

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS
NATURAIS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E BIOLOGIA EVOLUTIVA**



Jonas Eduardo Gallão

**ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DADOS DE DISTRIBUIÇÃO DA FAUNA
TROGLÓBIA BRASILEIRA COM PROPOSTAS DE ÁREAS PRIORITÁRIAS
PARA PROTEÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas

Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Maria Elina Bichuette

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

G163ec Gallão, Jonas Eduardo.
Estado de conservação e dados de distribuição da fauna troglóbia brasileira com propostas de áreas prioritárias para proteção / Jonas Eduardo Gallão. -- São Carlos : UFSCar, 2012.
93 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2012.

1. Conservação. 2. Troglóbio. 3. Livro vermelho. 4. Áreas prioritárias. I. Título.

CDD: 574.5247 (20ª)

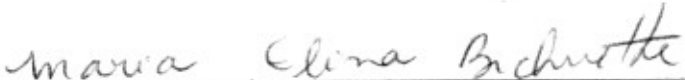
Jonas Eduardo Gallão

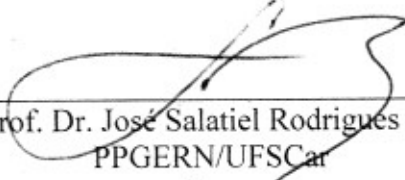
**ESTADO DE CONSERVAÇÃO E DADOS DE DISTRIBUIÇÃO DA FAUNA
TROGLÓBIA BRASILEIRA COM PROPOSTAS DE ÁREAS PRIORITÁRIAS
PARA PROTEÇÃO**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Aprovada em 08 de maio de 2012

BANCA EXAMINADORA

Presidente 
Profa. Dra. Maria Elina Bichuette
(Orientadora)

1º Examinador 
Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires
PPGERN/UFSCar

2º Examinador 
Prof. Dr. Douglas Zeppelini Filho
Universidade Estadual da Paraíba

À fauna subterrânea brasileira, que tem sobrevivido bravamente,

Dedico....

It's a long way to the top if you wanna rock 'n' roll
AC/DC

Agradecimentos

Agradeço imensamente a Prof. Dra. Maria Elina Bichuette a quem tenho muito respeito, amizade, apreço e não me auxiliou só intelectualmente durante este período, mas me mostrou que a conservação não é uma luta perdida, mesmo sendo poucos os que acreditam nesta ideia. À Capes pelo auxílio financeiro, sem o qual não conseguiria realizar este trabalho. Agradeço aos meus pais, Joel Aparecido Gallão e Diva Maria Pivetta Gallão, por todo incentivo constante, apoio incondicional durante todos os anos de minha vida e por martelar em minha cabeça que a honestidade deve ser a índole de qualquer homem e a minha irmã, Livia Carolina Gallão, pela amizade fraterna da qual sempre cultivamos. Às minhas avós e tia, Isaura Bocalon Pivetta, Hilma Luciana Vieira Gallão e Ana Cláudia Gallão, por estarem presentes na minha vida. Aos sempre prestativos e alegres companheiros de laboratório, pelas conversas biológicas ou não e principalmente pelas cervejas aos finais de tarde.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I: A FAUNA TROGLÓBIA BRASILEIRA E SEUS GRAUS DE AMEAÇA	3
1. Introdução	4
2. Materiais e Métodos	10
3. Resultados	13
3.1. Riqueza e representatividade da fauna troglóbia brasileira	13
3.2. Principais ameaças atuais	29
3.3. Proposta de áreas prioritárias para conservação de troglóbios: o caso da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia	31
4. Discussão	34
5. Considerações finais	38
6. Referências Bibliográficas	39
CAPÍTULO II: A LISTA DE FAUNA AMEAÇADA E OS ENTRAVES PARA A INCLUSÃO DE ESPÉCIES – O EXEMPLO DOS PEIXES TROGLÓBIOS BRASILEIROS	45
1. O meio subterrâneo – definição e conceitos	46
2. Peixes troglóbios brasileiros e a inserção das espécies no Livro Vermelho	48
3. Considerações finais	53
4. Agradecimentos	54
5. Referências Bibliográficas	54
CAPÍTULO III: UM NOVO <i>HOTSPOT</i> PARA A FAUNA SUBTERRÂNEA BRASILEIRA: A NOTÁVEL IGATU, CHAPADA DA DIAMANTINA, BAHIA CENTRAL	59
1. Resumo	60
2. Abstract	60
3. Introdução	62

4. Materiais e Métodos	65
4.1. Área de estudo	65
4.2. Amostragens	67
4.3. Análise dos dados	69
5. Resultados	69
6. Discussão	75
7. Agradecimentos	79
8. Referências Bibliográficas	79
9. Apêndice 1	85

RESUMO

No presente trabalho, analisamos a fauna subterrânea brasileira, em relação ao seu *status* de conservação atual, contemplando o conhecimento de sua biodiversidade, as ameaças à conservação deste ambiente e a atual legislação pertinente ao nosso patrimônio espeleológico. O trabalho foi dividido em capítulos, para fins de publicação. No capítulo I apresentamos listas faunísticas de troglóbios brasileiros (com descrições formais e os ainda não descritos, totalizando um mínimo de 252 espécies), suas distribuições, além das principais causas de destruição/ameaça do meio subterrâneo. Ainda, propomos a região da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia, como uma área prioritária para conservação, visto que a pressão minerária e outros fatores podem dizimar as cavernas dessa região, biologicamente importantes. Para o capítulo II, versamos sobre as dificuldades de inserção de espécies às Listas de Fauna Ameaçada de Extinção e efetiva proteção destas, com um estudo de caso de peixes troglóbios brasileiros. Problemas como o impedimento taxonômico, variações geográficas e a inserção somente de binômios (*Gênero espécie*) são abordados. No capítulo III, elegemos um novo *hotspot* de fauna subterrânea neotropical, as cavernas quatzíticas de Igatu, no centro da Chapada Diamantina, Bahia central. Além disso, testamos um dos itens da Instrução Normativa nº 2 do Decreto 6.640, o qual legisla sobre as cavernas brasileiras em estudos de impactos ambientais e mostramos que nenhuma lei ambiental para o meio hipógeo é protecionista.

Palavras-chave: Troglóbios, Brasil, Conservação, Lista Vermelha, Áreas Prioritárias.

ABSTRACT

In this paper, we analyzed the Brazilian subterranean fauna, in relation to the actual conservation status, considering the knowledge of its biodiversity, threats to the conservation of this environment and the current legislation relevant to our speleological heritage. The work was divided into chapters, for publication purposes. In chapter I, we present faunal lists of Brazilian troglobitic species (with formal descriptions and not yet described, totaling a minimum of 252 species), their distributions, besides the main causes of destruction / threat of subterranean realm. Still, we propose the Serra do Ramalho, southwestern Bahia state, as a priority area for conservation, since the pressure mining and other factors could decimate the caves of this region biologically important. In chapter II, we discuss about the difficulties of species inclusion in the Red List, and its effective protection, with a case study of Brazilian troglobitic fishes. Problems such as the taxonomic impediment, geographical variations and inclusion only of binomials (*Genus species*) are discussed. In chapter III, we elected a new hotspot for neotropical subterranean fauna, quartzitic caves from Igatu, in the center region of Chapada Diamantina, central Bahia state. In addition, we tested one of the items of the *Instrução Normativa No. 2 of Decreto 6640*, which legislates about environmental impact studies of Brazilian caves and we demonstrate that there is not any protectionist law for our subterranean environment.

Key-words: Troglobites, Brazil, Conservation, Red List, Priority areas.

Capítulo I

A fauna troglóbia brasileira e seus graus de ameaça

Introdução

Os espaços interconectados do subsolo, formados principalmente por dissolução em rocha maciça e compondo um sistema funcional único, constituem o meio hipógeo ou subterrâneo, o qual pode ser preenchido por água ou ar (Howarth 1983; Juberthie 2000).

A característica intrínseca mais evidente de ambientes subterrâneos é a ausência permanente de luminosidade, acarretando na exclusão de organismos fotoautotróficos e conseqüentemente na limitação energética, tendendo à escassez alimentar (Poulson & White 1969; Poulson & Lavoie 2000). Ainda, devido ao efeito tampão da rocha, o meio hipógeo tende à estabilidade ambiental em relação à temperatura e à saturação (Culver 1982, Moore & Sullivan 1997). Como consequência destas condições peculiares, poucos organismos podem colonizar efetivamente o meio subterrâneo e aí sobreviver (Barr 1968).

As espécies encontradas no meio hipógeo são classificadas de acordo com a ocorrência e a dependência do meio subterrâneo sob cunho ecológico-evolutivo. Segundo Schinner-Racovtza (1907) as populações subterrâneas são divididas em troglófilos, troglóbios e troglófilos. Os troglóbios representam o grau mais elevado de dependência em relação ao meio subterrâneo, evoluindo em isolamento sob o regime seletivo particular deste ambiente e acumulando especializações em relação aos parentes epígeos. Segundo Trajano (2012), os troglóbios são populações fonte exclusivamente subterrâneas e não são mais capazes de colonizarem a superfície.

Populações obrigatoriamente subterrâneas originaram-se dos mais diversos grupos taxonômicos e geralmente apresentam uma série de autapomorfias que podem estar relacionadas ao isolamento subterrâneo (Trajano 2003). Dentre as especializações mais

conspícuas estão a redução ou ausência de olhos e pigmentação, assim como, modificações em padrões comportamentais (Langecker 1989). Além disso, o desenvolvimento de caracteres que permitem a sobrevivência em contínua escuridão, como o aumento de órgãos sensoriais não dependentes da visão, também são considerados troglomorfismos (Holsinger & Culver 1988; Wilkens 2010).

O conhecimento sobre a distribuição geográfica dos troglóbios ainda é muito fragmentado, mesmo no continente europeu, onde estudos já vêm sendo realizados há muito mais tempo do que no Brasil (e.g. Laurenti 1768; Schreibers 1801). Um exemplo de um estudo detalhado foi o Projeto PASCALIS (*Protocols for Assessment and Conservation of Aquatic Life In the Subsurface*), que visou o estabelecimento de um banco de dados georreferenciado, revelando o presente grau de conhecimento sobre os padrões de distribuição da fauna subterrânea aquática europeia. Para tal, este projeto desenvolveu um esquema estratificado de amostragens, validando um Plano de Ação específico para a conservação da biodiversidade troglóbia aquática em termos continentais (Gibert 2001). Assim, é de extrema relevância o início de projetos como este no Brasil, país com relevante fauna peixes subterrâneos (e.g., Bichuette & Trajano 2003, 2005; Trajano & Bichuette 2006, Proudlove, 2010).

A fauna troglóbia do Brasil é relativamente pobre em comparação com outros países, como por exemplo, a Austrália, Eslovênia e Estados Unidos, respectivamente com mais de 750 (somente a metade Oeste), 350 e 1.300 troglóbios (Sket 2007; Guzik et al 2011). Este fato pode ter relação com as poucas áreas cársticas em relação ao tamanho territorial ou a flutuações climáticas mais brandas durante as glaciações do Pleistoceno nos trópicos (Moore 1964; Barr 1973), as quais são consideradas condutoras na origem da fauna subterrânea no hemisfério norte (Barr 1968; Peck 1980). Entretanto, segundo Trajano (1995), a falta de amostragens é um dos principais fatores

do moderado número de troglóbios no Brasil. Atualmente, o Brasil possui cerca de 7.000 cavernas cadastradas (Cadastro Nacional de Cavernas – Sociedade Brasileira de Espeleologia 2012) e um potencial espeleológico para mais de 100.000 (Auler et al. 2001), dentre estas, por volta de 600 cavernas foram estudadas em relação à fauna (E. Trajano e M.E. Bichuette obs. pess.). Porém este número reflete os estudos que de alguma forma são finalizados e originam dados publicados, deste modo, estamos desconsiderando estudos realizados em licenciamentos ambientais ilícitos nos quais os dados biológicos ficam sob sigilo empresarial.

Diferenças marcantes entre a fauna subterrânea brasileira e de outras regiões são a ausência de anfíbios troglóbios, a baixa diversidade de invertebrados aquáticos e o elevado número de peixes troglóbios, alcançando o segundo lugar em termos mundiais (Trajano & Bichuette 2010a).

A primeira lista da fauna hipógea brasileira foi publicada na década de 1980, englobando cinco áreas cársticas (Dessen et al 1980). Desde então, as listas de fauna subterrânea brasileira foram continuamente revisadas (Trajano, 1987; Trajano & Gnaspini 1991; Gnaspini & Trajano 1994; Pinto-da-Rocha 1995; Trajano & Bichuette 2010b). Entretanto, o imenso intervalo temporal destes estudos torna-se um entrave à conservação do meio hipógeo. Segundo Alho (2008), se continuarmos com a exploração predatória e irregular dos recursos naturais, o risco da perda de nossa biodiversidade é elevado. Ainda, há um abismo entre o valor da biodiversidade e o potencial futuro, devido à falta de conhecimento científico (Alho 2008). Nos tempos atuais, em que as taxas de extinção provocadas por atividades e distúrbios humanos são altas (Pimm et al 1995), o conhecimento da biodiversidade, desde levantamentos faunísticos a estudos taxonômicos completos, torna-se uma ferramenta fundamental na identificação de ameaças à biodiversidade, deste modo, podemos priorizar esforços na pesquisa e nos

recursos financeiros, delimitando a área de ocorrência da espécie, fundamental ao estabelecimento de endemismos e desenvolvendo as melhores políticas de conservação (Brooks et al 2006).

Na legislação brasileira, cavernas eram protegidas pelo Decreto 99.556, de 1º de outubro de 1990, em seu Art. 1º - “as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional constituem patrimônio cultural brasileiro” e Art. 2º - “a utilização naturais das cavidades subterrâneas e de sua área de influência deve fazer-se consoante a legislação específica, e somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do respectivo equilíbrio ecológico”. Entretanto, no Brasil, quando a legislação torna-se um obstáculo a empreendimentos minerários e estes se sobrepõe a áreas relevantes para a biodiversidade, muda-se a lei (Trajano 2010). Deste modo, foi assinado o Decreto 6.640 no ano de 2008, com a proposição de sua respectiva Instrução Normativa (IN) nº 2, de 20 de agosto de 2009, estereotipando as cavernas em graus de relevâncias, o que permite a destruição total daquelas que não apresentam os atributos de relevância máxima, listadas a seguir (somente atributos relacionados à biologia, de um total de onze).

VI – abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais;

VII – habitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos;

VIII – habitat de troglóbio raro;

IX – interações ecológicas únicas;

No entanto, como princípio básico da ciência, nós não podemos provar a não existência de dado atributo, requisitos para a classificação das cavernas neste novo decreto (Trajano 2010). Ainda, a IN encontra-se em fase de revisão, e os atributos que denotam relevância máxima podem ser modificados e/ou excluídos dependendo dos interesses dos revisores.

O reconhecimento da importância e da fragilidade dos ecossistemas subterrâneos pelos órgãos governamentais tem ficado claro na inclusão de troglóbios nas listas de espécies ameaçadas de extinção (D.O.U. de 28/05/2004). Entretanto, um dos problemas das listas de fauna ameaçada é a não inclusão de espécies que ainda não apresentam descrição formal, deste modo, muitas populações cavernícola estão totalmente desprotegidas. Isto está diretamente relacionado ao “impedimento taxonômico à conservação da biodiversidade” (Wheeler et al. 2004). Além da falta de taxonomistas, projetos de taxonomia ou que visem a formação de novos taxonomistas recebem pouco financiamento e a infraestrutura dos museus e coleções é inadequada e mesmo incipiente em muitos países (Collevatti 2011).

Entre as justificativas científicas levantadas para a conservação de espécies subterrâneas, aparecem questões relacionadas com suas origens e ao papel dos fatores históricos, ecológicos e genéticos durante sua evolução. Ainda, além de critérios relativos à cultura e ao turismo local, a seleção de áreas destinadas à proteção de ecossistemas subterrâneos deve basear-se em critérios científicos, entre eles os relacionados a fenômenos de alto interesse biológico, que contemplam aspectos sobre a ecologia e a evolução da fauna (Sket, 1992; Trajano 2001). Segundo Howarth (1983), a conservação de ambientes subterrâneos não é relevante somente em termos de conservação da biodiversidade, mas são importantes laboratórios naturais para estudos de processos evolutivos de adaptação e especiação.

É de amplo consenso que ecossistemas subterrâneos são frágeis, altamente vulneráveis a alterações ambientais. Além do elevado grau de endemismo de muitos de seus componentes (troglóbios), em geral esses organismos são pouco tolerantes a fatores de estresse tais como alteração de hábitat, flutuações ambientais não-naturais, poluição química, eutrofização, entre outros. Outro fator que os torna frágeis é a

comum dependência de nutrientes importados do meio epígeo; são poucas as exceções, como as raras cavernas com cadeias alimentares baseadas em organismos quimioautotróficos (Hüppop, 2000). Cabe ainda ressaltar que populações subterrâneas são freqüentemente pequenas, com baixa capacidade de restabelecimento (Poulson 1964; Culver 1982).

No presente trabalho elaboramos uma lista sistemática dos troglóbios brasileiros descritos e não descritos formalmente, elencando áreas relevantes com elevadas diversidades, táxons relictos (antigos), além dos principais graus de ameaça. Para tal, dados de literatura e visitas a diferentes regiões com ocorrência de cavernas foram consideradas, visando o estabelecimento das ameaças e distribuições geográficas, além de registro de novos troglóbios. Estes dados serão usados na revisão da Lista de Fauna Ameaçada de Extinção (recorte troglóbios), a qual está em andamento, propondo proteção efetiva desta fauna. Por fim, os resultados foram utilizados no estabelecimento de áreas prioritárias para conservação (Serra do Ramalho – apresentada no presente capítulo e Igatu - apresentada no Capítulo III, em formato de manuscrito a ser submetido ao periódico *Tropical Zoology*).

Materiais e Métodos

Foram elaboradas duas listas faunísticas (uma de troglóbios descritos e outra de não descritos), compiladas a partir de revisão bibliográfica e dados ainda não publicados de diferentes pesquisadores brasileiros (citados nas tabelas). Na lista das espécies descritas, foram incluídas aquelas em que na descrição o(s) autor(es) assim as classificaram, mesmo os casos em que a classificação ecológico-evolutiva tenha sido dúvida. Para a listagem de espécies troglomórficas não descritas, foram utilizados registros de ocorrência publicados, além de dados dos autores (observações pessoais), com a identificação até o nível hierárquico mais preciso possível. Sendo assim, o *status* cavernícola destes táxons pode ser comprovado ou refutado.

Em adição, viagens a campo foram realizadas durante o andamento do presente trabalho para melhor conhecimento/estabelecimento da fauna cavernícola brasileira. Ainda, dados coletados por Maria Elina Bichuette antes do início deste também foram utilizados.

Listamos a seguir todas as localidades visitadas e respectivas datas.

Tabela 1 – Algumas localidades visitadas e contempladas no presente trabalho para verificação de distribuição e ocorrência de troglóbios brasileiros.

Estado	Município	Data
Minas Gerais	Vazante	Junho de 2008.
	São Roque de Minas	Outubro de 2010 e Junho 2011
	Presidente Olegário	Maior de 2008.
	Caeté	Março de 2012.
	Itacarambi	Junho de 2010.
Bahia	Morro do Chapéu	Maior de 2009.
	Carinhanha	2000, 2005, 2006 e Setembro de 2008.
	Igatu/Andaraí	Janeiro e Julho de 2007, Julho de 2008, Agosto de 2009, Janeiro/Fevereiro de 2010, Maio de 2010, Junho/Julho de 2010, Agosto de 2010, Outubro de 2010 e Março de 2012.
	Lençóis	Fevereiro de 2010 e Março de 2012.
	São Desidério	Julho/Agosto de 2008, Novembro de 2008, Outubro/Novembro de 2011.
Goiás	São Domingos	Abril de 2010, Abril de 2011, Outubro de 2011 e

		Fevereiro de 2012.
	Posse	Outubro de 2011
Pará	Altamira	Abril de 2009, Julho de 2009, Dezembro de 2010 e Abril de 2011.
São Paulo	Iporanga/Apaí/Eldorado	Agosto de 2010.
	Altinópolis	Junho de 2011.

Nestas ocasiões de visita, os exemplares coletados foram fixados em álcool 70% (maioria dos invertebrados terrestres), formol 4% (alguns invertebrados aquáticos, como crustáceos) e formol 10% com posterior preservação em álcool 70% (peixes). Os peixes foram eutanasiados com superdosagem de benzocaína, para posterior fixação. O material biológico coletado foi trazido ao Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES) da UFSCar e, após triagem, parte deste foi destinada aos especialistas de diversos grupos em coleções fiéis depositárias, para correta identificação ou mesmo confirmação dos grupos registrados, entre estas: Instituto Butantan, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Laboratório de Orthoptera/UNESP-Botucatu; Laboratório de Sistemática e Biogeografia de Diptera/USP; Museu de Zoologia/USP); coleção de Collembola da UEPB. Material de referência foi também depositado na coleção científica do LES/UFSCar. Material coletado em expedições pretéritas foi doado pela Profa. Dra. Eleonora Trajano do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e encontra-se em estudo e tombamento junto ao LES/UFSCar.

As coordenadas geográficas foram tomadas nas entradas das cavernas com aparelho de georreferenciamento (marca Garmin, modelo Map 60CSx), adquirido com verba de Projeto FAPESP (2008/05678-7). Para a confecção dos mapas de localização, as coordenadas, tanto as tomadas em campo como as obtidas de revisão bibliográfica, foram inseridas usando o programa Google Earth (versão 6.1.0.5001, 2012).

A decisão por utilizar os municípios em detrimento das cavernas, foi feita pela grande quantidade de mapas que seriam necessários para englobar todas as cavernas com troglóbios. Além disso, muitas descrições de troglóbios, que provavelmente advém de contratos sigilosos de consultorias, não são georreferenciadas, impossibilitando a localização correta da caverna, o que enviesou parte das distribuições geográficas apresentadas.

As principais ameaças verificadas para ambientes subterrâneos no presente trabalho estão listadas a seguir.

