedade Excursionista e Espeológica, v.12, p. 9-29, 2007.
- SILVA, J.M.C.; CASTELETI, C.H.M. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. **Mata Atlântica: Biodiversidade, ameaças e perspectivas.** Fundação SOS Mata Atlântica, 2005, p.43-59.

- 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.
- SOUZA, L.A.; FERREIRA, R.L.; SENNA, A.R. **Amphibious shelter-builder Oniscidea species from the New World with description of a new subfamily, a new genus and a new species from Brazilian Cave (Isopoda, Synocheta, Styloniscidae).** PloS one, v. 10, n. 5, p. e0115021, 2015.
- SOUZA, M.F.; FERREIRA, R.L. **A new highly troglomorphic Loxosceles (Araneae: Sicariidae) from Brazil.** Zootaxa, v. 4438, n.3, p. 575-587, 2018.
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R.P.; FERREIRA, R.L. **Cave conservation priority index to adopt a rapid protection strategy: a case study in Brazilian Atlantic rain forest.** Environmental management, v.55, n. 2, p. 279-295, 2015.
- SOUZA-SILVA, M.; RATTON, P.; ZAMPAULO, R.; FERREIRA, R.L. **Is an outstanding environment always preserved? When the most diverse cave in subterranean species becomes one of the most endangered in a landscape.** Revista Brasileira de Espeleologia, v. 2, p. 26-48, 2017.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. **Cave invertebrates in Espírito Santo state, Brazil: a primary analysis of endemism, threats and conservation priorities.** Subterranean Biology, v.16, n.1, p. 79-102, 2015.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. **The first two hotspots of subterranean biodiversity in South America.** Subterranean Biology, v. 19, n. 1, p. 1-21, 2016.
- TIHANSKY, A.B. **Sinkholes, west-central Florida. Land subsidence in the United States.** US geological survey circular, v. 1182, p.121-140, 1999.
- TRAVIS, J.M.J. **Climate change and habitat destruction: a deadly anthropogenic cocktail.** Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences, v. 270, p. 467-473, 2003.
- TSCHARNTKE, T.; STEFFAN- DEWENTER, I.; KRUESS, A.; THIES, C. **Characteristics of insect populations on habitat fragments: a mini review.** Ecological research, v. 17, n.2, p. 229-239, 2002.
- VAN BEYNEN, P.; TOWNSEND, K.A. **Disturbance index for karst environments.** Environmental Management, v.36, n.1, p. 101-116, 2005.
- VAN BEYNEN, P.E.; VAN BEYNEN, K.M. Human disturbance of karst environments. In: VAN BEYNEN, P.E. **Karst Management.** New York, Springer, 2011, p. 379-397.
- VASCONCELOS, A.C.O.; FERREIRA, R.L. **Description of two new species of Charinus Simon, 1892 from Brazilian caves with remarks on conservation (Arachnida: Amblypygi: Charinidae).** Zootaxa, v. 4072, n. 2, p. 185-202, 2016.