Em uma escala maior - mineração e hidrelétricas, visto que essas atividades suprimem toda paisagem, ou seja, há a destruição total do meio hipógeo, dizimando completamente a fauna. Segundo Primack & Efraim (2001), a maior ameaça à diversidade biológica é a perda de habitat; em uma escala menor - desmatamentos do entorno, poluição de aquíferos e solo por agrotóxicos, garimpo de subsistência, agricultura de subsistência, turismo excessivo, depósitos de lixo, coletas indiscriminadas e introdução de espécies alóctones.

Resultados

Riqueza e representatividade da fauna troglóbia brasileira

Atualmente o Brasil possui 92 espécies troglóbias formalmente descritas (Tabela 2), distribuídas em dez estados (Pará, Rondônia, Tocantins, Bahia, Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina) (Figuras 1, 2, 3 e 4). Destas, 33 constam da Lista de Fauna Ameaçada de 2004, ampliada para 48 espécies com a revisão atual, ainda em andamento (finalizada apenas para os peixes – M.E. Bichuette & E. Trajano, obs. pess.). Com a finalização da revisão, mais espécies devem ser incluídas.

Dentre as espécies descritas, a ordem mais representativa é de peixes Siluriformes (bagres e cascudos), com 17 espécies, e a segunda, de Collembola, com 13 espécies. Todas as outras ordens de animais registradas possuem menos de dez (10) espécies. Considerando a categoria hierárquica Família, os bagres Trichomycteridae apresentam oito espécies, seguidos pelos opiliões Gonyleptidae (Ordem Opiliones) com sete e colêmbolos Arrhopalitidae (Ordem Collembola) também com sete espécies. Cabe ressaltar que esta última família é representada por um único gênero – *Arrhopalites* Börner, 1906. Considerando-se as divisões regionais (políticas), os estados brasileiros com o maior número de espécies troglóbias são São Paulo (27), Bahia (24), Minas Gerais (16) e Goiás (12). O restante dos estados com registro de troglóbios (Pará, Rondônia, Tocantins, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina) apresenta menos de dez espécies. Dentre as 92 espécies listadas, 28 são considerados relictos (filogenéticos ou geográficos), no entanto este número pode aumentar caso ocorra a comprovação de não existência de parentes epígeos.

A fauna considerada troglóbia (passível de refutação) ainda não descrita é apresentada na Tabela 3. O número mínimo de espécies registradas foi de 160. Os registros para táxons troglóbios ainda não descritos apresentam semelhança quanto à distribuição nos estados brasileiros, exceto a ausência do Espírito Santo, Tocantins e Rondônia e a inclusão do Rio de Janeiro.

As ordens com os registros mais numerosos são, respectivamente, os Collembola (25), crustáceos Isopoda (22), diplópodes Polydesmida (19), aranhas (15) e coleópteros (12). Todas outras ordens registradas apresentam menos de dez espécies (Tabela 3). No entanto, para estes resultados, cabem duas ressalvas. 1 – como alguns dados são deficientes, espécies possivelmente diferentes estão agrupadas em um mesmo gênero ou família, mesmo em casos nos quais as localidades sejam distintas. Fato observado para os colêmbolos do gênero *Acherontides* e famílias Entomobryidae, Isotomidae, Cyphoderidae e Paronellidae, além dos isópodes do gênero *Trichorhina* Budde-Lund, 1908. Estes representam os grupos mais diversos. 2 – o elevado número de diplópodes Polydesmida pode ser controverso, uma vez que todos representantes desta ordem apresentam característica troglomórficas (mesmo os epígeos) como ausência de olhos e redução ou ausência de pigmentação, dificultando a classificação ecológico-evolutiva deste grupo.

Os estados que apresentam o maior número de troglóbios não descritos formalmente são Bahia (61), São Paulo (46), Minas Gerais (20), Mato Grosso do Sul (14) e Goiás (10). Os demais estados brasileiros com registros apresentam menos de dez espécies (Tabela 3).

No total, contabilizamos pelo menos 252 táxons troglóbios (Figura 5 e Tabelas 2 e 3), sendo a Bahia e São Paulo os estados com o maior número total de registros (Figura 5), fato esperado, já que a fauna cavernícola de São Paulo é considerada uma das mais

bem estudadas no país e, no caso da Bahia, as grandes extensões de maciços calcários aliadas a um clima semi-árido atual, possibilitaram um grande isolamento da fauna. Entretanto, com mais estudos, outros estados também devem despontar em relação à riqueza subterrânea. Por fim, o número de espécies troglóbias registradas na literatura está aquém do previsto, visto que menos 0,001% do patrimônio espeleológico brasileiro foi estudado em relação à fauna. Em comparação a países com dimensões semelhantes ao território brasileiro, este número está muito abaixo, casos ocorridos nos Estados Unidos em que o número de espécies está em torno de 1.350 (Sket 2007) e, para a metade oeste da Austrália, com um cálculo estimado em 4.100 espécies (Guzik et al. 2010).

Tabela 2 – Fauna troglóbia brasileira descrita até 2012 (92 espécies no total) e categorias de graus de ameaça propostas na revisão da Lista de Fauna Ameaçada de Extinção de 2002 e publicada pela IUCN em 2004. Algumas espécies necessitam de verificação do *status* cavernícola (distribuição ampla). F. Filo, C. Classe, O. Ordem, Cav. caverna; VU, vulnerável; EN, Em Perigo; CR, Criticamente Em Perigo; * espécies relictas. Somente para peixes, já consta a revisão de 2011.

Táxon	Espécie	Cavernas	Categoria Revisão 2004/2011
F. Porifera			
C. Demospongiae			
O. Haplosclerida			
Spongillidae	<i>Racekiela cavernicola</i> Volkmer-Ribeiro, Bichuette & Machado 2010	Gruta dos Brejões / Morro do Chapéu-BA	Não consta
F. Arthropoda			
C. Malacostraca			
O. Amphipoda			
Hyalellidae	<i>Hyalella caeca</i> Pereira 1989	Cav. Tobias de Baixo / Iporanga-SP	VU
Bogidiellidae	<i>Megagidiella azul</i> Koenemann & Holsinger 1999	Área Cárstica da Serra da Bodoquena-MS	Não consta
	<i>Spelaeogammarus bahiensis</i> Brum 1975*	Curaça -BA	Não consta
	<i>Spelaeogammarus santanensis</i> Koenemann & Holsinger 2000*	Santa Maria da Vitória-BA	Não consta
	<i>Spelaeogammarus spinilacertus</i> Koenemann & Holsinger 2000*	Área Cárstica da Chapada Diamantina-BA	Não consta
	<i>Spelaeogammarus trajanoae</i> Koenemann & Holsinger 2000*	Campo Formoso-BA	Não consta
O. Dacapoda			
Aegliidae	<i>Aegla cavernicola</i> Turckay 1972	Sistema Areias / Iporanga-SP	VU
	<i>Aegla leptochela</i> Bond-Buckup & Buckup 1994	Gruta dos Paiva / Apiaí-SP	VU
	<i>Aegla microphthalma</i> Bond-Buckup & Buckup 1994	Cav. Santana / Iporanga-SP	VU
O. Isopoda			
Calabozoidae	<i>Pongycarcinia xiphidiourus</i> Messana, Baratti & Benvenuti 2002*	Campo Formoso-BA	Não consta
Philosciidae	<i>Benthana iporangensis</i> Lima & Serejo 1993	Iporanga-SP	Não consta
Platyarthridae	<i>Trichorhina guanophila</i> Souza-Kury 1993	Campo Formoso-BA	Não consta
O. Spelaeogriphacea			
	<i>Potiicoara brasiliensis</i> Pires 1987*	Área Cárstica da Serra da Bodoquena-MS; cf. Nobres-MT	Não consta
C. Chelicerata			
O. Amblypygi			
Charinidae	<i>Charinus troglobius</i> Baptista & Giupponi 2002	Gruta do Zé Bastos / Carinhanha-BA	CR
	<i>Charinus eleonora</i> Baptista & Giupponi 2003	Gruta Olhos d'Água / Itacarambi-MG	Não consta
O. Araneae			

Theraphosidae	<i>Tmesiphantes hypogeous</i> Bertani, Bichuette & Pedroso 2012	Área Quartzítica da Chapada Diamantina /Andaraí-BA	Não consta
Ctenidae	<i>Isoctenus corymbus</i> Polotow, Brescovit & Pellegatti-Franco 2005	Lapa do Angélica / São Domingos-GO	Não consta
Ochyroceratidae	<i>Speocera eleonora</i> Baptista 2003	Gruta Harmonia / Bonito-MS	Não consta
	<i>Ochyrocera ibitipoca</i> Baptista, Gonzalez & Tourinho 2008	PE de Ibitipoca/ Lima Duarte-MG	Não consta
Pholcidae	<i>Metagonia diamantina</i> Machado, Ferreira & Brescovit 2011	Lapa do Bode / Itaetê-BA	Não consta
Prodidomidae	<i>Lygromma ybyguara</i> Rheims & Brescovit 2004	Cordisburgo-MG	Não consta
Symphytognathidae	<i>Anapistula guyri</i> Rheims & Brescovit 2003	Lapa do Passa Três / São Domingos-GO	VU
O. Opiliones			
Neogoveidae	<i>Canga renatae</i> daSilva, Pinto-da-Rocha & Giribet 2010*	Carajás-PA	Não consta
Gonyleptidae	<i>Pachylospeleus strinatii</i> Silhavy 1974*	Sistema Areias / Iporanga-SP	VU
	<i>Iandumoema uai</i> Pinto-da-Rocha 1996*	Gruta Olhos d'Água / Itacarambi-MG	CR
	<i>Giupponia chagasi</i> Pérez & Kury 2002*	Cav. Boqueirao e Zé Bastos / Carinhanha-BA	CR
	<i>Discocyrtus pedrosoi</i> Kury 2008	Área Quartzítica da Chapada Diamantina /Andaraí-BA	Não consta
	<i>Eusarcus elinae</i> Kury 2008	Cav. Pedra Furada (Sistema Lapa Doce) / Iraquara-BA	Não consta
	<i>Spinopilar moria</i> Kury & Pérez-González 2008	Cav. Morena / Cordisburgo-MG	Não consta
	<i>Iandumoema setimapocu</i> Hara & Pinto-da-Rocha 2008*	Lapa do Zu / Coração de Jesus-MG	Não consta
Minuidae	<i>Spaeleoleptes spaeleus</i> Soares 1966*	Lapa do Maquiné / Cordisburgo-MG	EN
O. Palpigradi			
Eukoenenidae	<i>Eukoenenia maquinensis</i> Souza & Ferreira 2010	Lapa do Maquiné / Cordisburgo-MG	Não consta
	<i>Eukoenenia ferratilis</i> Souza & Ferreira 2011	Brumadinho e Moeda-MG	Não consta
	<i>Eukoenenia spelunca</i> Souza & Ferreira 2011	Cav. Archimedes Passini / Vargem Alta-ES	Não consta
O. Pseudoscorpiones			
Bochicidae	<i>Spelaeobochica muchmorei</i> Andrade & Mahnert 2003*	Cav. Res. das Areias de Água Quente / Iporanga-SP	Não consta
Chernetidae	<i>Maxchernes iporangae</i> Mahnert & Andrade 1998	Gruta Alambari de Baixo / Iporanga-SP	EN
Chthoniidae	<i>Pseudochthonius strinatii</i> Beier 1969	Iporanga-SP; Eldorado-SP; Sete Lagoas-MG; Adrianópolis-PR	VU
	<i>Pseudochthonius biseriatus</i> Mahnert 2001	Gruta Olhos d'Água / Itacarambi-MG	Não consta
Ideoroncidae	<i>Ideoroncus cavicola</i> Mahnert 2001	Iporanga-SP e Rio Branco do Sul -PR	Não consta

O. Scorpiones			
Buthidae	<i>Trogloorhopalurus translucidus</i> Lourenço, Baptista & Giupponi 2004*	Gruta do Lapão / Lençóis-BA	Não consta
C. Diplopoda			
O. Polydesmida			
Chelodesmidae	<i>Leodesmus yporangae</i> (Schubart 1946)	Sistema Areias /Iporanga-SP	VU
Cryptodesmidae	<i>Peridontodesmella alba</i> Schubart 1957	Iporanga-SP, Adrianópolis-PR	VU
Furhmannodesmidae	<i>Phaneromerium cavernicolum</i> Golovatch & Wytwer 2004	Gruta do Padre / Santana-BA	Não consta
Pyrgodesmidae	<i>Yporangiella stygius</i> Schubart 1946	Gruta do Monjolinho / Iporanga-SP	VU
C. Entognatha			
O. Diplura			
Campodeidae	<i>Oncinocampa trajanoae</i> Condé 1997	Iporanga-SP	Não consta
O. Collembola			
Arrhopalitidae	<i>Arrhopalites amorimi</i> Palacios-Vargas & Zeppelini 1995	Cav. Casa de Pedra / Iporanga-SP	VU
	<i>Arrhopalites gnaspinii</i> Palacios-Vargas & Zeppelini 1995	Cav. Alambari de Baixo / Iporanga-SP	VU
	<i>Arrhopalites lawrencei</i> Palacios-Vargas & Zeppelini 1995	Gruta da Tapagem / Eldorado-SP	VU
	<i>Arrhopalites alambariensis</i> Zeppelini 2006	Cav. Alambari de Cima / Iporanga-SP	Não consta
	<i>Arrhopalites botuveraensis</i> Zeppelini 2006	Cav. Botuverá /Botuverá-SC	Não consta
	<i>Arrhopalites heteroculatus</i> Zeppelini 2006	Gruta Clorida / Ribeirão Grande-SP	Não consta
	<i>Arrhopalites paranaensis</i> Zeppelini 2006	Caverna Lancinha / Rio Branco do Sul-PR	Não consta
Hypogastruridae	<i>Acherontides eleonora</i> Palacios-Vargas & Gnaspini-Neto 1992	Iporanga-SP e Rio Branco do Sul-PR	Não consta
Paronellidae	<i>Troglobius brasiliensis</i> Palacios-Vargas & Zeppelini 1995	Cav. Limoeiro / Medicilândia-PA; Gruta dos Paiva / Iporanga-SP	Não consta
	<i>Trogolaphysa aelleni</i> Yossi 1988	Sistema Areias / Iporanga-SP	VU
	<i>Trogolaphysa hauseri</i> Yossi 1989	Gruta da Tapagem /Eldorado-SP	VU
Sminthuridae	<i>Pararrhopalites wallacei</i> Palacios-Vargas & Zeppelini 1995	Cav. Morro Preto / Iporanga-SP	VU
	<i>Pararrhopalites papaveroi</i> Zeppelini & Palacios-Vargas 1999	Cav. João Arruda / Bonito-MS	VU
C. Insecta			
O. Zygentoma			
Nicoletiidae	<i>Cubacubana spelaea</i> Galán 2001*	Toca da Boa Vista / Campo Formoso-BA	Não consta
O. Blattaria			
Blattellidae	<i>Litoblatta camargoi</i> Gutierrez 2005	Área Cárstica da Chapada Diamantina-BA	Não consta
O. Coleoptera			
Carabidae	<i>Schizogenius ocellatus</i> Whitehead 1972	Sistema Areias /Iporanga-SP	VU
	<i>Coarazuphium tessai</i> Godoy & Vanin 1990*	Gruta do Padre / Santana-BA	VU

	<i>Coarazuphium bezerra</i> Gnaspini, Vanin & Godoy 1998*	Lapa do Bezerra / São Domingos-GO	VU
	<i>Coarazuphium cessaima</i> Gnaspini, Vanin & Godoy 1998*	Lapa do Bode / Itaetê-BA	VU
	<i>Coarazuphium pains</i> Alvares & Ferreira 2002*	Gruta Tabocas III / Pains-MG	VU
	<i>Coarazuphium formoso</i> Pellegrini & Ferreira 2011*	Campo Formoso-BA	Não consta
	<i>Coarazuphium tapiaguassu</i> Pellegrini & Ferreira 2011*	Curionópolis-PA	Não consta
O. Orthoptera			
Phalangopsidae	<i>Endecous cavernicolus</i> (Costa-Lima 1940)	Gruta da Lapinha / Lagoa Santa-MG	Não consta
O. Psocoptera			
	<i>Neotroglia brasiliensis</i> Lienhard, Carmo e Ferreira 2010	Januária-MG	Não consta
	<i>Neotroglia aurora</i> Lienhard, Carmo e Ferreira 2010	Aurora do Tocantins-TO	Não consta
	<i>Neotroglia truncata</i> Lienhard, Carmo e Ferreira 2010	Campo Formoso-BA, Palmeiras-BA, Ouroândia-BA	Não consta
F. Mollusca			
C. Gastropoda			
O. Mesogastropoda			
Hydrobiidae	<i>Potamolithus troglobius</i> Simone & Moracchiolli 1999	Sistema Areias / Iporanga-SP	VU
F. Chordata			
C. Osteichthyes			
O. Characiformes			
Characidae	<i>Stygichthys typhlops</i> Brittan & Böhlke 1965*	Lencol freático / Jaíba -MG	EN
O. Gymnotiformes			
Sternopygidae	<i>Eigenmannia vicentespelaea</i> Triques 1996	Sistema São Vicente / São Domingos-GO	VU
O. Siluriformes			
Loricariidae	<i>Ancistrus cryptophthalmus</i> Reis 1987	São Domingos-GO	EN
	<i>Ancistrus formoso</i> Sabino & Trajano 1997	Área Cárstica da Serra da Bodoquena-MS	VU
Trichomycteridae	<i>Trichomycterus itacarambiensis</i> Trajano & de Pinna 1996	Gruta Olhos d'Água / Itacarambi-MG	CR
	<i>Trichomycterus dali</i> Rizzato, Costa-Jr, Trajano & Bichuette 2011	Área Cárstica da Serra da Bodoquena-MS	VU
	<i>Ituglanis mambai</i> Bichuette & Trajano 2008	Lapa do Sumidouro / Posse-GO	LC
	<i>Ituglanis bambui</i> Bichuette & Trajano 2004*	Lapa do Angélica / São Domingos-GO	EN
	<i>Ituglanis passensis</i> Fernandez & Bichuette 2002*	Lapa do Passa Três / São Domingos-GO	VU
	<i>Ituglanis epikarsticus</i> Bichuette & Trajano 2004*	Lapa São Mateus / São Domingos-GO	VU
	<i>Ituglanis ramiroi</i> Bichuette & Trajano 2004*	Lapa São Bernardo / São Domingos-GO	VU
	<i>Glaphyropoma spinosum</i> Bichuette; de Pinna & Trajano 2008	Área Quartzítica da Chapada Diamantina /Andaraí-BA	VU

Heptapteridae	<i>Pimelodella kronei</i> (Ribeiro 1907)	Sistema Areias / Iporanga-SP	EN
	<i>Pimelodella spelaea</i> Trajano, Reis & Bichuette 2004	Lapa São Bernardo / São Domingos-GO	Não avaliada
	<i>Rhamdia enfurnada</i> Bichuette & Trajano 2005	Gruna do Enfurnado / Coribe-BA	Não avaliada
	<i>Rhamdiopsis krugi</i> Bockmann & Castro 2010	Área Cárstica da Chapada Diamantina-BA	VU
	<i>Phreatobius cisternarum</i> Goeldi 1905*	Ilha de Marajó-PA	LC
	<i>Phreatobius dracunculus</i> Shibatta, Muriel-Cunha & de Pinna 2007*	Bacia do Rio Pardo-RO	Não avaliada
Callychthyidae	<i>Aspidoras</i> aff. <i>albater</i> Nijssen & Isbrücker 1976	Posse-GO	Não avaliada

Tabela 3 - Lista Faunística troglomórfica (possivelmente troglóbia) do Brasil. Referências: A - Dados dos autores, B - Trajano & Bichuette 2010, C - Pinto-da-Rocha 1995, D - Gnaspini & Trajano 1994, E - Trajano & Sanchez 1994, F - Trajano & Gnaspini-Neto 1991, G - Trajano 1986, H - Chaimowicz 1984, I - Desen et al. 1980, J - Trajano & Moreira 1991, K - Lourenço et al. 2004, L - Pinto-da-Rocha 1994, M - Trajano 1987, N - Dissertação de Maria Elina Bichuette. * táxon mesmo não descrito que foi incluído na Lista de Fauna Ameaçada, categoria CR – criticamente em perigo

Táxon	Município	Referências
F. Platyhelminthes		
O. Tricladida		
Dugesiiidae sp. n.	Carinhanha-BA	A
Dugesiiidae indet. 1	Bodoquena-MS	B
Dugesiiidae indet. 2	Iporanga-SP	B
Dugesiiidae indet. 3	São Desidério-BA	B
F. Onychophora		
O. Euonychophora		
Peripatidae gen. n. sp. n.	Bodoquena-MS	B
F. Arthropoda		
O. Amphipoda		
Bogidiellidae		
<i>Megagidiella</i> indet.	Forte Coimbra-MS	B
Hyalellidae		
<i>Hyalella</i> aff. <i>pernix</i>	Iporanga-SP	C, D, E
<i>Hyalella</i> indet.	Iporanga-SP, Apaí-SP	C, E, F, I
O. Isopoda		
Indet. 1	Montes Claros-MG	C, H, I
Indet. 2	Nobres-MT	B
Armadillidae		
<i>Venezillo</i> sp. 1	Padere Bernardo-GO	C, D
<i>Venezillo</i> sp. 2	Brasília-DF	B
Philosciidae indet.	Iporanga-SP	C, D
<i>Benthana</i> sp.	Iporanga-SP	C, D, E, G
Platyarthridae indet.	Andaraí-BA	A
<i>Trichorhina</i> spp.	Áreas cársticas (BA, MG, SP, PR) e ferro (MG)	A, B, C
Scleropactidae gen. n. sp. n.	Altamira-PA, Itaituba-PA, Prainha-PA	A, B, C, D, E, J
Styloniscidae gen. n. 1	Itacarambi-MG, Serra do Ramalho-BA	A, B

Styloniscidae gen. n. 2	Carinhanha-BA	A
Styloniscidae sp. n.	Carinhanha-BA	A
Styloniscidae indet. 1	Apiá-SP, Iporanga-SP	C, D, E
Styloniscidae indet. 2	Iporanga-SP	C, D
Styloniscidae indet. 3	Iporanga-SP	C, D
Styloniscidae indet. 4	Santa Maria da Vitória-BA, Canápolis-BA	C, E, H
Styloniscidae indet. 5	Andaraí-BA	A
<i>Pectenoniscus</i> indet.	Botuverá-SC	B
<i>Pectenoniscus</i> sp. n.	Carinhanha-BA	A
<i>Pectenoniscus</i> sp. 1	Lagoa Santa-MG	A, B
<i>Pectenoniscus</i> sp. 2	Iporanga-SP	A, B, C
<i>Thailandoniscus</i> sp. 1	Itacarambi-MG, Serra do Ramalho-BA	A, B, C, D, E, H
O. Decapoda		
Palaeomonidae		
<i>Macrobrachium</i> sp.	Prainha-PA	C, E, J
Sc. Acari indet. 1	Andaraí-BA	A
Sc. Acari indet. 2	Andaraí-BA	A
O. Amblypygi		
Charinidae		
<i>Charinus</i> sp. n. 1	Serra do Ramalho-BA	A, B
<i>Charinus</i> sp. n. 2	Central-BA	A, B
<i>Charinus</i> indet. 1	Andaraí-BA	A
<i>Charinus</i> indet. 2	Andaraí-BA	A
<i>Charinus</i> indet. 3	Andaraí-BA	A
O. Araneae		
Symphytognathidae indet.	Igatu-BA	A
<i>Anapistula</i> sp.	Iporanga-SP	C, D, E
Hahniidae indet.	Eldorado-SP	B, C, D, G, J
Amaurobiidae indet.	Bodoquena-MS	B
Ctenidae		
<i>Ctenus</i> sp. n.	Lençóis-BA	B, K
Gnaphosidae gen. n. sp. n.	Ibitipoca-MG	B
Nesticidae		
<i>Nesticus</i> sp. 1	Chapada Diamantina-BA	B

<i>Nesticus</i> sp. 2	Lagoa Santa-BA	B
Ochyroceratidae indet.	Andaraí-BA	A
gen. n. 1	Lençóis-BA	B, K
gen. n. 2	Serra do Ramalho-BA	A, B
<i>Ochyrocera</i> sp. 1	São Domingos-GO	B
<i>Ochyrocera</i> sp. 2	Serra do Mar-RJ	B
Prodidomidae indet. 1	Andaraí-BA	
cf. Prodidomidae indet. 2	São Roque de Minas-MG	A
O. Opiliones		
Gonyleptidae indet.	Botuverá-SC	B
Gonyleptidae sp. n.	Carinhanha-BA	A
gen. n. 1	Iporanga-SP	B
gen. n. 2	Lençóis-BA	K
<i>Eusarcus</i> sp. 1	Bodoquena-MS	B
<i>Eusarcus</i> sp. 2	São Domingos-GO	B
<i>Eusarcus</i> sp. n. 1	Carinhanha-BA	A
<i>Eusarcus</i> sp. n. 2	São Roque de Minas-MG	A
Minuidae		
<i>Spaeleoleptes</i> sp. n.	Chapada Diamantina-BA	B
O. Palpigradi spp.	Iporanga-SP, Mambai-GO	B
O. Pseudoscorpiones		
Bochicidae		
<i>Spelaeobochica</i> sp. n.	Iuiú-BA	R.L. Ferreira com. pess.
Chernetidae indet.	Andaraí-BA	A
Chthoniidae indet. 1	Iporanga-SP	C, D, G
Chthoniidae indet. 2	Andaraí-BA	A
Chthoniidae indet. 3	Quadrilátero ferrífero-MG	B
C. Diplopoda indet. 1	Iraquara-BA	C, D
Diplopoda indet. 2	Unaí-MG	C, F
O. Polydesmida indet. 1	Formosa-GO	C, D, E
Polydesmida indet. 2	Iporanga-SP	C, D
Polydesmida indet. 3	Minério de ferro-MG	B
Chelodesmidae indet.	Iporanga-SP, Santo André-SP	C, D

<i>Alecodesmus</i> sp.	Iporanga-SP	A, C, D
Cryptodesmidae indet.	Apiáí-SP, Iporanga-SP	C, D, E, F, G,
<i>Cryptodesmus</i> indet.	Adrianópolis-PR	C
<i>Cryptodesmus</i> sp. n. 1	Iporanga-SP	B
<i>Cryptodesmus</i> sp. n. 2	Iporanga-SP	B
cf. Cryptodesmidae indet.	Itaetê-BA	C, D
Oniscodesmidae indet. 1	Iraquara-BA	C, D
Oniscodesmidae indet. 2	Ribeirão Pires-SP	C, D
Oniscodesmidae indet. 3	Iporanga-SP	C, D
<i>Crypturodesmus</i> sp. 1	Bodoquena-MS	B
<i>Crypturodesmus</i> sp. 2	Iporanga-SP	B
<i>Crypturodesmus</i> sp. 3	Botuverá-SC	B
<i>Katandodesmus</i> sp. 1	Eldorado-SP, Iporanga-SP, Ribeira-SP, Adrianópolis-PR, Cerro Azul-PR, Castro-PR, Rio Branco do Sul-PR, Almirante Tamandaré-PR	C, D, E, G, L
<i>Katandodesmus</i> sp. 2	Bonito-MS, Jardim-MS	C, D, E
Pyrgodesmidae indet.	Andaraí-BA	A
O. Spirostreptida		
Pseudonannolenidae indet.	Andaraí-BA	A
C. Chilopoda		
O. Geophilomorpha		
Geophilidae gen. n. sp. n.	Iporanga-SP	B
O. Scolopendromorpha		
Cryptopidae		
<i>Cryptops</i> sp. n.	Carajás-PA	B
Scolopendridae indet. 1	Andaraí-BA	A
Scolopendridae indet. 2	Andaraí-BA	A
O. Lithobiomorpha indet.	Minério de ferro-MG	B
C. Pauropoda indet.	Altamira-PA	A
C. Symphyla indet.	Iporanga-SP	B
Scutigerebellidae indet.	Serra do Ramalho-BA	A
cf. <i>Hanseniella</i> sp.	Rio Pardo-BA	B
C. Entognatha		
Arrhopalitidae indet.	Bonito-MS	C, D, E
<i>Arrhopalites</i> sp. n.	Minério de ferro-MG	B

Hypogastruridae		
<i>Acherontides</i> spp.	Rio Pardo-BA, Botuverá-SC	B
Onychiuridae indet.	Iporanga-SP	C, D
Isotomidae spp.	Iporanga-SP, Campos do Jordão-SP, Cordisburgo-MG, área de granito-SP, minério de ferro-MG	A, B, C, D, E, F
Entomobryidae spp.	Ipeúna-SP, Iporanga-SP, Itaetê-BA, Bonito-MS, Jardim-MS, Formosa-GO, Adrianópolis-PR	B, C, D, E
<i>Heteromurus</i> sp.	Andaraí-BA, Itaetê-BA	A
Cyphoderidae spp.	Bonito-MS, Jardim-MS, Iporanga-SP, Campos do Jordão-SP, Itaetê-BA, São Domingos-GO, área de granito-SP	C, D, E, L
<i>Cyphoderus</i> sp.	Montes Claros-MG	C, D
Paronellidae spp.	Iporanga-SP, Apiaí-SP, Bonito-MS, Iraquara-BA	C, D, E, F, G
<i>Troglopedetes</i> sp. 1	Andaraí-BA	A
<i>Troglopedetes</i> sp. 2	Botuverá-SC	B
<i>Troglobius</i> sp. 1	Iporanga-SP	C, D
<i>Troglobius</i> sp. 2	Prainha-PA	C, D, J
C. Insecta		
O. Blattaria		
Blattellidae indet.	Andaraí-BA	A
O. Coleoptera		
Carabidae indet.	Carinhanha-BA	A
<i>Oxydrepanus</i> sp.	Iporanga-SP	B, C, D, E
Dytiscidae indet.	Palmeiras-BA	A
Staphylinidae		
Pselaphinae indet. 1	Iporanga-SP	C, D, M
Pselaphinae indet. 2	São Domingos-GO	A
Pselaphinae indet. 3	Andaraí-BA	A
<i>Arthimius</i> sp.	Iporanga-SP	B, C, D, E
<i>Syrbatus</i> sp. 1	Pains-MG	B, C, D
<i>Syrbatus</i> sp. 2	Serra do Mar-SP	B, C, D
Tr. Brachyglutini indet.	Iporanga-SP	C, D
cf. <i>Strombopsis</i> sp.	Iporanga-SP	B, C, D, E, G
Tenebrionidae indet.	Serra do Mar-SP	B, C, D
O. Hemiptera		

Dipsocoridae indet.	Porto Murinho-MS	B, C, D
Enicocephalidae indet.	Minério de ferro-MG	B
Cixiidae indet.	Minério de ferro-MG	B
Ortheziidae indet.	Minério de ferro-MG	B
cf. Hydrometridae indet.	Carinhanha-BA	A
O. Hymenoptera		
Formicidae		
Formicinae indet.	São Desidério-BA	A
Ponerinae indet.	Formosa-GO	B, C, D, E
F. Mollusca		
O. Mesogastropoda		
Hydrobiidae gen. n. sp.n.	Carinhanha-BA	A
<i>Potamolithus</i> sp. 1	Iporanga-SP	A, N
<i>Potamolithus</i> sp. 2	Iporanga-SP	A, N
<i>Potamolithus</i> sp. 3	Iporanga-SP	A, N
<i>Potamolithus</i> sp. 4	Iporanga-SP	A, N
<i>Potamolithus</i> sp. 5	Apai-SP	C, D, F
cf. <i>Potamolithus</i> sp.	Bodoquena-MS	B
O. Pulmonata		
Endodontidae indet.	Iporanga-SP	B
Systrophiidae		
<i>Happia</i> sp.	Andaraí-BA	A
F. Chordata		
O. Siluriformes		
Trichomycteridae		
<i>Trichomycterus</i> sp. 1	Carinhanha-BA	A
<i>Trichomycterus</i> sp. 2	Carinhanha-BA	A
<i>Copionodon</i> sp.	Andaraí-BA	A
Heptapteridae		
<i>Rhamdia</i> sp.	Bodoquena-MS	E. Trajano com.pess.
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 1	Cordisburgo-MG	E. Trajano com.pess.
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 2*	Campo Formoso-BA	E. Trajano com.pess.



Figura 1. Mapa de localização dos municípios com espécies troglóbias descritas nos estados da Bahia, Tocantins e Goiás. Estrelas amarelas representam os municípios, círculos amarelos representam capitais dos estados mencionados e linhas cinza representam as divisões políticas do Brasil.

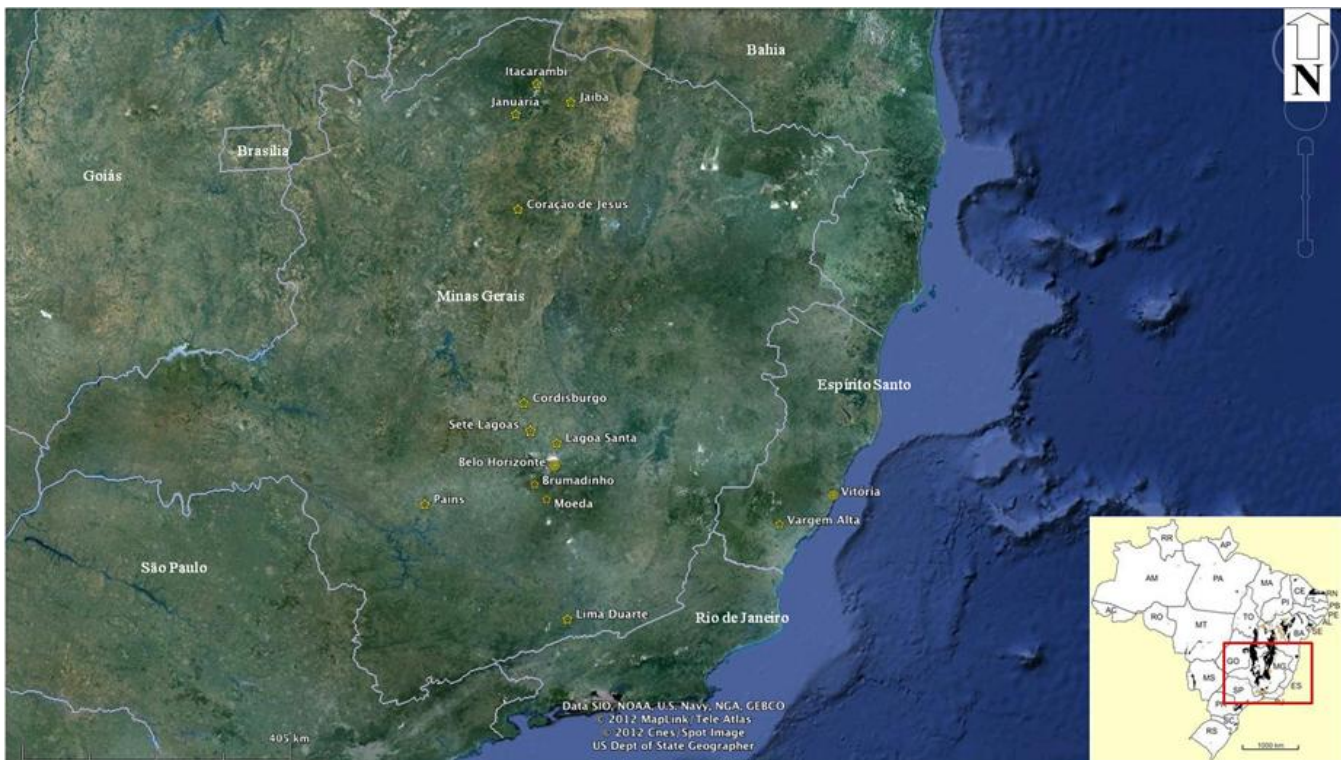


Figura 2. Mapa de localização dos municípios com espécies troglóbias descritas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Estrelas amarelas representam os municípios, círculos amarelos representam capitais dos estados mencionados e linhas cinza representam as divisões políticas do Brasil.



Figura 3. Mapa de localização dos municípios com espécies troglóbias descritas nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Estrelas amarelas representam os municípios, círculos amarelos representam capitais dos estados mencionados, linhas cinza representam as divisões políticas do Brasil e linhas amarelas representam os limites nacionais.

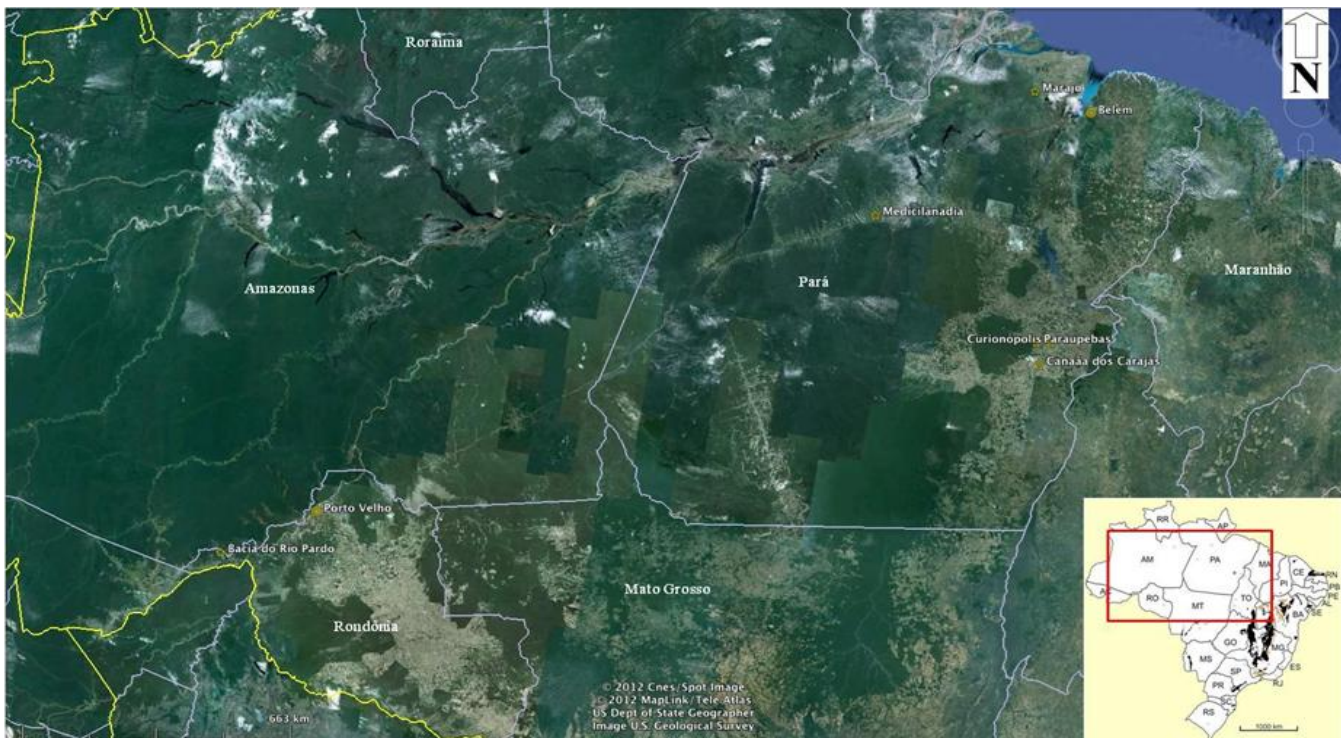


Figura 4. Mapa de localização dos municípios com espécies troglóbias descritas nos estados do Pará e Rondônia. Estrelas amarelas representam os municípios, círculos amarelos representam capitais dos estados mencionados, linhas cinza representam as divisões políticas do Brasil e linhas amarelas representam os limites nacionais.

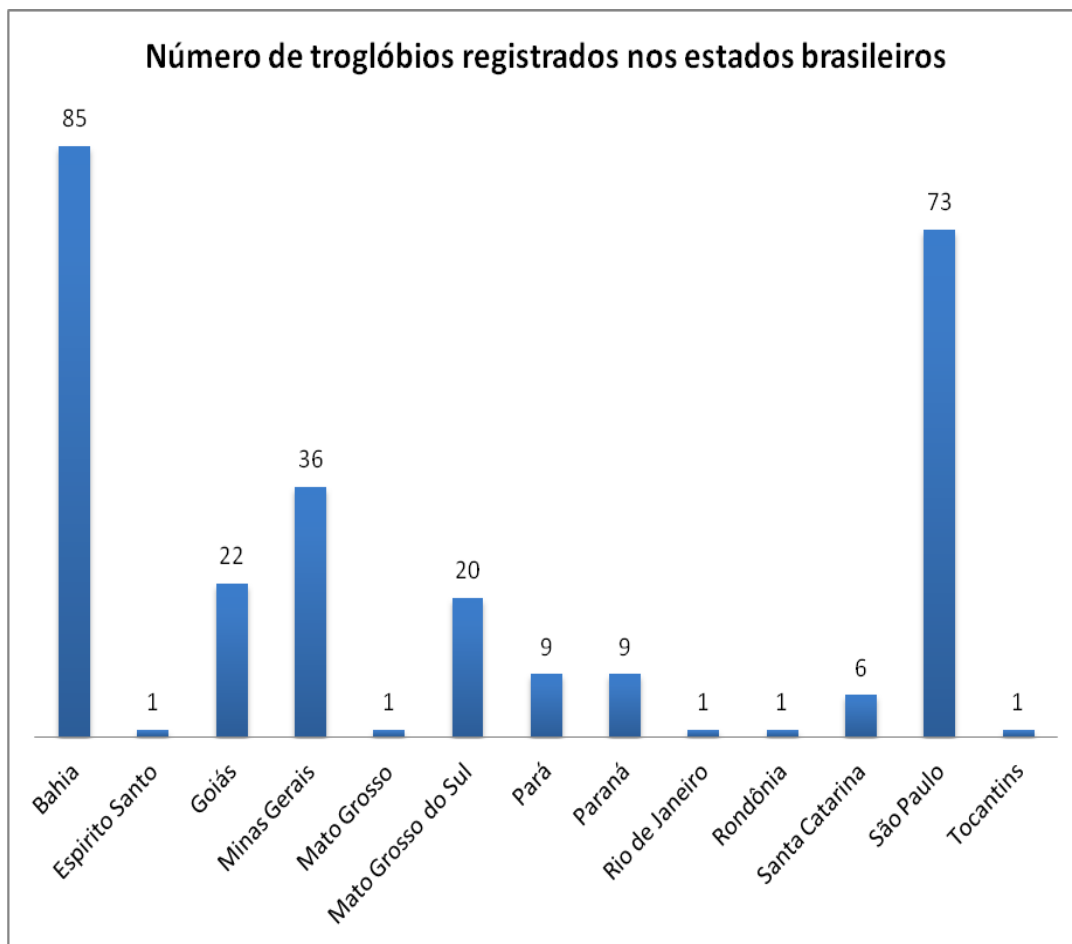


Figura 5 – Distribuição de troglóbios por estados brasileiros.

Principais ameaças atuais

Foram elencadas as principais ameaças ao patrimônio espeleológico brasileiro e sua respectiva fauna, listadas na Tabela 4, a seguir. Os dados são de observações pessoais dos autores do presente e de literatura, neste último caso, apresentados nas próprias descrições das espécies ou em levantamentos gerais publicados.

Tabela 4. Ameaças registradas pontualmente em ocasiões de visitas às localidades das diferentes regiões brasileiras com registro de troglóbios. Destaques em vermelho para atividades propostas em um futuro próximo, destaques em azul representam as atividades de degradação mais intensas. PCHs – Pequenas centrais hidrelétricas. PCHs, pequenas centrais hidrelétricas.

Estado	Município	Ameaças
Pará	Altamira	Construção de hidrelétricas /

		desmatamentos de entorno para pastagens.
	Parauapebas, Curionópolis e Canaã dos Carajás (minério de ferro)	Mineração.
Rondônia	Bacia do Rio Pardo	Desmatamentos e hidrelétricas.
Mato Grosso do Sul	Região da Serra da Bodoquena	Desmatamentos para pastagens, Mineração.
Bahia	Morro do Chapéu	Poluição de rios subterrâneos e desmatamentos (agricultura de subsistência) / Mineração.
	Carinhanha, Coribe, Santana e Santa Maria da Vitória	Agricultura de subsistência, carvoarias e Mineração.
	Iraquara	Rebaixamento de lençol, poluição de aquíferos e turismo descontrolado.
	Andaraí e Lençóis	Garimpo clandestino e turismo desenfreado.
Goiás	São Domingos	Turismo desenfreado, mineradoras clandestinas no entorno do Parque, desmatamentos para pastagens e carvoarias.
	Posse e Mambaí	Desmatamentos para pastagens e agricultura, carvoarias.
	São Desidério	Construção de rodovias sobre o maior sistema hidrogeológico da América do Sul (desabamentos e entupimentos).
Tocantins	Aurora do Tocantins	Desmatamentos para pastagens e agricultura.
Minas Gerais	São Roque de Minas (Serra da Canastra)	Turismo descontrolado e desmatamentos de entorno para pastagens.
	Jaíba	Rebaixamento do lençol freático (plantação de bananas).
	Presidente Olegário	Construção de PCHs e desmatamentos de entorno para pastagens.
	Caeté/Moeda/Brumadinho (minério de ferro)	Mineração.
	Itacarambi e Januária	Desmatamentos de entorno para pastagens / carvoarias.
	Cordisburgo	Turismo desenfreado (Gruta do Maquiné), desmatamentos.
	Sete Lagoas	Mineração.
	Pains	Mineração.
São Paulo	Iporanga/Apaí/Eldorado	Turismo desenfreado, poluição de rios por agrotóxicos, conflitos fundiários, construção de hidrelétricas.
Paraná	Adrianópolis e Rio Branco do Sul	PCHs, desmatamentos.

Note-se que, além da mineração em larga escala, a construção de hidrelétricas de grande porte, como as que vêm sendo executadas nos grandes rios da Bacia Amazônica (e.g. Belo Monte) e as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) são as grandes destruidoras do patrimônio espeleológico. Tais empreendimentos tiveram um aumento a partir de 2008, quando o Decreto 6.640 foi assinado.

Proposta de áreas prioritárias para conservação de troglóbios: o caso da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia

Para cavernas da Serra do Ramalho, região localizada no sudoeste da Bahia e parte da Bacia do Médio São Francisco (Figura 6 - localização), foram registrados diversos organismos troglóbios (15 até o momento) com troglomorfismos acentuados (Bichuette & Trajano, 2004), muitos deles já em fase de descrição e relictos, o que fortalece a ideia de inserir esta região em programas de áreas prioritárias para conservação. Dentre as espécies, podemos listar duas espécies de bagres tricomictéridos – *Trichomycterus* spp. (M.E. Bichuette, em descrição) - e um heptapterídeo (*Rhamdia enfulnada*), três novas espécies de crustáceos isópodes – (L.A. Souza, em andamento); um novo gênero de gastrópode aquático da família Hydrobiidae (L.R.L. Simone, em descrição), uma nova espécie de planária aquática e seis espécies de aracnídeos, duas destas últimas já incluídas na Lista Brasileira de Fauna Ameaçada de Extinção (Machado e colaboradores, 2005) - o opilão troglóbio *Giupponia chagasi* e o amblipígeo troglóbio *Charinus troglobius* e, recentemente, a descoberta de uma espécie extremamente troglomórfica de inseto hemíptero aquático, em fase de estudo, representando o primeiro registro para o Brasil (vide Tabelas 2 e 3). Alguns representantes desta fauna são exibidos na Figura 7.

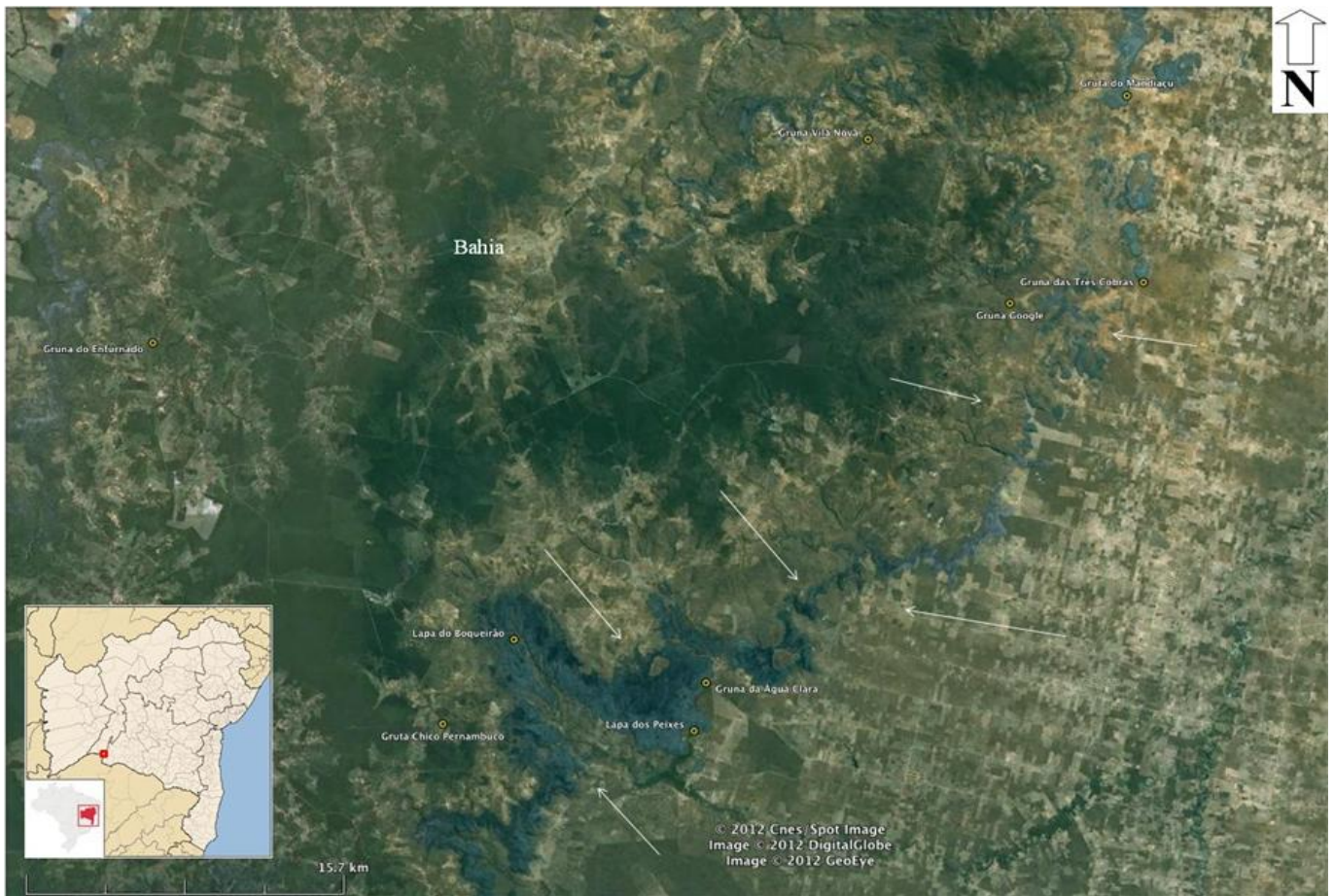


Figura 6 – Mapa das cavernas investigadas na região da Serra do Ramalho. Pontos amarelos representam o ponto geográfico das entradas das cavernas. O quadrado vermelho em detalhe representa a localização da Serra do Ramalho no estado da Bahia. Setas brancas indicam o maciço calcário contínuo que está sob ameaça de mineração.

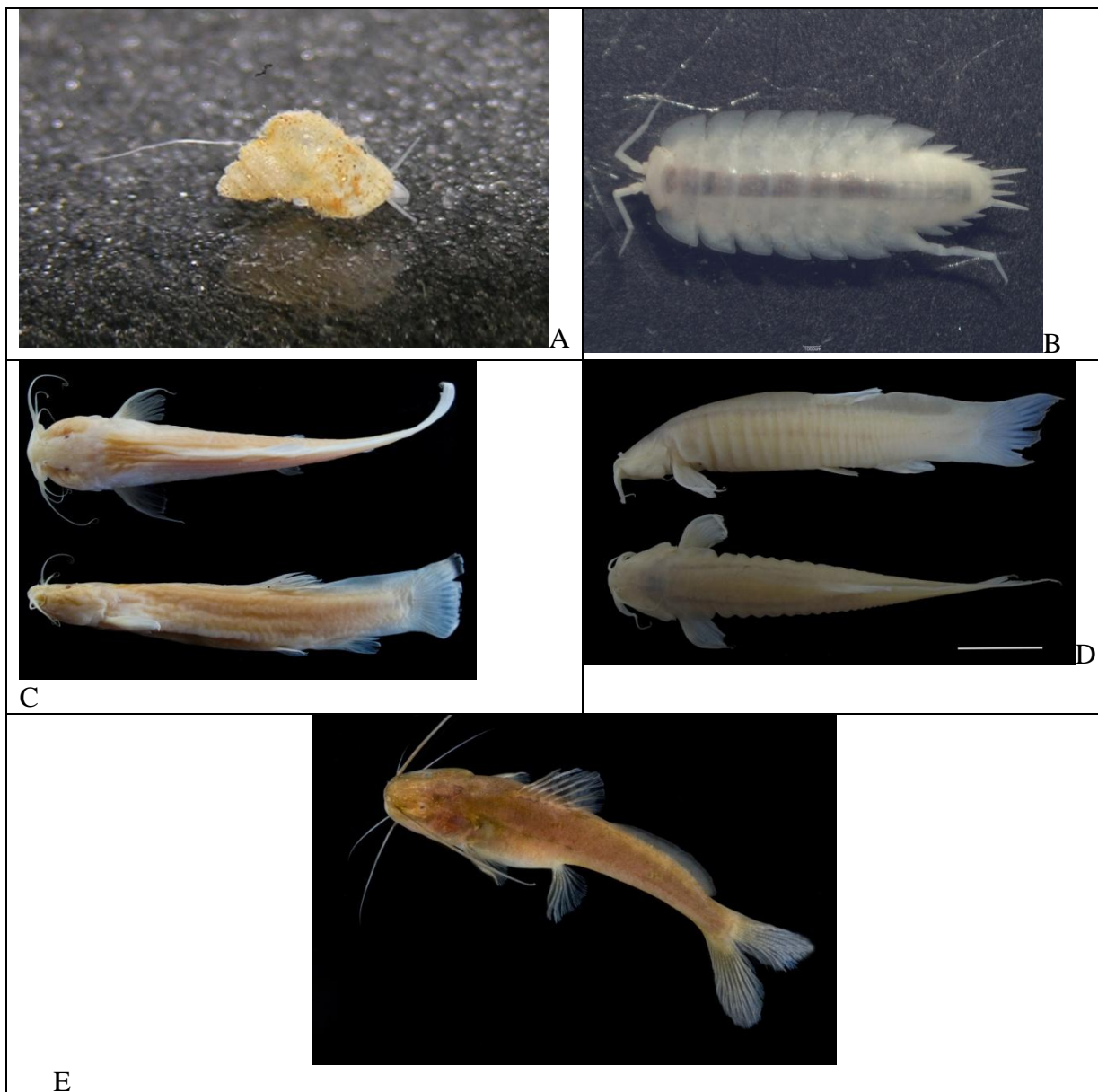


Figura 7. Troglóbios da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia. A, Gastrópode Hydrobiidae – gênero novo (2mm de comprimento de concha); B, Isopoda Styloniscidae sp. n. (15 mm de comprimento total); C, Bagre *Trichomycterus* sp. n. 1 (60,3 mm de comprimento-padrão); D, Bagre *Trichomycterus* sp. n. 2, escala: 10mm; E, Bagre *Rhamdia enfurnada* (185 mm de comprimento-padrão). Fotos: A, M.E. Bichuette; B, Camile Sorbo Fernandes; C e D, Pedro Pereira Rizzato; E, Dante Fenolio.

Discussão

Segundo Alho (2008), formas vivas devem ser preservadas, simplesmente porque existem. Elas são um produto de uma longa história natural e contínua evolução pelos processos ecológicos, assim, têm o direito de continuarem a existir. Wilson (1992) preconiza que as taxas de extinção podem ser tão altas atingindo uma perda de três espécies por hora.

A extinção de uma espécie sem parentes próximos em uma comunidade tende a levar a uma perda maior de informação genética do que a extinção de uma espécie com parentes próximos (May 1990). Deste modo, os troglóbios relictos brasileiros, sejam os geográficos ou filogenéticos, devem ser considerados prioritários em programas de conservação. Tal fato possibilitaria uma melhor estratégia de conservação, já que protegeria a maior diversidade filogenética possível (Vane-Wright et al. 1991, Williams et al. 1991).

Considerando-se a riqueza mínima de troglóbios brasileiros (252 espécies) e o fato de boa parte desta fauna ainda não estar descrita (63,5%), notamos a impossibilidade de uma proteção efetiva deste estoque genético. O impedimento taxonômico está explicitado nas listagens apresentadas aqui, inclusive com casos de espécies conhecidas há mais de 20 anos e ainda não descritas (caso de crustáceos isópodes, pseudoescorpiões, peixes, etc), tornando-se urgente a formação de taxonomistas e o fortalecimento das nossas coleções científicas. Cabe ressaltar, entretanto, que a falta de especialistas é um problema mundial (Colevatti 2011), o que tem levado a conservação da biodiversidade do planeta ao colapso.

Com a assinatura do Decreto 6.640 em 2008 e sua respectiva Instrução Normativa número 2 de agosto de 2009, a qual classifica as cavernas em graus de relevâncias, a destruição das cavernas brasileiras tornou-se iminente. A IN preconiza que os estudos ambientais para licenciamentos sejam realizados em duas amostragens no período de um ano. Deste modo, torna-se praticamente impossível provar a ocorrência de um dos atributos de relevância máxima. Segundo Trajano (2010), nós não podemos afirmar que dado atributo não ocorra, ou

seja, ausência de evidência não é evidência de ausência. Evidenciando erros conceituais desta IN, Culver & Pipan (2009) nos mostram que mesmo após 100 amostragens em áreas cársticas da Europa, espécies novas de troglóbios foram coletadas. Segundo Schneider Culver (2004), inventários de fauna subterrânea podem ser tão inadequados, que muitas espécies são extintas antes de serem descobertas.

O reconhecimento da importância e da fragilidade dos ecossistemas subterrâneos pelos órgãos governamentais tem ficado claro na inclusão de troglóbios nas listas de espécies ameaçadas de extinção (D.O.U. de 28/05/2004). Entretanto, quando nos deparamos com a dificuldade da inserção de animais em lista de fauna ameaçada devido os diferentes critérios exigidos (vide capítulo II-estudo de caso para os peixes troglóbios) aliada à falta de especialistas e de tempo para a descrição formal dos táxons e estabelecimento de unidades biológicas válidas e testadas em hipóteses evolutivas, a velocidade de destruição já ultrapassou o proposto por Wilson (1992).

A construção de hidrelétricas e a mineração são as duas principais causas de extinções da fauna subterrânea. Ambas são ameaças irreversíveis e destroem completamente o meio subterrâneo (Culver 1986). Segundo Groombridge (1992), a perda de habitat é a ameaça mais prejudicial para a maioria dos vertebrados, assim como invertebrados, corroborando que os empreendimentos descritos acima são extremamente prejudiciais, visto que dizimam totalmente a fauna cavernícola.

Agricultores tiram o máximo de benefício pelo uso intensivo do solo com subsequente perda de biodiversidade causada pela drástica conversão da vegetação natural, extraindo excessivamente nutrientes do solo, além do uso de pesticidas, destruição de matas de galerias, diminuição da qualidade da água, dentre outros impactos (Alho 2008).

Segundo Primack & Efraim (2001) algumas espécies são especialmente vulneráveis à extinção e se enquadram nas seguintes categorias:

Espécies com área de ocorrência limitada; espécies com apenas uma ou algumas populações; espécies com populações pequenas; espécies com populações em declínio; espécies com baixa densidade populacional; espécies que necessitam de habitats grandes; espécies de grande porte; espécies que não são dispersoras eficazes; migrantes sazonais; **espécies com pouca variabilidade genética; espécies que requerem nichos especiais; espécies que são características de ambientes estáveis;** espécies que formam agregações permanentes ou temporárias; espécies que são caçadas ou consumidas. Dentre as catorze categorias listadas acima, os troglóbios encaixam-se em pelo menos oito destas (destacadas em negrito), evidenciando a fragilidade e conseqüente susceptibilidade destas espécies.

No caso da Serra do Ramalho, proposta aqui como área prioritária, apenas a inclusão em listas de fauna ameaçada não assegura a proteção efetiva das cavernas e sua fauna, uma vez que esta região ainda não possui nenhum tipo de proteção legal, sendo a agricultura de subsistência e a produção de carvão vegetal as principais atividades econômicas para os moradores locais, as quais causam desmatamentos e comprometem seriamente os habitats subterrâneos (dependente de itens alóctones trazidos pelas enxurradas na estação chuvosa). Ainda, em larga escala, a expansão de culturas de soja e algodão no sudoeste baiano vem também ameaçando seriamente esta região, além da prospecção de áreas para mineração de calcário. Assim, além de inclusão de troglóbios em listas de fauna ameaçada (regionais, nacionais e globais) tornam-se extremamente urgentes estudos em longo prazo, para fins de detecção de padrões faunísticos, caso estes ocorram.

Um dos grandes entraves atuais à conservação dos troglóbios brasileiros (e também em termos mundiais) são os licenciamentos de grandes áreas para mineração, hidrelétricas e outros empreendimentos extremamente impactantes, já que estes destroem o ecossistema como um todo. Para tal, a demanda por consultorias tem sido elevada, o que tem levado a contratação de trabalhos de má qualidade, com material humano totalmente desqualificado/despreparado

(Trajano & Bichuette 2010c). Diferentemente do que ocorre em países como Austrália e Alemanha, nos quais as empresas interessadas contatam os órgãos ambientais e estes são os responsáveis em contratar pessoal qualificado para os estudos ambientais. Em nosso país, há um atropelamento nestes órgãos e os interessados contratam diretamente os consultores, que muitas vezes assinam contratos de sigilo – ferindo o código de ética do Biólogo – ou ainda são despreparados, identificando espécies (como exemplo Colêmbolos e Grilos) em campo (A. Guil com. pess.). Ou seja, há um extremo conflito de interesses, já que o empregado dificilmente se oporá ao empregador, conveniente aos interesses empresariais (Trajano 2010).

Considerações Finais

A partir do apresentado e discutido no presente trabalho, algumas conclusões podem ser consideradas:

- a riqueza de troglóbios brasileiros é baixa comparando-se com outras regiões do mundo, entretanto, não conhecemos nem 1% desta fauna, a qual deve ser ampliada em curto prazo;

- os estados com o maior número de espécies troglóbias (Bahia e São Paulo) são aqueles que foram mais investigados até o momento, com esforço de coleta maior comparativamente a outros estados brasileiros;

- apenas 33 espécies troglóbias constam da Lista de Fauna Ameaçada (Diário Oficial da União, 2004), já ampliada para 48 espécies com a revisão atual (finalizada apenas para os peixes), o que demonstra o grau de desproteção desta fauna, visto que há 92 espécies descritas formalmente;

- as principais ameaças ao patrimônio espeleológico brasileiro e fauna associada são os grandes empreendimentos (mineração e hidrelétricas), visto que destroem paisagens inteiras e são possibilitados pela nova legislação (Decreto 6.640 e IN número 2 de 2009);

- considerando-se os critérios internacionais para conservação de espécies, também utilizados pela IUCN em revisões de lista de fauna ameaçada, o Brasil já se configura como um hotspot de fauna subterrânea, com estabelecimento de áreas prioritárias: propostas no presente trabalho (Serra do Ramalho e Igatu, ambas no estado da Bahia);

- deve haver por parte dos órgãos de fomento brasileiros e instituições de pesquisa um grande investimento na formação de especialistas (Sistematas) para que o impedimento taxonômico não entrave ainda mais a possibilidade de proteção desta fauna;

- dados gerados em relatórios de impacto (consultorias) devem ser publicados e contratos de sigilo evitados, já que fere o Código de Ética do Biólogo.

Referências

- Alho CJR .2008. The value of biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, 68 (4): 1115-1118.
- Auler A, Rubbioli E & Brandi R .2001. **As grandes cavernas do Brasil**. Belo Horizonte: Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 228p.
- Barr TC .1973. Refugees of the ice age. **Natural History**, 82: 26–35
- Barr TC .1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. **Evolutionary Biology**, 2: 35-102.
- Bichuette ME & Trajano E .2003. Epigeal and subterranean ichthyofauna from São Domingos karst area, Upper Tocantins river basin, Central Brazil. **Journal of Fish Biology**, 63: 1100–1121.
- Bichuette ME & Trajano E .2005. A new cave species of *Rhamdia* (Siluriformes: Heptapteridae) from Serra do Ramalho, northeastern Brazil, with notes on ecology and behavior. **Neotropical Ichthyology**, 3 (4): 587-595.
- Bichuette ME & Trajano E .2004. Three new subterranean species of *Ituglanis* from Central Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). **Ichthyological Exploration Of Freshwaters**, 15 (3): 243-256.
- Bichuette ME & Trajano E .2010. Conservation of Subterranean Fishes. In Trajano E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). **Biology of Subterranean Fishes**. New Hampshire: Science Publishers. p. 65-80.
- Brooks TM, Mittermeier RA, da Fonseca GAB, Gerlach J, Hoffman M, Lamoreux JF, Mittermeier CG, Pilgrim JD & Rodrigues ASL .2006. Global biodiversity conservation priorities. **Science**, 313: 58-61.

- Cadastro Nacional de Cavernas .2012. Sociedade Brasileira de Espeleologia
<http://www.sbe.com.br>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2012.
- Chaimowicz F .1984. Levantamento bioespeleológico de algumas grutas de Minas Gerais.
Espeleo-Tema, 14: 97-107.
- Collevatti RG .2011. Nós Realmente Precisamos de *DNA Barcoding*? **Natureza & Conservação**, 9(1):105-110.
- Culver DC .1982. **Cave Life – Evolution and Ecology**. Cambridge: Harvard University Press.
189p.
- Culver DC .1986. **Cave Faunas**. In: SOULÉ, M. E. (ed.). Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Inc., Sunderland (Mass.). 584 pages
- Culver D.C. & PIPAN T .2009. **Biology of Caves and Other Subterranean Habitats**. Oxford: Oxford University Press, 254 p.
- Dessen EMB, Eston VR, Silva MS, Temperini-Beck MT, Trajano E .1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. **Ciência & Cultura**, 32: 714-25.
- Gibert J .2001. Protocols for the assessment and conservation of aquatic life in the subsurface (PASCALIS): a European project. In: Mapping Subterranean Biodiversity/Cartographie de la biodiversité souterraine (Eds). D.C.C.Culver, L.Deharveng, J.Gibert & I.D.Sasowsky, Karst Waters Institute, Charles Town, WV. **Karst Waters Institute Special Publication**, 6, 19–21.
- Gnaspini P & Trajano E .1994. Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. **Revista Brasileira de Entomologia**, 38: 549-84.
- Groombridge B. 1992. **Global biodiversity: status of the earth's living resources**. World Conservation Monitoring Centre, London: Cambridge, 614p.

- Guzik MT, Austin AD, Cooper SJB, Harvey MS, Humphreys WF, Bradford SM, King RA, Leys R, Muihead KA & Tomlinson M .2010. Is the Australian subterranean fauna uniquely diverse? **Invertebrate Systematics**, 24: 407-418.
- Holsinger JR & Culver DC .1988. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of Eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. **Brimleyana**, 14: 1-162.
- Howarth FG .1983. Ecology of cave arthropods. **Annual Review of Entomology**, 28: 365–389.
- Hüppop K .2000. How do cave animals cope with the food scarcity in caves? *In*: Wilkens H, Culver DC, Humphries WF (eds) **Ecosystems of the world 30: subterranean ecosystems**. Elsevier, Amsterdam, pp 159–188.
- Juberthie C .2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. *In* Wilkens H, Culver DC & Humphreys WF (eds.). **Ecosystems of the World, Vol. 30: Subterranean Ecosystems**. Amsterdam: Elsevier. p. 17-39.
- Langecker TG .1989. Studies on the light reaction of epigeal and cave populations of *Astyanax fasciatus* (Characidae, Pisces). **Memorie Biospeologie**, 16:169–176.
- Laurenti JN .1768. *Specimen medicum, exhibens synopsis reptilium emendatum cum experimentis circa venena et antidota reptilium Austriacorum*. **Viennae**, 219p.
- Lourenço WR, Baptista RLC & Giupponi APL .2004. Troglotic scorpions: a new genus and species from Brazil. **Comptes Rendus Biologies**, 327: 1151-1156.
- May RM .1990 Taxonomy as destiny. **Nature** **347**: 129-130.
- Moore BP .1964. Present-day cave beetle fauna in Australia. A pointer to past climatic change. **Helictite** 3: 3-9.
- Moore GW & Sullivan N .1997. **Speleology, Caves and the environment**. Saint Louis: Cave Books. 176p.
- Peck SB .1980. Climatic change and the evolution of cave invertebrates in the Grand Canyon, Arizona. **National Speleological Society Bulletin**, 42: 53-60.

- Pimm SL, Russell GJ, Gittleman JL & Brooks TM .1995. The future of biodiversity. **Science**, 269: 347-359.
- Pinto-da-Rocha R .1994. Invertebrados cavernícolas da porção meridional da Provincia Espeleologica do Vale do Ribeira, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 10 (2): 229-255.
- Pinto-da-Rocha R .1995. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). **Papéis Avulsos de Zoologia**, 39: 61-173.
- Poulson TL .1964. Animals in aquatic environments: animals in caves. In: Bill DB (ed) Handbook of physiology, section 4: adaptation to the environment. Williams & Wilkins, Baltimore, pp 749–771.
- Poulson TL & White WB .1969. The cave environment. **Science**, 165 (3897): 971-981.
- Poulson TL & Lavoie KH .2000 - The trophic basis of subsurface ecosystems. In Wilkens H, Culver DC & Humphreys WF (eds.). **Ecosystems of the World, Vol. 30: Subterranean Ecosystems**. Amsterdam: Elsevier. p. 231-249.
- Primack RB & Rodrigues E .2001. **Biologia da Conservação**. 328pp.
- Proudlove GS .2010. Biodiversity and distribution of the subterranean fishes of the world. In Trajano E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). **Biology of Subterranean Fishes**. Enfield: Science Publishers. p. 41-63.
- Racovitza EG .1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Archives de Zoologie Experimentale et Générale*, 6: 371-488.
- Schiner JR .1854. Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalen-Grotte. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 3: 1-40.
- Schneider K & David DC .2004. Estimating subterranean species richness using intensive sampling and rarefaction curves in a high density cave region in West Virginia. **Journal of Cave and Karst Studies**, 66(2): 39-45.

- Schreibers CH. 1801. A historical and anatomical description of a doubtful amphibian animal of Germany, called by Laurenti Proteus anguinus. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, 91 (2): 241-246.
- Sket B .1992. Conservation of sites important for their hypogean aquatic fauna. A proposal. **Bulletin de Liaison de la Société Internationale de Biospéologie**, 19: 23-26.
- Sket .2007. Database Subterranean fauna of the wider Dinaric area, Department of Biology, Biotechnical University, University of Ljubljana, 2007. http://kazalci.arso.gov.si/print?ind_id=126&lang_id=94, acessado em: 20 de Janeiro de 2012.
- Trajano E .1986. Brazilian cave fauna: composition and preliminar characterization. *In*: Congresso Intemacional de Espeleologia. Barcelona, **Comunicaciones**. v. 1, p. 155-1523.
- Trajano E .1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, 3: 533-561.
- Trajano E .1995. Evolution of tropical troglobites: Applicability of the model of Quaternary climatic fluctuations. **Mémoires de Biospéologie**, 22: 203-209.
- Trajano E .2001. Ecology of subterranean fishes: an overview. **Environmental Biology of Fishes**, 62 (1-3): 133-160.
- Trajano E .2003. Ecology and ethology of subterranean catfishes. Pp. 601-635 *in* G. Arratia, B.G. Kapoor, M. Chardon, R. Diogo, eds. Catfishes, v. 2. Science Publishers, Enfield.
- Trajano E .2010. Política de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos Avançados**, 24 (68): 135-146.
- Trajano E .2012. Ecological classification of subterranean organisms. *In* White WB & Culver DC (eds.). *Encyclopedia of Caves*. Amsterdam: Elsevier. p. 275-277.
- Trajano E & Gnaspini-Netto P. 1991. Fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos taxons. **Revista Brasileira de Zoologia**, 7 (3):383-407.

- Trajano E & Moreira JRA .1991. Estudo da fauna de cavernas da Provincia Espeleologica Arenitica Altamira-Itaituba, Para. **Revista Brasileira de Zoologia**, 51(1): 13-29.
- Trajano E & Sanchez LE .1994. Brésil, *In*: Juberthie, C. & Decu, V. (ed.) **Encyclopaedia Brospeologica**. Moulis, Societe de Biospeologie. v. I, p. 527-540.
- Trajano E & Bichuette ME, 2006. **Biologia Subterrânea: Introdução**. São Paulo: Redespeleo, 92p.
- Trajano E & Bichuette ME .2010a. Subterranean Fishes of Brazil. *In* Trajano, E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). **Biology of Subterranean Fishes**. Enfield: Science Publishers. p. 331-355.
- Trajano E & Bichuette ME .2010b. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. **Subterranean Biology**, 7: 1-16.
- Trajano E & Bichuette ME .2010c. Relevância de cavernas: porque estudos ambientais espeleobiológicos não funcionam. **Espeleo-Tema**, 21: 105-112.
- Vane-Wright, R.I.; Humphries, C.J. & Williams, P.M. 1991. What to protect: systematics and the agony of choice. **Biological Conservation**, 55: 235-254.
- Wheeler QD, Raven PH & Wilson EO. 2004. Taxonomy: Impediment or Expedient? **Science**, 303:285.
- Wilkens H .2010. Genes, modules and the evolution of cave fish. **Heredity**, 105: 413–422.
- Williams PH, Humphries CJ & Vane-Wright RI .1991. Measuring biodiversity: taxonomic relatedness for conservation priorities. **Australian Systematic Botany**, 4: 665-679.
- Wilson EO .1992. **The diversity of life**. London: Penguin.

Capítulo II

A Lista de Fauna Ameaçada de Extinção e os entraves para a inclusão de espécies – o exemplo dos peixes troglóbios brasileiros

Jonas Eduardo Gallão^{1*} & Maria Elina Bichuette¹

¹Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, *campus* São Carlos

* Autor para correspondência: Jonas Eduardo Gallão, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: jonasgallao@yahoo.com.br

Artigo nas normas da revista Natureza & Conservação (Fórum)

O meio subterrâneo - definição e conceitos

O meio subterrâneo ou hipógeo compreende os espaços interconectados do subsolo, com dimensões variáveis, desde milímetros a grandes dimensões – cavernas são as cavidades acessíveis aos humanos – que foram formados em rocha maciça, principalmente por meio de dissolução química (ex: calcários e dolomitos) e estão preenchidos por água ou ar (Juberthie 2000).

Quando comparado ao meio epígeo ou superfície, o ambiente subterrâneo apresenta algumas particularidades como a ausência permanente de luz na zona afótica, acarretando a exclusão de organismos fotossintetizantes, o que geralmente resulta em condições de escassez alimentar (Barr 1967; Poulson & White 1969). Segundo Poulson & Lavoie (2000), os ecossistemas subterrâneos são tipicamente limitados por energia, e dependentes do aporte alimentar do entorno.

Ainda, a tendência à estabilidade ambiental neste ambiente, onde a variação térmica apresenta pequenas amplitudes em torno da média da temperatura anual da superfície, como também elevada umidade relativa do ar, aproximando-se da saturação, estão relacionadas ao efeito tampão da rocha circundante (Culver 1982; Moore & Sullivan 1997).

Essas condições particulares resultam em um regime seletivo diferenciado, portanto, somente algumas espécies são capazes de efetivamente colonizá-lo (Trajano & Bichuette 2006). Assim, espécies que possuem pré-adaptações (= exaptações, *sensu* Arnold 1994), definidos como estados de caráter presentes em seus ancestrais e úteis em um novo modo de vida tem maior probabilidade de estabelecer populações no meio hipógeo (Culver 1982). Como exemplo, alguns modalidades sensoriais podem ser elencadas: uma orientação não dependente de visão, como a quimio- e mecanorrecepção; uma dieta generalista e/ou detritívora.

Organismos regularmente encontrados em ambientes subterrâneos receberam classificações de acordo com sua história ecológico-evolutiva e dependência do meio hipógeo. Assim, de acordo com Schiner-Racovitza (1907), os organismos subterrâneos são classificados em três categorias

ecológico-evolutivas, as quais apresentam caracteres ou estados de caráter relacionados ao isolamento no meio hipógeo (principalmente na morfologia externa), além da relação com o meio epígeo (ocorrência ou não neste ambiente).

Os troglóxenos habitam o meio hipógeo regularmente, no entanto, devem retornar periodicamente à superfície, devido à alimentação e reprodução; os troglófilos são capazes de colonizar efetivamente tanto o meio hipógeo quanto o epígeo, sendo comumente chamados de cavernícolas facultativos, com populações bem estabelecidas nestes dois ambientes. Estes podem originar os troglóbios, por meio da interrupção de fluxo gênico entre as populações epígeas e hipógeas (Barr 1968; Chapman 1982); os troglóbios são restritos ao meio subterrâneo, incapazes de estabelecer populações epígeas. Em geral, são caracterizados por uma série de autapomorfias morfológicas, fisiológicas, ecológicas e comportamentais (Langecker, 2000), devido ao isolamento e a pressões seletivas diferenciadas em relação ao meio epígeo.

Dentre as especializações mais marcantes, estão a redução e até ausência de pigmentação melânica e olhos (Barr & Holsinger 1985), os quais são chamados de troglomorfismos (Christiansen 1962). Em uma proposta de classificação mais recente, Trajano (2012), considera os troglóxenos as populações fonte no meio epígeo, as quais utilizam recursos subterrâneos; os troglófilos como populações fonte tanto em meio hipógeo quanto epígeo e os troglóbios as populações fonte exclusivamente subterrâneas.

Segundo Trajano & Bichuette (2006), os troglóbios, devido à alta especialização, são inerentemente frágeis, vulneráveis a alterações ambientais, pouco tolerantes ao estresse, apresentam populações frequentemente pequenas e com baixa resiliência, assim, deveriam ser protegidos por lei e ao menos estar presente na categoria vulnerável (VU) de espécies ameaçadas de extinção propostas e publicadas no Livro Vermelho de Fauna Ameaçada (= *Red List*) pela IUCN (*International Union for Conservation of Nature*).

Peixes troglóbios brasileiros e a inserção das espécies no Livro Vermelho

Atualmente há 166 espécies de peixes troglóbios no mundo (Proudlove 2010). O Brasil desponta como uma das mais ricas e diversas ictiofaunas subterrâneas, atingindo o segundo lugar, somente atrás da China (Bichuette & Trajano 2008; Proudlove 2010; Trajano & Bichuette 2010). Há registros de 25 espécies de peixes troglomórficos no Brasil, muitas não descritas formalmente, e antes não incluídas em lista de fauna ameaçada (**Tabela 1**) (Trajano & Bichuette 2010). Na revisão da Lista de Fauna Ameaçada de 2011, já homologada em reunião organizada pelo Instituto Chico Mendes para Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), foram adicionadas nove espécies às cinco categorizadas anteriormente (Machado *et al.* 2008) (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Peixes troglóbios do Brasil com respectivas localidades, categorias da revisão da Lista de Fauna Ameaçada de 2004 e 2011. VU – Vulnerável, EN – Em Perigo, CR – Criticamente em perigo.

Espécie	Municípios	Categoria 2008	Revisão 2011
<i>Stygichthys typhlops</i> Brittan & Böhlke 1965	Jaíba-MG	VU	EN
<i>Eigenmannia vicentespelaea</i> Triques 1996	São Domingos-GO	VU	VU
<i>Ancistrus cryptophthalmus</i> Reis 1987	São Domingos-GO	Não constava	EN
<i>Ancistrus formoso</i> Sabino & Trajano 1997	Bonito-MS	VU	VU
<i>Trichomycterus itacarambiensis</i> Trajano & de Pinna 1996	Itacarambi-MG	VU	CR
<i>Trichomycterus dali</i> Rizzato, Costa jr, Trajano & Bichuette 2011	Bonito-MS	Não constava	VU
<i>Trichomycterus</i> sp. 1	Carinhanha-BA	Não constava	Não avaliada
<i>Trichomycterus</i> sp. 2	Carinhanha-BA	Não constava	Não avaliada
<i>Ituglanis mambai</i> Bichuette & Trajano 2008	Posse-GO	Não constava	LC
<i>Ituglanis bambui</i> Bichuette & Trajano 2004	São Domingos-GO	Não constava	EN
<i>Ituglanis epikarsticus</i> Bichuette & Trajano 2004	São Domingos-GO	Não constava	VU

<i>Ituglanis ramiroi</i> Bichuette & Trajano 2004	São Domingos-GO	Não constava	VU
<i>Ituglanis passensis</i> Fernandez & Bichuette 2002	São Domingos-GO	Não constava	VU
<i>Glaphyropoma spinosum</i> Bichuette, de Pinna & Trajano 2008	Igatu-BA	Não constava	VU
<i>Copionodon</i> sp.	Igatu-BA	Não constava	Não avaliada
<i>Pimelodella kronei</i> (Ribeiro 1907)	Alto Ribeiro-SP	VU	EN
<i>Pimelodella spelaea</i> Trajano, Reis & Bichuette 2004	São Domingos-GO	Não constava	Não avaliada
<i>Rhamdia enfiunada</i> Bichuette & Trajano 2005	Carinhanha-BA	Não constava	Não avaliada
<i>Rhamdia</i> sp.	Serra do Bodoquena-MS	Não constava	Não avaliada
<i>Rhamdiopsis krugi</i> Bockmann & Castro 2010	Itaetê-BA	Não constava	VU
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 1	Cordisburgo-MG	Não constava	Não avaliada
<i>Rhamdiopsis</i> sp. 2	Campo Formoso-BA	Não constava	CR
<i>Phreatobius cisternarum</i> Goeldi 1905	Delta do Amazonas-AM/PA	Não constava	LC
<i>Phreatobius dracunculus</i> Shibatta, Muriel-Cunha & de Pinna 2007	Rio Pardo-RO	Não constava	Não avaliada
<i>Aspidoras</i> aff. <i>albater</i> Nijssen & Isbrücker 1976	Posse-GO	Não constava	Não avaliada

Cabe ressaltar que algumas espécies não foram avaliadas pelo fato de não haver dados sobre possíveis ameaças ou devido seu *status* específico ainda não estar definido com diagnoses claras, o que é um empecilho para avaliação de graus de ameaça.

O tempo e o dinheiro necessários à conservação sempre serão mínimos e por muitas vezes insuficientes (Rosumek & Martins 2010), assim, torna-se impossível protegermos todas as espécies existentes. Deste modo, há a pretensão de escolhermos áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade. Segundo Alho (2008), essas prioridades podem ser baseadas na valoração econômica das espécies e nos custos econômicos devido à perda de biodiversidade e degradação de paisagens. Outro critério para a escolha de áreas com propósitos de conservação de espécies é o grau de endemismos (Prevedello & Carvalho, 2006; Carvalho 2009). Ainda, há a lista da IUCN, baseada em graus de ameaças que no Brasil é compilada na forma do Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. A primeira revisão da lista foi publicada em 1968 e apenas em 1989 e 2004 esta foi revisada (Machado *et al.* 2008), o que causou um

grande déficit de informações sobre as ameaças à nossa fauna. No momento, a quarta revisão está em andamento, com alguns grupos já contemplados (M. E. Bichuette e E. Trajano, obs. pess.).

As categorias utilizadas pela IUCN são: Extinto (EX); Extinto na Natureza (EW); Criticamente em Perigo (CR); Em Perigo (EN); Vulnerável (VU); Quase Ameaçada (NT); Não Ameaçada (LC) e Deficiente em Dados (DD) (Machado *et al.* 2008) e, segundo Fitter & Fitter (1987), estas representam o primeiro passo para a proteção de espécies, entretanto, com as seguintes ressalvas: 1 – as espécies listadas devem ser estudadas para determinação de densidades demográficas e seus números populacionais; 2 – os estudos devem abranger toda área de ocorrência da espécie; 3 – as categorias não são adequadas para muitos táxons, como insetos, dos quais pouco se sabe da biologia e taxonomia; 4 – espécies que não são mais encontradas permanecem na categoria deficiente em dados e deveriam ser listadas como extintas na natureza ou algum critério de ameaça. Esses estudos podem ser onerosos e demorados (Fitter & Fitter 1987).

Para que a compilação completa da lista nacional fosse mais rápida e dinâmica, seria interessante que todos os estados elaborassem, antecipadamente, listas regionais. Entretanto, para a revisão de 2004, somente os estados do Paraná, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Pará apresentaram lista própria de fauna ameaçada (Machado *et al.* 2008).

Outro ponto relevante é a demora nos intervalos entre as revisões, comumente engessando espécies em categorias mais brandas e não refletindo o atual estado de conservação da mesma. Citamos o exemplo do lambari *Stygichthys typhlops* Brittan & Böhlke 1965, espécie altamente troglomórfica que vive em lençol freático na bacia do Alto São Francisco, registrado somente no município de Jaíba, norte de MG (Moreira *et al.* 2010). O córrego Escuro, afloramento natural deste lençol, era permanente até por volta de 1984 e hoje é um riacho

temporário com drenagem superficial apenas no pico da estação chuvosa, assim, é inevitável atribuir esse rebaixamento acelerado ao intenso bombeamento de água subterrânea, principalmente para projetos de irrigação - a região é semiárida e umas das maiores produtoras de banana do mundo (Silva 1984). Outra ameaça em potencial para o seu habitat é a contaminação do lençol freático por defensivos agrícolas, devido à intensa atividade de agricultura no município (Moreira *et al.* 2010; M.E.Bichuette, obs. pess. 2010). Apesar disso, a espécie foi incluída apenas em 2004 e ainda em (VU). Apenas na atual revisão, em 2011, sua categoria foi elevada para (EN) (Tabela 1).

A presença das espécies nas listas de fauna ameaçada é eficaz na proteção do local em que estas ocorrem, no entanto, e principalmente no caso específico de cavernas, o entorno também deve estar na área de proteção (Culver 1982). Por exemplo, as sete espécies de peixes troglóbios que ocorrem em São Domingos-GO, estão localizadas em cavernas, nos limites do Parque Estadual de Terra Ronca (PETER) (Fernandez & Bichuette 2002; Bichuette & Trajano 2004), teoricamente protegidos. Entretanto, todas nascentes dos rios que atravessam o PETER e suas cavernas, ficam fora da área de proteção do parque. A região é conhecida por criação extensiva de gado e plantio de monoculturas, assoreando e poluindo os rios e também responsáveis pelo desmatamento na região, prejudicando o habitat e o aporte de alimento das espécies (Bichuette & Trajano 2003; Bichuette & Trajano 2010). Apesar disso, somente uma espécie troglóbia constava na lista de fauna ameaçada em 2004 (o peixe-elétrico *Eigenmannia vicentespelaea*) (Tabela 1), e, na revisão de 2011, outras cinco espécies foram incluídas (quatro espécies do bagrinho *Ituglanis* e o cascudo *Ancistrus cryptophthalmus*).

Há também o exemplo do bagre cego de Iporanga, *Pimelodella kronei* (Ribeiro 1907), que habita cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), sul do estado de São Paulo, no entanto, os rios sofrem intensa poluição por organoclorados, afetando as populações deste peixe (Trajano 1989). Em 1989 e 2004 esta espécie encontrava-se na

categoria vulnerável e, atualmente o seu grau de ameaça foi elevado para EN (em perigo), refletindo a dificuldade de inclusão em categorias que realmente refletem a ameaça que a espécie se encontra.

As falhas listadas até o momento não são facilmente sanáveis, entretanto, para a inclusão de espécies nas listas de fauna ameaçada há um problema maior. A rígida burocracia ambiental somente aceita a inclusão de espécies nominais – *Gênero espécie* (Trajano 2010). Assim, surgem dois relevantes problemas, o Impedimento Taxonômico e as Variações Geográficas.

Segundo Vanzolini (1992), o número de sistematas no Brasil está ao redor de um por cento das necessidades do país. Desta forma, a ausência de especialistas com capacidade e até mesmo tempo de descrever espécies (Trajano 2010), torna-se um entrave à conservação destas. No caso dos peixes troglóbios, cinco espécies não puderam ser avaliadas na atual revisão de 2011, ou seja, não há nenhum modo legal de proteção das mesmas, principalmente as espécies de Carinhanha, no sudoeste da Bahia, onde a pressão pela mineração é extremamente alta e as fronteiras agrícolas avançam em ritmo descomedido.

Ainda, temos o caso do *Rhamdiopsis krugi* Bockmann & Castro 2010, descrito recentemente. A espécie já era conhecida desde o início da década de 1990 e, no entanto, nunca havia entrado na lista de fauna ameaçada, embora as ameaças ao seu habitat fossem evidentes. Deste modo, espécies que estão ameaçadas de extinção, mas ainda não possuem nome científico, podem ser totalmente dizimadas, sem possibilidade de efetiva proteção. Na revisão de 2011, uma exceção foi concedida ao bagrinho *Rhamdiopsis* sp. 2, já que a espécie está ameaçada, sendo incluída na categoria (CR). Para tal, a pressão dos coordenadores de táxon foi fundamental para sua inclusão mesmo sem descrição formal, em contrapartida de a espécie estar em acelerado processo de descrição, a diagnose suficiente para determinar uma nova espécie e a série tipo já depositada em coleção científica fiel depositária.

Além disso, as diferenças utilizadas na distinção de espécies nem sempre são detectadas, já que a evolução é gradual e é esperado encontrar populações em início de processos de separação (Trajano 2010). Como a avaliação de espécies é feita sob a alcunha de um nome científico, as variações geográficas devem ser analisadas como um todo, preterindo muitas vezes uma população ameaçada em detrimento de algumas populações que não apresentam nenhum tipo de ameaça. Aqui, temos como exemplo do bagrinho *Aspidoras albater* Nijssen & Isbrücker 1976, peixe bastante comum na Bacia do rio Tocantins. Entretanto, há populações cavernícolas na região de Posse, nordeste de Goiás, já em processo de diferenciação e apresentando troglomorfixismos, como redução de olhos e pigmentação e isoladas de drenagens epígeas (Secutti *et al.* 2011). Estas populações cavernícolas estão ameaçadas, já que o entorno da caverna apresenta-se desmatado devido ao cultivo de monocultura e criação de gado. Todavia, estas populações subterrâneas foram analisadas como uma espécie epígea comum, não sendo incluídas em nenhum grau de ameaça.

Considerações finais

A lista de fauna ameaçada representa uma ferramenta fundamental na conservação da biodiversidade. Segundo Brooks *et al.* (2009), ações de conservação de Aves com dados do Livro Vermelho, evitaram até 20% das extinções que teriam ocorrido no último século. No entanto, o conhecimento da diversidade de Aves é bem estabelecido, diferente do que ocorre com a diversidade de peixes e principalmente de invertebrados.

Como sugestão, algumas modificações deveriam ser incluídas como critérios para uma avaliação mais acurada:

- as revisões das listas deveriam ocorrer em intervalos menores, a cada dois anos, visto que a pressão econômica pode dizimar habitats inteiros em alguns meses. Ainda, se uma

espécie sofre forte pressão e necessita de rápida mudança de categoria de ameaça, a publicação poderia sair individualmente, sem que haja a necessidade da espera de outra revisão da Lista.

Para alcançar este objetivo, é imprescindível que todos estados brasileiros façam suas próprias listas de fauna ameaçada, acelerando o processo de compilação da lista nacional;

- o espaço físico de proteção das espécies, além de englobar o habitat, deveria também incluir as paisagens das quais estas se incluem, visto que grande parte do aporte alimentar para os sistemas subterrâneos provém de seu entorno e, alterações ambientais neste comprometeriam a comunidade como um todo;

- torna-se indispensável a formação de especialistas para diversos grupos taxonômicos, além da possibilidade de inclusão de populações ainda sem descrição formal, mas que apresentam diagnoses claras e também a discussão das variações geográficas (ocorrências) em relação ao grau de ameaça.

Agradecimentos

À Eleonora Trajano (IBUSP/SP) por disponibilizar informações ainda não publicadas; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP, processos 2008/05678-7 e 2010/08459-4). J. E. Gallão agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de Mestrado concedida e ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN) pelos auxílios financeiros.

Referências

Alho CJR, 2008. The value of biodiversity. *Brazilian Journal of Biology*, 68 (4): 1115-1118.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842008000500018>

- Arnold EN, 1994. Investigating the origins of performance advantage: adaptation, exaptation and lineage effects. In Eggleton P & Vane-Wright RI (eds.). *Phylogenetics and Ecology*. London: Academic Press. p. 123-168.
- Barr TC, 1967. Observations on the ecology of caves. *The American Naturalist*, 101 (922): 475-491.
- Barr TC, 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. *Evolutionary Biology*, 2: 35-102.
- Barr TC & Holsinger JR, 1985. Speciation in cave faunas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 16: 313-317.
- Bichuette ME & Trajano E, 2003. Epigean and subterranean ichthyofauna from São Domingos karst area, Upper Tocantins river basin, Central Brazil. *Journal of Fish Biology* 63: 1100–1121. <http://dx.doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00227.x>
- Bichuette ME & Trajano E, 2004. Three new subterranean species of *Ituglanis* from Central Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 15: 243-256.
- Bichuette ME & Trajano E, 2008. *Ituglanis mambai*, a new subterranean catfish from a karst area of Central Brazil, rio Tocantins basin (Siluriformes: Trichomycteridae). *Neotropical Ichthyology*, 6: 9-15. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252008000100002>
- Bichuette ME & Trajano E, 2010. Conservation of Subterranean Fishes. In Trajano E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). *Biology of Subterranean Fishes*. New Hampshire: Science Publishers. p. 65-80.
- Brooks TM, Wright SJ & Sheil D, 2009. Evaluating the success of conservation actions in safeguarding tropical forest biodiversity. *Conservation Biology*, 23:1448–1457. PMID:20078645. <http://dx.doi: 10.1111/j.1523-1739.2009.01334.x>
- Carvalho CJB, 2009. Padrões e endemismos e a conservação da biodiversidade. *Megadiversidade*, 5 (1-2): 77-86.

- Chapman P, 1982. The origin of troglobites. *Proceedings of the University of Bristol Speleological Society*, 16 (2): 133–141.
- Christiansen KA, 1962. Proposition pour la classification des animaux cavernicoles. *Spelunca*, 2: 76–78.
- Culver DC, 1982. *Cave Life – Evolution and Ecology*. Cambridge: Harvard University Press.
- Fernández L & Bichuette ME, 2002. A new cave dwelling species of *Ituglanis* from the São Domingos karst, central Brazil (Siluriformes: Trichomycteridae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 13: 273-278.
- Fitter RSR & Fitter M, 1987. *The road to extinction: problems of categorizing the status of taxa threatened with extinction*. IUCN, Gland: Switzerland.
- Juberthie C, 2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world. In Wilkens H, Culver DC & Humphreys WF (eds.). *Ecosystems of the World, Vol. 30: Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier. p. 17-39.
- Langecker TG, 2000. The effects of continuous darkness on cave ecology and cavernicolous evolution. In Wilkens H, Culver DC & Humphreys WF (eds.). *Ecosystems of the World, Vol. 30: Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier. p. 135-137.
- Machado ABM, Drummond GM & Paglia AP, 2008. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente: Fundação Biodiversitas.
- Moore GW & Sullivan N, 1997. *Speleology, Caves and the environment*. Saint Louis: Cave Books.
- Moreira CR *et al.*, 2010. Rediscovery and redescription of the unusual subterranean characiform *Stygichthys typhlops*, with notes on its life history. *Journal of Fish Biology*, 76: 1815– 1824. <http://dx.doi:10.1111/j.1095-8649.2010.02625.x>
- Poulson TL & White WB, 1969. The cave environment. *Science*, 165 (3897): 971-981.

- Poulson TL & Lavoie KH, 2000 - The trophic basis of subsurface ecosystems. *In* Wilkens H, Culver DC & Humphreys WF (eds.). *Ecosystems of the World, Vol. 30: Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier. p. 231-249.
- Prevedello JA & Carvalho CJB, 2006. Conservação do Cerrado brasileiro: o método pan-biogeográfico como ferramenta para a seleção de áreas prioritárias. *Natureza e Conservação*, 4: 39-57.
- Proudlove GS, 2010. Biodiversity and distribution of the subterranean fishes of the world. *In* Trajano E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). *Biology of Subterranean Fishes*. New Hampshire: Science Publishers. p. 41-63.
- Racovitza EG, 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Archives de Zoologie Experimentale et Générale*, 6: 371-488.
- Rosumek FB & Martins RP, 2010. Ecologia, Filosofia e Conservação. *Natureza e Conservação*, 8 (1): 87-89. <http://dx.doi: 10.4322/natcon.00801015>
- Schiner JR, 1854. Fauna der Adelsberger-, Lueger- und Magdalen-Grotte. *Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien*, 3: 1-40.
- Secutti S, Reis RE & Trajano E, 2011. Differentiating cave *Aspidoras* catfish from a karst area of Central Brazil, upper rio Tocantins basin (Siluriformes: Callichthyidae). *Neotropical Ichthyology*, 9 (4): 689-695. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-62252011005000045>
- Silva AB, 1984. *Análise morfoestrutural, hidrogeológica e hidroquímica no estudo do aquífero cárstico do Jaíba, Norte de Minas Gerais*. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 190 pp.
- Trajano E, 1989. Estudo do comportamento espontâneo e alimentar e da dieta do bagre cavernícola, *Pimelodella kronei*, e seu provável ancestral epígeo, *Pimelodella transitoria* (Siluriformes, Pimelodidae). *Revista Brasileira de Biologia*, 49 (3): 757-769.

- Trajano E, 2010. Política de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. *Estudos Avançados*, 24 (68): 135-146. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100012>
- Trajano E, 2012. Ecological classification of subterranean organisms. In White WB & Culver DC (eds.). *Encyclopedia of Caves*. Amsterdam: Elsevier. p. 275-277.
- Trajano E & Bichuette ME, 2006. *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo: Redespeleo.
- Trajano E & Bichuette ME, 2010. Subterranean Fishes of Brazil. In Trajano, E, Bichuette ME & Kapoor BG (eds.). *Biology of Subterranean Fishes*. New Hampshire: Science Publishers. p. 331-355.
- Vanzolini PE, 1992. Paleoclimas e especiação em animais da América do Sul tropical. *Estudos Avançados*, 6 (15): 41-65.

Capítulo III

A new high diversity area for Brazilian subterranean fauna: the remarkable Igatu, Chapada Diamantina, central Bahia

Jonas Eduardo Gallão^{1*} & Maria Elina Bichuette¹

¹Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, *campus* São Carlos

* Autor para correspondência: Jonas Eduardo Gallão, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil

e-mail: jonasgallao@yahoo.com.br

Running title: Um novo *hotspot* para a fauna subterrânea brasileira

Resumo

Hotspots são áreas que apresentam grande diversidade biológica, nas quais se observa elevada riqueza de espécies, endemismos, eventos ecológicos e/ou evolutivos únicos, além de presença de táxons raros. Com ausência de fotoperíodos e consequentemente de plantas, o meio subterrâneo, não se enquadraria na definição clássica de *hotspot*. Trabalhos de diversidade biológica para cavernas neotropicais são relativamente recentes e raros, a maioria deles realizados no Brasil. Com o objetivo de entendermos a composição faunística, e quais fatores influenciam a distribuição da fauna subterrânea de cavernas localizadas no nordeste brasileiro, região de Igatu, elaboramos as seguintes perguntas: A região representa um novo *hotspot* de fauna subterrânea? Duas amostragens para acessar a fauna subterrânea, compreendendo um ciclo anual, são suficientes para obter a riqueza mínima de espécies, além de verificação de padrões locais e/ou regionais? A litologia influencia a distribuição faunística nas cavernas brasileiras? Na região, registramos 127 táxons, destes, 18 são troglóbios e oito são espécies novas (entre troglóbios e troglófilos) Igatu representa um novo *hotspot* de fauna subterrânea para o Brasil, visto que, além da rica fauna cavernícola, endemismos e relictos foram registrados (*Troglorhopalurus translucidus* e *Glaphyropoma spinosum*). Ainda, demonstramos que duas ocasiões de amostragens não são suficientes para acessar a riqueza mínima de espécies e que, além da litologia, diversos fatores devem influenciar a composição faunística (como exemplos, latitude e altitude).

Palavras chave: cavernas, diversidade, singularidade, conservação, ciclos anuais.

Abstract

Hotspots are areas with high biological diversity, high species richness, endemism and unique ecological and/or evolution events, besides the presence of rare taxa. Due the absence of photoperiod and consequently plants, the hypogean environment would not fix on the classical definition of *hotspot*. Works focusing biological diversity in Neotropical caves are relatively rare and recent, mostly developed in Brazil. Aiming to understand the faunistic composition and what influences the distribution of cave fauna from a pseudokarstic area from northeastern of Brazil (Igatu region), we elaborate the following questions: The region represents a new *hotspot* for subterranean fauna in Brazil? Are two samples enough to access the subterranean fauna, including one annual cycle, to access the minimal species richness, and hypothesized faunistic patterns? Does lithology influence the faunistic distribution in caves from Chapada Diamantina? We recorded 127 taxa, and, from these, 18 are troglobitic ones and eight are new species (among troglobitic and troglophilic ones). Igatu represents a new *hotspot* of subterranean fauna in Brazil, since, besides the cave fauna richness, endemisms and relict taxa were recorded (*Troglorhopalurus translucidus* and *Glaphyropoma spinosum*). Indeed, herein we demonstrated that two samples are not enough to access the minimal species richness and, besides lithology, many other factors must influence the faunistic composition (as examples, latitude and altitude).

Key words: caves, diversity, singularity, conservation, annual cycles.

Introdução
Materiais e Métodos.
Área de estudo.
Amostragens.

INTRODUÇÃO

Historicamente, áreas caracterizadas por grande diversidade biológica, nas quais se observa elevada riqueza em espécies, endemismos, eventos ecológicos e/ou evolutivos únicos, além de presença de táxons raros são denominados *hotspots* (MYERS 1988). De acordo com MYERS (1990), tais áreas foram propostas com base na diversidade da flora, por conseguinte, a diversidade total de espécies animais seria também elevada.

O meio subterrâneo, o qual compreende os espaços interconectados da sub-superfície, formando um *continuum* e possibilitando a dispersão de espécies que aí vivem (JUBERTHIE 2000), não se enquadraria na definição clássica de *hotspot*, visto que a escuridão permanente impossibilita a presença de organismos fotossintetizantes (CULVER 1982). Consequentemente, a riqueza de espécies em geral, é menor do que a observada em ambientes epígeos (SKET 1999). Entretanto, o meio hipógeo apresenta originalidade faunística, elevado endemismo, além de isolamentos filogenéticos (GIBERT & DEHARVENG 2002), características consequentes de eventos evolutivos únicos (TRAJANO & BICHUETTE 2006; CULVER & PIPAN 2009), as quais inserem o meio subterrâneo na classificação de *hotspot*, mesmo que a riqueza de espécies não seja o principal fator (CULVER & SKET 2000).

De uma maneira simplificada e segundo Schiner-Racovitza (1907), os organismos subterrâneos são classificados em três categorias ecológico-evolutivas, as quais apresentam caracteres ou estados de caráter relacionados ao isolamento no meio hipógeo, principalmente na morfologia externa, além da relação com o meio epígeo (ocorrência ou não neste ambiente).

Os troglóxenos habitam o meio hipógeo regularmente, no entanto, retornam periodicamente à superfície para completar seus ciclos de vida; os troglófilos são capazes de completar seus ciclos de vida tanto no meio hipógeo quanto no epígeo, e podem originar os troglóbios (BARR 1968); os troglóbios são obrigatoriamente cavernícolas, restritos ao meio subterrâneo e não sobrevivem na superfície. Foram originados dos mais diversos grupos

taxonômicos (PINTO-DA-ROCHA 1995; TRAJANO & BICHUETTE 2006; TRAJANO & BICHUETTE 2010) e geralmente apresentam convergência na perda de traços biológicos sem efetiva função no meio hipógeo, além de especializações e/ou adaptações que permitem a sobrevivência na escuridão permanente, as quais representam estados de caráter autapomórficos (TRAJANO 1993; WILKENS 2010), os chamados troglomorismos (CHRISTIANSEN 1962). Deste modo, populações troglóbias são altamente especializadas e frágeis e devem obrigatoriamente ser protegidas por lei (TRAJANO & BICHUETTE 2006).

Segundo alguns autores, os trópicos apresentam menor diversidade de troglóbios devido principalmente a flutuações climáticas menos drásticas durante o Pleistoceno, quando comparadas às ocorridas nas regiões temperadas (BARR 1968). Entretanto, segundo TRAJANO (1995), a falta de conhecimento em relação à fauna de cavernas tropicais não corrobora o modelo de flutuações climáticas distintas entre zonas temperadas e tropicais, além de outros fatores, como a falta de padronização nas amostragens. Trabalhos de diversidade biológica para cavernas neotropicais são relativamente recentes e raros (PECK 1971; CHAPMAN 1980), e a maioria deles realizados no território brasileiro em litologia calcária. Neste caso, tais estudos são ainda pouco frequentes e tiveram início recentemente (TRAJANO 1987; TRAJANO & GNASPINI 1991). Como exemplos de cavernas ou áreas consideradas *hotspots* em termos mundiais podemos citar: O sistema Postojna-Planina com 99 troglóbios (ICSB 2010 abstract book) e a caverna Vjetrenica Jama com 60 espécies exclusivamente subterrâneas, localizadas respectivamente na Eslovênia e na Bósnia-Hezergovina (CULVER & SKET 2000). Para o Brasil, as duas cavernas com maior número de troglóbios são o Sistema Areias e a Gruta Alambari de Cima (ambas em litologia calcária) localizadas na Mata Atlântica do sudeste Brasileiro e possuem 16 e 10 espécies troglóbias respectivamente, distribuídas em diversos táxons, representando *hotspots* neotropicais de fauna subterrânea em termos mundiais (DEHARVENG 2005).

Considerando-se cavernas em quartizito, um único trabalho foi publicado até o presente (SOUZA-SILVA et al. 2011). Neste, os autores relatam a ocorrência de 70 espécies troglomórficas em cavernas de diferentes litologias (minério de ferro, carbonáticas, siliclástica e magmáticas). Entretanto, neste caso, os autores não realizaram réplicas ao longo de ciclos anuais e agruparam os resultados para diversas litologias, o que não fornece um dado comparável para detecção de quaisquer padrões, fundamentais para medidas de proteção à fauna subterrânea brasileira.

A Chapada Diamantina apresenta a fauna epígea e a flora muito bem estudadas (LINSKER 2005). Nesta região existem cavernas em, pelo menos, duas litologias distintas (quartzito e calcário), porém em latitudes similares. Para a rocha calcária, os trabalhos iniciaram-se em meados de 1990 (MENDES 1995; PINTO-DA-ROCHA 1995; GNASPINI et al. 1998; GREGORIN & MENDES 1999). Apenas recentemente os estudos foram iniciados em cavidades em rocha quartzítica, localizadas no povoado de Igatu, porção central da Chapada Diamantina (BICHUETTE et al. 2008). Essas cavernas foram descobertas em 2006 (M. E. Bichuette obs. pess.), e já demonstraram grande potencial para estudos ecológicos, já que possibilita a comparação com cavernas em litologia calcária, localizadas na mesma latitude.

Em relação à proteção do patrimônio espeleológico brasileiro, a legislação mais atual (DECRETO 6640 de 07 de Novembro de 2008), regulariza o uso de cavidades naturais subterrâneas para fins de licitações ambientais, classificando-as em níveis de relevâncias: máxima, alta, média e baixa. Para normatização deste Decreto, foi publicada a Instrução Normativa Nº 2, de 20 de agosto de 2009. Nesta, em seu artigo 16 (parágrafo 2), são estabelecidas algumas exigências para estudos espeleobiológicos, inclusive a definição do período de estudo:

“**Art. 16.** A aprovação dos estudos espeleológicos para fins de classificação do grau de relevância de cavidades naturais subterrâneas está condicionada à apresentação de informações

suficientes à compreensão do ecossistema cavernícola. § 2º Os levantamentos biológicos devem atender o mínimo de um ciclo anual com, pelo menos, duas amostragens por ano, sendo uma na estação chuvosa e outra na estação seca, visando minimamente revelar aspectos decorrentes da sazonalidade climática.”

No presente trabalho visamos testar alguns conceitos ecológicos aplicados à conservação biológica, além de premissas previstas em leis que determinam o uso e possível supressão das cavernas brasileiras e sua fauna associada. Elaboramos, para este fim, as seguintes questões: 1– a região de Igatu, Bahia central, representa uma área de elevada diversidade para a fauna subterrânea? 2 – duas amostragens ao longo de um ciclo anual, como proposto na Instrução Normativa Nº 2, são suficientes para acessar a riqueza mínima de espécies subterrâneas, e possíveis singularidades faunísticas? 3 – a litologia influencia a composição da fauna subterrânea da Bahia central? O estudo de caso foi conduzido em 12 cavernas da Chapada Diamantina, Bahia central (dez em litologia quartzítica e duas em litologia calcária), nordeste do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se no Parque Nacional da Chapada Diamantina (cavernas quartzíticas – Povoado de Igatu/município de Andaraí e município de Lençóis) e cavernas calcárias – município de Itaetê. A região localiza-se na porção central do estado da Bahia, pertencente à serra do Espinhaço e cortada por rios da Bacia do Paraguaçu (Fig. 1). Segundo SCHOBENHAUS et al. (1999), a Chapada Diamantina é composta por morros e montanhas de rochas metassedimentares dos grupos Chapada Diamantina e Paraguaçu, os quais foram depositados há mais de um bilhão de anos. Em relação à litologia, conglomerados de argilitos e

pelitos do grupo Chapada Diamantina, que datam do Proterozóico, sobrepõem-se a arenitos finos, siltitos e argilitos do grupo Paraguaçu (SCHOBENHAUS et al. op. cit.).

O clima da região é tropical subquente semi-árido (KÖPPEN 1948), com a estação quente e chuvosa entre Novembro e Fevereiro e a estação seca e fria entre Maio e Setembro. A temperatura média anual é de 20° C (NIMER 1979). A região apresenta altitudes entre 1.000 a 1.700 metros e representa um divisor de águas entre o Leste da Bahia e a Bacia do Rio São Francisco.

As cavernas estudadas foram:

- região de Igatu/Andaraí – BA: Gruna das Cobras, Sistema Torras, Gruna do Criminoso, Gruna Lava Pé, Gruna Morro de Alvo, Gruna Parede Vermelha, Gruna Ressurgência do Morro de Alvo, Gruna Rio dos Pombos, Gruna Veio de Aurélio.

- região de Lençóis – BA: Gruta do Lapão.

- região de Itaetê – BA: Poço Encantado e Lapa do Bode.

As coordenadas são apresentadas na Tabela 1

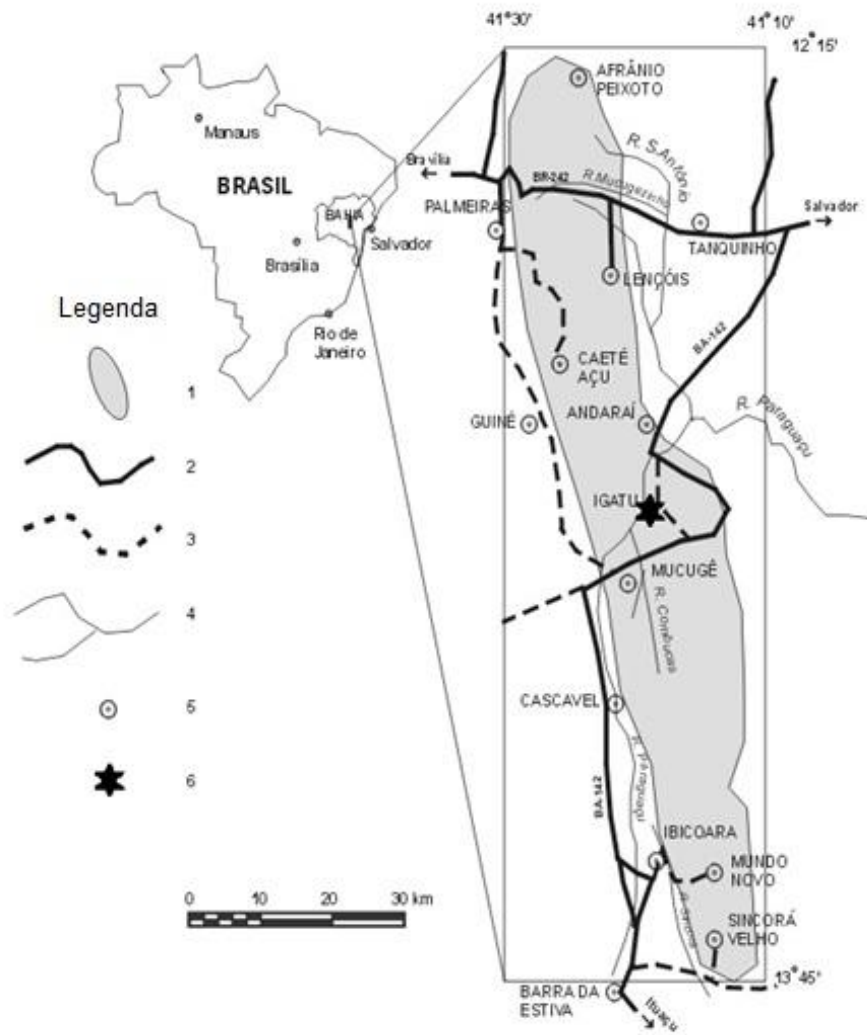


Fig. 1 – Área de estudo, Chapada Diamantina, Bahia central. Em cinza, o Parque Nacional da Chapada Diamantina: 1. Limites do parque; 2. Estradas pavimentadas; 3. Estradas de terra; 4. Drenagens; 5. Cidades; 6. Povoado de Igatu.

AMOSTRAGENS

No total foram realizadas coletas em dez cavernas quartzíticas, nove na região do povoado de Igatu e uma em Lençóis. Devido algumas localidades terem sido recentemente investigadas ou seu acesso relativamente difícil, estas tiveram uma campanha de coleta. No caso das cavernas calcárias, Poço Encantado e Lapa do Bode, utilizamos dados de literatura (PINTO-DA-ROCHA 1995; SOUZA 1999; MAHNERT 2001; PORTO et al. 2010), além de

amostragens realizadas no ano de 2010. Informações sobre o número de coletas/anos para cada localidade são mostradas na Tabela 1.

A amostragem da fauna subterrânea da Chapada Diamantina foi realizada através de inspeção visual em diferentes substratos, percorrendo-se a maior extensão possível em todos os habitats.

Para a fauna terrestre, as coletas foram realizadas manualmente e, quando necessário, com auxílio de pinças e pincéis. Os organismos foram fixados em álcool 70%. Em relação à fauna aquática, as coletas foram efetuadas com auxílio de redes de mão. Os invertebrados foram fixados em álcool 70%; os peixes foram anestesiados em benzocaína, fixados em formol 10% e após sete dias, transferidos para álcool 70%. No presente trabalho, a fauna de quirópteros não foi estudada. Todo o material coletado foi transportado para o Laboratório de Estudos Subterrâneos, onde foi separado em morfotipos e identificado até o menor nível taxonômico possível, utilizando-se chaves de identificação (BORROR et al. 1989; COSTA et al. 2006; ADIS 2002).

Para identificação correta dos táxons coletados, a maior parte do material foi enviada para especialistas de diversos grupos (Museu Nacional do Rio de Janeiro, Instituto Butantan, Laboratório de Sistemática e Biogeografia de Dípteros – Universidade de São Paulo, Laboratório de Entomologia – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Département Systématique et Évolution - Muséum national d'Histoire naturelle, Laboratório de Sistemática de Collembola e Conservação – Universidade Federal da Paraíba, Museu de Zoologia – Universidade de São Paulo, Laboratório de Sistemática e Bioecologia de Coleoptera – Universidade Federal do Paraná, Laboratório de Entomologia – Universidade Federal de São Carlos), ficando, quando possível, material testemunho no Laboratório de Estudos Subterrâneos.

ANÁLISE DOS DADOS

Para verificação e definição da suficiência amostral quanto ao acesso à riqueza mínima de espécies, curvas de rarefação de amostragem foram calculadas para as cavernas nas quais ocorreram três ou mais ocasiões de coleta: Sistema Torras, Gruna Parede Vermelha, Gruna Ressurgência do Morro de Alvo e Gruna Rio dos Pombos. As curvas de rarefação de amostras foram confeccionadas utilizando-se o programa Past versão 2.13 (HAMMER et al. 2001).

Ainda, para as quatro cavernas acima citadas, foi calculado o índice de diversidade de Shannon (H') e foi elaborado um dendograma de distâncias Euclidianas para verificação de localidades singulares ou similares quanto à fauna. Em ambos cálculos foi utilizado o programa Past versão 2.13 (HAMMER et al. op. cit.). Tal análise possibilitou verificar-se se há influência da litologia na composição e distribuição da fauna.

RESULTADOS

Ao todo, para as dez cavernas quartzíticas localizadas no Povoado de Igatu (município de Andaraí) e no município de Lençóis, foram registrados 127 táxons (entre invertebrados e vertebrados - peixes). A listagem faunística completa, além da inclusão ecológico-evolutiva de troglóbio, encontram-se no **Apêndice 1**.

Para os invertebrados, os Arthropoda contribuíram com 96% do total de espécies registradas: 60 espécies de Hexapoda (47.2%), sendo 55 espécies de Insecta e 6 de Entognatha (Collembola); 45 espécies de Arachnida (34.6%), sendo 28 espécies de Araneae, quatro de Opiliones, cinco de Amblypygi, três de Acari, duas de Pseudoscorpiones e uma de Scorpiones;

12 espécies de Myriapoda (9.4%) e, quatro espécies de Malacostraca (3.1%), todas da Ordem Isopoda.

Os troglóbios estão representados por 18 espécies (Fig. 2), ocorrendo em uma área pequena, de aproximadamente 25 km². Dentre estas, apenas três estão identificadas em nível de espécie (o opilião *Discocyrtus pedrosoi* Kury 2008, o escorpião *Troglorhopalurus translucidus* Lourenço, Baptista & Giupponi 2004 e o bagrinho *Glaphyropoma spinosum* Bichuette, Pinna & Trajano 2008), descritas muito recentemente, o que revela o problema do impedimento taxonômico para os táxons subterrâneos. Apesar da baixa riqueza, as duas espécies de peixes registradas são troglóbias, e dentre os moluscos, das duas espécies registradas, uma é troglóbia (família Systrophiidae). Os outros troglóbios pertencem às seguintes ordens: Araneae (3), Amblypygi (3), Opiliones (2), Scorpiones (1), Pseudoscorpiones (2), Collembola (2) e Isopoda (2). Entretanto, o número total de espécies troglóbias deve aumentar, caso o *status* ecológico-evolutivo seja comprovado, podendo atingir mais de 30 espécies.



a



b



c



d

Fig. 2. Exemplos da fauna troglóbia de Igatu, município de Andaraí, Chapada Diamantina, Bahia central. **a**- Molusco da família Systrophiidae, **b** – Escorpião Buthidae, *T. translucidus*, , **c** – nova espécie de terafosídeo do gênero *Tmesiphantes* **d**. Bagre Trichomycteridae, *G. spinosum*. Fotos: a e c; M.E. Bichuette; b e d, A. Gambarini.

A Gruna Parede Vermelha apresentou a maior riqueza de troglóbios, com 12 registros.

Além disso, nesta caverna registramos três exemplares do escorpião *T. translucidus*, antes registrado apenas na sua localidade-tipo, a Gruta do Lapão, municípios Lençóis, Bahia.

Segundo o nosso estudo e trabalhos anteriores (PINTO-DA-ROCHA 1995; LOURENÇO et al 2004), até o momento há registro de oito espécies novas ocorrendo nas cavernas quartzíticas da Chapada Diamantina, dentre as quais, a aranha *Tmesiphantes* sp. n., a qual representa a primeira Mygalomorphae troglóbia para o Brasil e o bagre *Copionodon*; entre os troglófilos,

uma nova espécie de *Loxosceles* e um novo grilo do gênero *Endecous* (M. BOLFARINI com. pess.). Ainda, segundo LOURENÇO e colaboradores (2004), há registro de mais duas espécies troglóbias na região, uma aranha da família Ochyroceratidae e outra da família Ctenidae. Por fim, uma nova espécie de *Charinus* também foi registrada, representando o primeiro registro da categoria troglófila para este gênero (A. GIUPPONI com. pess.).

Tratando-se das cavernas calcárias, é importante ressaltar que nosso estudo apresenta novos registros para a Lapa do Bode e/ou Poço Encantado (Apêndice 1): aranhas - famílias Pholcidae, Scytodidae e Nesticidae; ortópteros – família Phalangopsidae; hemípteros - família Reduviidae; coleópteros – família Tenebrionidae; himenópteros - família Braconidae; dípteros – família Muscidae e tricópteros – família Hydropsychidae.

As curvas de rarefação de amostragem, feitas para as cavernas com três ou mais ocasiões de coleta são apresentadas na Fig. 3. Elas nos mostram que em nenhum caso, mesmo aqueles com cinco amostragens, a assíntota é atingida, indicando que a suficiência amostral está longe de ser alcançada.

Ainda, para estas quatro localidades, foram obtidos os números de espécies que não apresentaram repetições durante as amostragens, assim como o total de táxons amostrados e os possíveis troglóbios a partir da terceira ocasião de coleta. Os resultados são apresentados na **Tabela 2**.

Note-se que o menor número relativo de espécies coletadas a partir da terceira ocasião de coleta foi para o Sistema Torras, com 40.0%. Entretanto, cabe ressaltar que esta caverna é um imenso conduto em forma de túnel, e a cada estação chuvosa, ela é inteiramente lavada. Para as outras três localidades, foram registradas 52.6%; 53.1% 65.8%. e respectivamente para a Gruna Parede Vermelha, Gruna Ressurgência do Morro de Alvo e Gruna Rio dos Pombos. Além disso, o número de possíveis troglóbios atingiu um total de 15 espécies, as quais seriam negligenciadas caso as localidades fossem amostradas somente duas vezes.

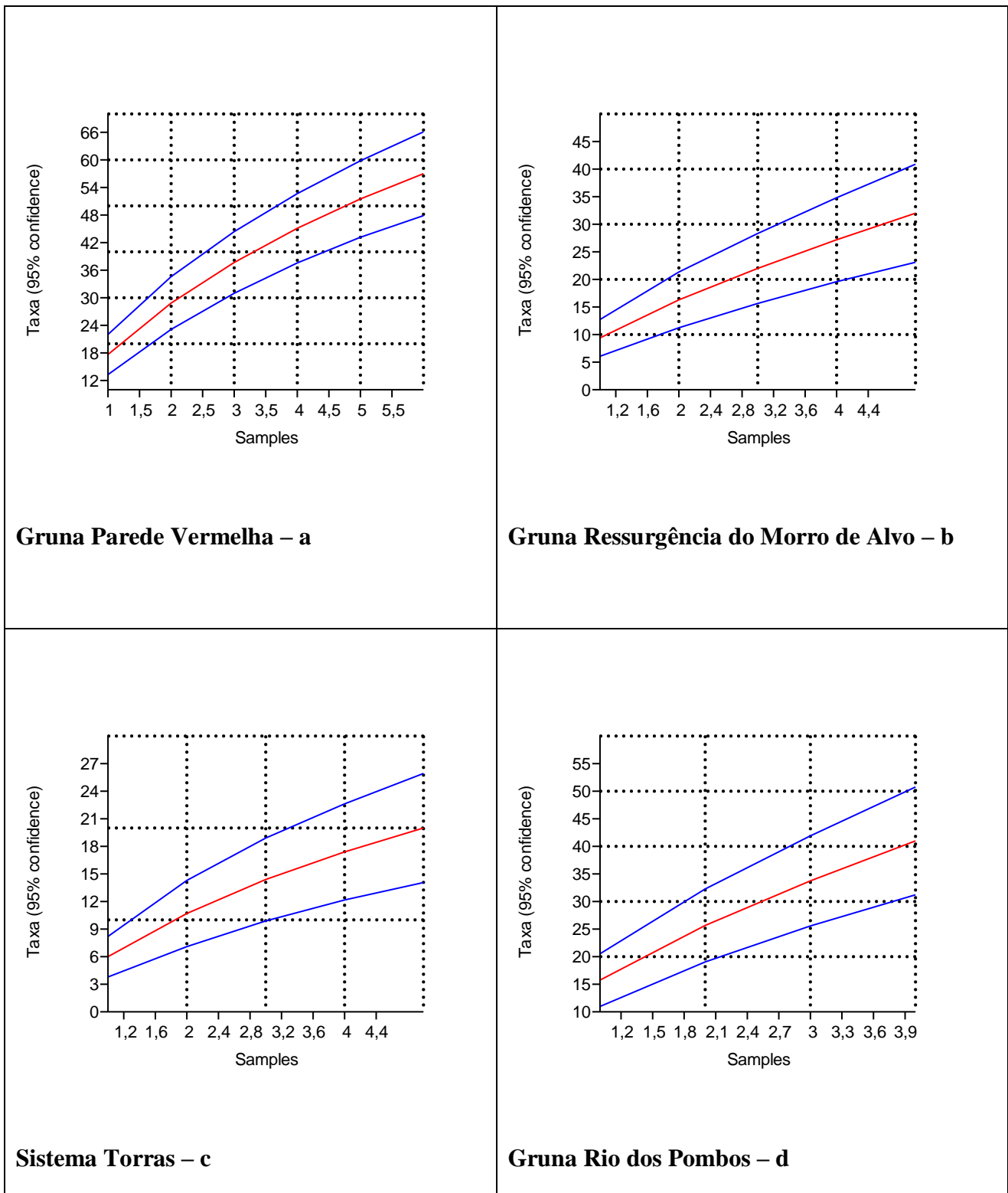


Fig. 3. Curvas de rarefação de amostragem (linha vermelhas) para as localidades com três ou mais ocasiões de coleta. As linhas azuis representam o intervalo de confiança de 95%. Na localidade **a**, foram realizadas seis coletas, **b** e **c** com cinco coletas e a localidade **d** com quatro.

Em relação à diversidade nas quatro localidades de Igatu com maior número de amostragens, estas mostraram índices de Shannon (H') elevados e semelhantes: Gruna Parede Vermelha – 2.738; Res. do Morro de Alvo – 2.871; Gruna Rio dos Pombos – 3.121 e por fim, Sistema Torras – 2.763.

O dendograma de distâncias euclidianas é apresentado na Fig. 4, calculado para as quatro localidades com mais de três amostragens (Tabela 2), além de duas localidades (cavernas calcárias) em latitude similar: Lapa do Bode e Poço Encantado.

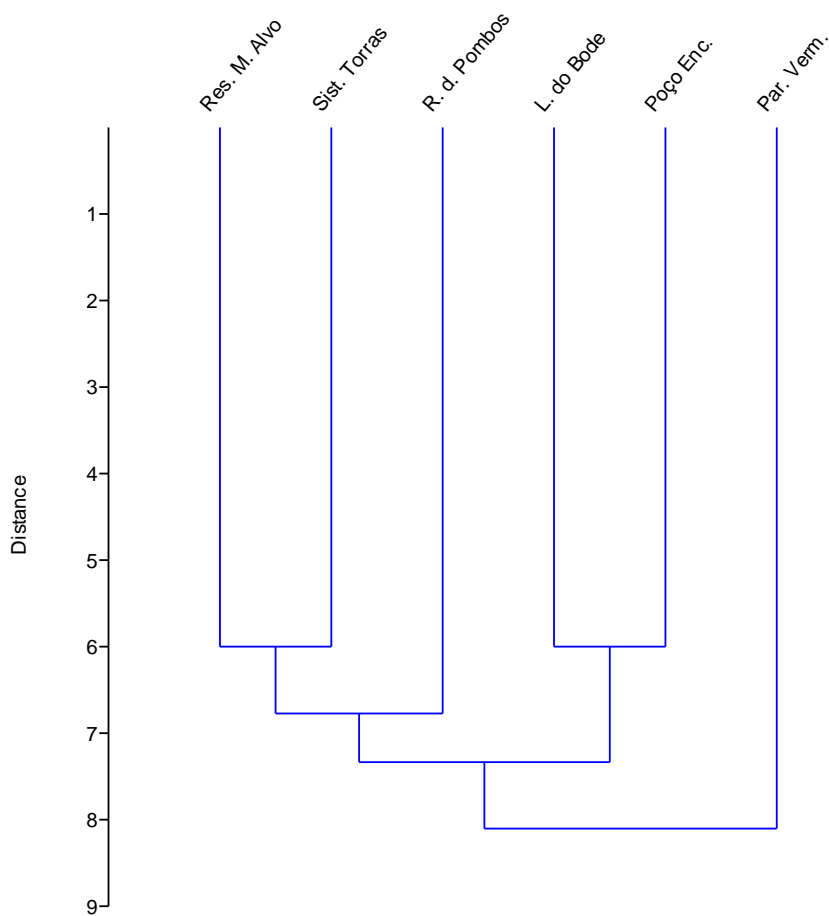


Fig. 4. Dendograma de distâncias Euclidianas para as cavernas de Igatu com maior número de amostragens, comparando-se com duas cavernas calcárias (Lapa do Bode e Poço Encantado), localizadas na mesma latitude. Res. M. Alvo – Gruna Ressurgência do Morro de Alvo; Sist. Torras – Sistema Torras; R. d. Pombos – Gruna Rio dos Pombos; L. do Bode – Gruta Lapa do Bode; Poço Enc. – Gruta Poço Encantado; Par. Verm. – Gruna Parede Vermelha. *Distance*: distâncias.

DISCUSSÃO

Segundo SKET (1999), a diversidade em ambientes subterrâneos é melhor expressada regionalmente do que localmente, já que muitas passagens são acessíveis somente a fauna. Entretanto, um ano depois CULVER & SKET (2000) listaram 20 cavernas no mundo, consideradas *hotspots* de fauna subterrânea (numero de espécies troglóbias ≥ 20), número utilizado arbitrariamente pelos autores, assim, entre as localidades listadas, somente duas encontram-se em zona Tropical, sendo uma na Austrália e outra na Indonésia. Nestas, a maior parte da fauna é composta por invertebrados terrestres. Para Igatu, das 127 espécies registradas, 18 são troglóbias, distribuídas em uma pequena área de 25 km², composta por dez cavernas, o que certamente representa um *hotspot* regional neotropical. Além disto, a região é localidade-tipo de várias espécies (por exemplo *G. spinosum*, *T. translucidus* e *D. pedrosoi*), além de possuir endemismos em escala local, regional e zoogeográfica (por exemplo, a nova Theraphosidae descoberta). Este número ainda pode subir para até 27 espécies, tornando esta hipótese ainda mais corroborada. Se considerarmos um enfoque local, a Gruna Parede Vermelha apresentou 12 espécies troglóbias, com grandes possibilidades de aumentar este número, o que a torna um *hotspot* de fauna subterrânea para o Brasil, já que as cavernas Sistema Areias, Alambari de Cima e Gruta Olhos d'Água possuem respectivamente 16, 10 e sete troglóbios e são consideradas *hotspots* mundiais (DEHARVENG 2005). Ainda, como observado para as duas cavernas tropicais citadas por CULVER & SKET (op. cit.), a composição da fauna de Igatu é principalmente de invertebrados terrestres, com pouquíssimos representantes de origem marinha, como os crustáceos. Tal fato corrobora a hipótese de TRAJANO (2000), a qual propõe que as flutuações climáticas nos trópicos não foram tão drásticas como aquelas observadas em zonas temperadas, não isolando, desta maneira, fauna marinha em ambientes cavernícolas.

No presente trabalho, assim como observado em outros estudos sobre a espeleofauna brasileira (TRAJANO 1987; PINTO-DA-ROCHA 1995; TRAJANO 2000) foram registradas muitas espécies de troglófilos, fato também observado para outras zonas tropicais no mundo (DEHARVENG & BEDOS 2000). Segundo estes autores, uma representação elevada de espécies troglófilas impossibilita um grande número de troglóbias devido diversos fatores ecológicos, tais como competição por recursos espaciais e/ou alimentares, pressão de predação, entre outros. Entretanto, cabe ressaltar que a maior fonte de origem de espécies troglóbias são as populações troglófilas, devido à extinção de parte destas últimas, representadas pelas epígeas (TRAJANO 1998). Sendo assim, populações troglófilas devem ser, assim como as troglóbias, contempladas em programas de proteção da fauna subterrânea.

Alguns padrões faunísticos estão sendo revisados no presente trabalho, como, por exemplo, o fato de alguns autores considerarem algumas espécies típicas de zonas temperadas brasileiras. TRAJANO (2000) considera as larvas dos dípteros Mycetophilidae (subfamília Keroplatinae) comuns no Alto Ribeira (região subtropical) e raras em cavernas mais quentes, tipicamente tropicais. Na região de Igatu, registramos espécies de Keroplatinae em duas cavernas (Parede Vermelha e Res. do Morro de Alvo), o que demonstra que para a detecção de padrões faunísticos são necessárias réplicas nas amostragens, além de ampliação da área estudada, contemplando litologias distintas.

Como consequência de amostragens incompletas, espécies podem ser negligenciadas, levando a estimativas errôneas e acarretando em decisões equivocadas em planos de manejo e conservação (CONROY & NOON 1996; NICHOLS et al. 1998). Segundo os resultados apresentados aqui, duas amostragens, em um ciclo anual como proposto pela Instrução Normativa número 2 para licitações ambientais, é totalmente insuficiente para demonstrar padrões faunísticos ou mesmo acessar a riqueza mínima de espécies. Corroborando tal fato, temos as curvas de rarefação de amostras, as quais revelam que, mesmo nas localidades com

cinco amostragens, a assíntota está longe de ser atingida. Além do fato de que pelo menos, 40.0% das espécies foram registradas a partir da terceira ocasião de coleta, caso ocorrido no Sistema Torras. Ainda, segundo Trajano 2010, seriam necessárias pelo menos 10 amostragens, em ciclos anuais distintos, para começarmos a caracterizar os ambientes subterrâneos, e mesmo após 20 amostragens, espécies troglóbias podem ser coletadas. Confirmando tal fato, temos exemplos de seis regiões cársticas da Europa, nas quais foram realizadas em média 190 amostragens e mesmo após 100 amostragens em determinadas áreas, ainda foram coletadas fauna estigobionte. (CULVER & PIPAN 2009).

Considerando-se que os índices de diversidade de Shannon foram semelhantes para as quatro localidades, estas deveriam então apresentar uma composição faunística também semelhante, caso não corroborado pelo dendograma, o qual nos mostra uma singularidade faunística. Estudos baseando-se nesses índices como mandatários para conservação ou não de uma caverna, devem ser utilizados com extrema cautela, já que informações sobre a identidade das espécies, suas relações filogenéticas e outras características são perdidas em detrimento de suas abundâncias e riquezas (TRAJANO et al. submetido).

Considerando-se singularidade faunística e influência de litologias na espeleofauna, os resultados apresentados aqui mostram cavernas singulares, principalmente a Gruna Parede Vermelha, e evidências dúbias de que a litologia seja a principal determinante na composição e distribuição da fauna. Nossos resultados mostram as cavernas calcárias mesclando-se com as quartzíticas. Cabe ressaltar que buscamos comparar cavernas próximas, em mesma latitude, e com um número de amostragens maiores que três, justamente para eliminarmos a influência climática ou latitudinal, ou algum viés amostral. Entretanto, outras variáveis devem ser testadas, tais como variações altimétricas e diversidade de substratos. TRAJANO & BICHUETTE (2010), afirmam que não há diferenças significativas na composição de fauna entre cavernas em diferentes litologias. Neste caso, a comparação foi realizada sem nenhuma análise elaborada

e para cavernas de litologias, localizadas em latitudes distintas, o que representa um dado não comparável com o aqui proposto. O mesmo, podemos dizer para o trabalho de SOUZA-SILVA e colaboradores (2011), os quais afirmam que a litologia influencia a fauna em cavernas localizadas na Mata Atlântica brasileira, utilizando dados coletados desde o sul até o extremo norte brasileiro. Tais dados devem ser analisados com extrema cautela, pois as 91 localidades amostradas, e todas em apenas uma ocasião de visita, o que já enviesava os dados de riqueza e distribuição, localizam-se em latitudes e climas completamente distintos, o que influencia nos processos evolutivos relacionados à colonização e isolamento da fauna no passado, além das influências na distribuição da fauna atual. Ainda, segundo PECK (1990), não são possíveis comparações diretas entre cavernas de zonas temperadas e tropicais, já que há diferenças biogeográficas nas áreas das cavernas, diferentes influências paleoambientais, como também na origem das cavernas, além da altitude atual e ciclos de chuva, afetando fortemente a composição faunística. Deste modo, os resultados baseados somente em litologias não são robustos devido às proporções continentais do Brasil, que possui diversos climas, de temperados a equatoriais. Corroborando esta ideia, podemos fazer uma comparação entre os dois gêneros de amblipígeos ocorrentes na Chapada Diamantina, *Charinus* Simon, 1892 e *Trichodamon* Mello-Leitão, 1935. As espécies de *Charinus* só ocorrem em cavernas em quartzito da região, e estas em altitudes maiores que 1.000 m, já as espécies de *Trichodamon* ocorrem em cavernas de litologia calcária, em altitudes menores do que 600 m e, em maiores altitudes (maiores que 1.000 m), apenas no ambiente epígeo. Assim, a ideia de que a litologia determina o padrão de distribuição destas espécies deve ser refutada, já que os fatores reguladores devem ser outros: atuais - gradientes altitudinais, pressão de predação e/ou diferentes fitofisionomias; históricos – biogeografia histórica (padrões evolutivos); ou mesmo ambos. Apenas estudos biogeográficos (filogenéticos) poderiam responder tal questionamento.

Sendo assim, o presente trabalho foi o que mais isolou outras variáveis para testar a hipótese sobre a influência litológica. Neste sentido, propomos aqui que, neste caso, o desenho experimental deve considerar proximidade entre as cavernas, latitude, cotas altimétricas similares, desenvolvimentos lineares, oferta de substratos semelhantes, além do grau de preservação destes ambientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos nossos guias em Igatu, Sr. Raimundo Cruz dos Santos (Xiquinho) e Sr. Rafael Pires de Souza; os ajudantes de campo, Bianca Rantin, Luiza Simões e Tiago Scatolini; à FAPESP pelo financiamento do presente trabalho (processo 2008/05678-7); ao ICMBIO/SISBIO pela concessão da licença de coleta (número 20165-1); ao PPGERN/UFSCar pela infraestrutura e parte do financiamento para a realização do presente trabalho, a CAPES pela Bolsa de Mestrado concedida ao autor senior, JEG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIS J. 2002. Amazonian Arachnida and Myriapoda. *Sofia, Bulgaria: Pensoft Publishers*, 590 pp.
- ARNOLD E.N. 1994. Investigating the origins of performance advantage: adaptation, exaptation and lineage effects. In: Eggleton P. & Vane-Wright R. I., Edits. *Phylogenetics and Ecology. London: Academic Press*, 376 p.
- BARR T.C. 1968. Cave ecology and the evolution of troglobites. *Evolutionary Biology* 2:35-102.

- BARR T.C. & HOLSINGER J.R. 1985 Speciation in cave faunas. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 16: 313-317.
- BICHUETTE M.E., PINNA M.C.C. & TRAJANO E. 2008. A new species of *Glaphyropoma*: the first subterranean copionodontine catfish and the first occurrence of opercular odontodes in the subfamily (Siluriformes: Trichomycteridae). *Neotropical Ichthyology* 6 (3): 301-306.
- BORROR D.J., TRIPLEHORN C.A. & JOHNSON N.F. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth Edition. *Philadelphia: Saunders College Publishing*, XXXVI + 875 pp.
- BRASIL. 1981. Ministério das Minas e energia, Secretaria Geral – Rio de Janeiro. Projeto Radambrasil. Folha SD 24 (Salvador).
- CHAPMAN P. 1980. The biology of caves in the Gunung Mulu National Park. *British Cave Research Association* 7(3): 141-149.
- CHRISTIANSEN K.A. 1962. Proposition pour la classification des animaux cavernicoles. *Spelunca* 2: 76–78.
- CHRISTIANSEN K.A. 1965. Behaviour and form in the evolution of cave Collembola. *Evolution* 19: 529-537.
- CONROY M.J. & NOON B.R. 1996. Mapping of species richness for conservation of biological diversity: Conceptual and methodological issues. *Ecological Applications* 6: 763–773.
- COSTA C., IDE S. & SIMONKA C.E. 2006. Insetos imaturos, metamorfose e identificação. *Ribeirão Preto: Holos editora*, XVII + 249 pp.
- CULVER D.C. 1982. Cave Life – Evolution and Ecology. *Cambridge: Harvard University Press*, VIII + 189 pp.
- CULVER D.C. & SKET B. 2000. Hotspots of Subterranean Biodiversity in Caves and Wells. *Journal of Cave and Karst Studies* 62(1):11-17.

- CULVER D.C. & PIPAN T. 2009. *Biology of Caves and Other Subterranean Habitats*. Oxford: Oxford University Press, 254 p.
- DEHARVENG L. 2005. Diversity patterns in the Tropics, pp. 166-170. In: Culver D.C. & White W.B. Edits. *Encyclopedia of caves*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 655 pp.
- GIBERT J. & DEHARVENG L. 2002. Subterranean ecosystems: a truncated functional biodiversity. *BioScience* 52(6): 473-481.
- GREGORIN R. & MENDES L.F. 1999. Sobre quirópteros (Emballonuridae, Phyllostomidae, Natalidae) de duas cavernas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Iheringia, Série Zoológica* 86: 121-124.
- JUBERTHIE C. 2000. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogean habitats in the world, pp. 17 - 39. In: Wilkens H, Culver D.C. & Humphreys W.F., Edits. *Ecosystems of the World, Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, XXXV + 791 pp.
- KÖPPEN W.P. 1948. *Climatologia, com um estudo de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 478 pp.
- LINSKER R. 2005. *Chapada Diamantina: águas do sertão*. São Paulo: Terra Virgem, VI + 160 pp.
- MAHNERT V. 2001. Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. *Revue Suisse de Zoologie* 108: 95-148.
- MYERS N. 1988. Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. *The Environmentalist* 8(3):187-208.
- MYERS N. 1990. The biodiversity challenge: expanded hot-spots analysis. *The Environment* 10: 243-256.

- NICHOLS J.D. BOULINIER T. HINES J.E. POLLOCK K.H. & SAUER J.R. 1998. Inference methods for spatial variation in species richness and community composition when not all species are detected. *Conservation Biology* 12: 1390–1398.
- NIMER E. 1979. Climatologia do Brasil. *Rio de Janeiro: SUPREN*, 421 pp.
- PECK S.B. 1971. The invertebrate fauna of tropical American caves, Part. I: Chilibrilo cave, Panamá. *Annals Spéléologie* 26 (2): 423-437.
- PINTO-DA-ROCHA R. 1995. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). *Papéis Avulsos de Zoologia* 39: 61-173.
- PORTO T.J., BRAZIL T.K. & LIRA-DA-SILVA R.M. 2010. Scorpions, state of Bahia, northeastern Brazil. *Check List* 6 (2): 292-297.
- POULSON T.L. & WHITE W.B. 1969. The cave environment. *Science*, 165 (3897): 971-981.
- SCHOBENHAUS C., CAMPOS D.A., QUEIROZ E.T., WINGE, M. & BERBERT-BORN M. (Eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1999. Disponível em <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio072/sitio072.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2011.
- SKET B. 1999. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodiversity Conservation* 8(10): 1319-1338.
- SOUZA L.A. 1999. Estudo sistemático dos Oniscidea (Crustacea, Isopoda) cavernícolas brasileiros. Tese de Doutorado.
- SOUZA-SILVA M., MARTINS R.P. & FERREIRA R.L. 2011. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation* 20(8): 1713-1719.
- TRAJANO E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. *Revista Brasileira de Zoologia* 3: 533-561.

- TRAJANO E. 1993. A review of biospeleology in Brazil. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología* 27: 18-23.
- TRAJANO E. 1995. Evolution of tropical troglobites: Applicability of the model of Quaternary climatic fluctuations. *Mémoires de Biospéologie* 22: 203-209.
- TRAJANO E. 2000. Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: Composition, ecology and conservation. *Biotropica* 32: 882-893.
- TRAJANO E. 2010. Política de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. *Estudos Avançados*, 24(68): 135-146.
- TRAJANO E. & BICHUETTE M.E. 2006. Biologia Subterrânea: Introdução. São Paulo: *Redespeleo*, 92 pp.
- TRAJANO E. & GNASPINI-NETTO P. 1991. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. *Revista Brasileira de Zoologia* 7: 383-407.
- TRAJANO E. & BICHUETTE M.E. 2010. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. *Subterranean Biology* 7: 1-16.
- WILKENS H. 2010. Genes, modules and the evolution of cave fish. *Heredity* 105: 413–422.

Tabela 1. Localidades estudadas no povoado de Igatu (município de Andaraí, Bahia) e nos municípios de Lençóis e Itaetê (Bahia), com respectivas coordenadas e datas de visita.

Localidades	Coordenadas	Datas e amostragens
Gruna das Cobras	12° 52' 2.82" S 41° 18' 11.9" O	Julho/2010.
Sistema Torras	12° 52' 42.0" S 41° 18' 44.5" O	Janeiro e Julho/2007; Julho/2008 e Agosto/2009.
Gruna do Criminoso	12° 52' 5.8" S 41° 19' 17.0" O	Janeiro/2007 e Julho/2008.
Gruna Lava Pé	12° 53' 42.5" S 41° 19' 04.7" O	Outubro/2010.
Gruna Morro de Alvo	12° 54' 49.9" S 41° 19' 00.4" O	Julho/2007.
Gruna Parede Vermelha	12° 52' 42.7" S 41° 18' 59.4" O	Agosto/2009; Janeiro, Maio, Agosto e Outubro/2010.
Gruna Res. Morro de Alvo	12° 54' 19.8" S 41° 19' 14.9" O	Agosto/2009; Fevereiro, Junho, Agosto e Outubro/2010.
Gruna Rio dos Pombos	12° 54' 10.8" S 41° 19' 12.6" O	Fevereiro, Junho e Julho/2010.
Gruna Veio de Aurélio	12° 51' 36.9" S 41° 18' 11.9" O	Outubro/2010.
Gruta do Lapão	12° 32' 26.5" S 41° 24' 07.9" O	Fevereiro/2010.
Poço Encantado	12° 57' 38" S 41° 06' 05" O	Julho/2010.
Lapa do Bode	12° 56' 06.5" S 41° 03' 53.9" O	Junho/2010.

Tabela 2. Dados sobre as amostragens e registros da fauna subterrânea para Igatu (Andaraí-Bahia), Chapada Diamantina, Bahia Central, contemplando as localidades com visitas ≥ 3 . N, número total de amostras; T, total de espécies; T1, táxons amostrados uma única vez; T3, táxons amostrados a partir da terceira visita; TB3, possíveis troglóbios amostrados a partir da terceira visita; %, porcentagens de espécies registradas a partir da terceira visita.

Localidades	N	T	T1	T3	TB3	%
Gruna Parede Vermelha	6	57	32	30	8	52.6%
Gruna Res. Morro de Alvo	5	32	24	17	3	53.1%
Sistema Torras	5	20	13	8	2	40.0%
Gruna Rio dos Pombos	4	41	29	27	4	65.8%

Apêndice 1 . Listagem faunística das cavernas de Igatu/Andaraí, Lençóis e Itaetê, Chapada Diamantina, Bahia central. GC, Gruna das Cobras; ST, Sistema Torras; GCr, Gruna do Criminoso; GLP, Gruna Lava Pé; GMA, Gruna Morro de Alvo; GPV, Gruna da Parede Vermelha; GRMA, Gruna Res. do Morro de Alvo; GRP, Gruna Rio dos Pombos; GVA, Gruna Veio de Aurélio; GL, Gruta do Lapão; LB, Lapa do Bode; PE, Poço Encantado. Entre parênteses, número de amostragens por localidade. Táxons troglóbios destacados em vermelho; sobrescrito nos registros significa a coleta em que o táxon foi registrado 1, primeira, 2, segunda, 3, terceira, 4, quarta, 5, quinta; L subscrito, dados de literatura; n subscrito, registros novos para a Lapa do Bode e Poço Encantado. * Possível troglóbio. TMTroglomórfico.

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Sc. Oligochaeta												
O. Haplotaxida												
Haplotaxidae indet.					X	X ^{2,6}						
C. Arachnida												
Sc. Acari indet. 1 TM						X ¹						
Sc. Acari indet. 2 TM								X ³				
Sc. Acari indet. 3								X ⁴		X		
So. Oribatida indet.											X _L	
O. Mesostigmata indet.				X								
O. Parasitiformes												
Opilioacaridae indet.				X		X ⁶				X		
O. Araneae												
Mygalomorphae												
Theraphosidae indet. 1											X _L	
Theraphosidae indet. 2						X ⁶						
<i>Tmesiphantes sp. n.</i>	X					X ⁵						
Araneomorphae												
Amaurobiidae indet.							X ⁴					
Araneidae												
<i>Alpaida sp.</i>											X _L	
Corinnidae indet.						X ⁵	X ³					

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Ctenidae espécie nova										X _L		
Ctenidae indet.						X ^{3,6}		X ^{3,4}				
<i>Ctenus</i> sp.		X ²										X _L
Leptonetidae												
<i>Neoleptoneta</i> sp.											X _L	
Nesticidae indet.											X _n	
Ochyroceratidae gênero novo espécie nova										X _L		
Ochyroceratidae indet. 1									X			
Ochyroceratidae indet. 2 * TM								X ⁴				
Oecobiidae												
<i>Oecobius annulipes</i> Lucas 1846											X _L	
Palpimanidae indet.				X								
Philodromidae indet.			X		X			X ⁴				
Pholcidae indet.							X ^{2,5}					X _n
<i>Mesabolivar</i> sp. 1				X		X ^{1,6}		X ^{1,2,4}				
<i>Mesabolivar</i> sp. 2							X ³					
<i>Smeringopus pallidus</i> (Blackwall 1858)											X _L	
Prodidomidae indet. * TM								X ³				
Scytodidae indet.				X		X ⁴						X _n
<i>Scytodes</i> sp.						X ⁶						
Segestriidae indet.								X ⁴		X		
Sicariidae												
<i>Loxosceles</i> sp. n.				X								
<i>Loxosceles</i> sp.				X		X ⁶	X ⁴			X	X _L	X _L
Symphytognathidae indet. *								X ⁴				
Theridiidae indet.								X ²	X			
<i>Latrodectus</i> sp.						X ⁶						
<i>Theridion</i> sp.						X ²			X		X _L	
Theridiosomatidae indet.						X ⁵	X ^{4,5}					

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
<i>Naatlo</i> sp.								X ⁴				
<i>Plato</i> sp.		X ^{1,4}	X	X	X	X ^{1,3,5,6}	X ^{1,3}	X ^{3,4}				
O. Amblypygi												
Charinidae												
<i>Charinus</i> new species										X		
<i>Charinus</i> sp. indet.									X			
<i>Charinus</i> sp. 1				X								
<i>Charinus</i> sp. 2	X	X ⁵										
<i>Charinus</i> sp. 3						X ^{2,6}						
Phrynichidae												
<i>Trichodamon</i> sp.											X	X
O. Scorpiones												
Buthidae												
<i>Troglophalurus translucidus</i> Lourenço Baptista & Giupponi 2004				X		X ^{2,3}		X ⁴		X _L		
<i>Rhopalurus lacrau</i> Lourenço & Pinto-da-Rocha 1997											X _L	
O. Pseudoscorpiones												
Chernetidae indet.						X ³						
<i>Spelaeochernes bahiensis</i> Mahnert 2001											X _L	X _L
Chtoniidae indet.						X ⁵						
O. Opiliones												
Gonyleptidae												
Pachylinae gênero novo 1 espécie nova 1		X ^{1,4}	X	X		X ^{2,3,6}	X ^{1,2,3,5}	X ^{1,2,3,4}		X		
Pachylinae gênero novo 1 espécie nova 2	X		X			X ^{5,6}	X ^{1,3}	X ⁴	X	X		
Pachylinae gênero novo 2 espécie nova 1										X _L		
<i>Discochyrtus pedrosoi</i> Kury 2008	X	X ⁵	X	X		X ^{2,5,6}	X ³	X ^{2,3,4}	X			
Phalangodidae												
Phalangodinae indet.											X _L	
C. Chilopoda												
O. Scutigleromorpha												

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Psellioididae												
<i>Sphendenonema guildingii</i> (Newport 1845)		X ¹		X		X ^{1,3,6}				X		
O. Scolopendromorpha indet. TM						X ²						
Scolopendridae indet. 1* TM						X ⁵						
Scolopendridae indet. 2							X ³					
Scolopendridae indet. 3* TM				X								
Newportiidae												
Newportiinae indet.						X ⁶						
O. Geophilomorpha												
Geophilidae indet.						X ³						
C. Diplopoda												
O. Spirostreptida												
Pseudonannolenidae indet. 1		X ^{1,4}		X		X ^{1,2,4,5,6}	X ⁴	X ⁴	X	X		
Pseudonannolenidae indet. 2* TM						X ³	X ¹					
O. Polydesmida indet. 1 TM								X ³				
O. Polydesmida indet. 2 TM						X ³						
Pyrgodesmidae indet. TM		X ²				X ⁶		X ⁴				
Cryptodesmidae indet.											X _L	
C. Malacostraca												
O. Isopoda												
Armadiliidae												
<i>Venezillo</i> sp.						X ⁶						
Dubioniscidae indet.												X _L
Plathyartridae indet.						X ^{3,5}						
<i>Trichorhina</i> sp.* TM				X				X ⁴				
Porcellionidae indet.											X _L	
Rhyscotidae												
<i>Rhyscotus albidemaculatus</i> (Budde-Lund 1908)											X _L	
Scleropactidae indet.											X _L	

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
<i>Styloniscidae</i> indet.						X ³			X			
C. Entognatha												
O. Collembola												
Dycirtomidae												
<i>Dycirtoma</i> sp.							X ²	X ⁴				
Entomobryidae												
<i>Heteromurus</i> sp.							X ⁵	X ^{2,3,4}	X		X _n	
Paronellidae												
<i>Troglopedetes</i> sp. 1						X ^{2,6}	X ³		X	X		
<i>Troglopedetes</i> sp. 2		X ^{1,2}				X ¹		X ^{3,4}				
Tomoceridae indet.				X								
O. Diplura												
Projapygidae indet. TM								X ⁴				
C. Insecta												
O. Zygentoma indet.											X _L	
O. Odonata												
So. Zygoptera indet.		X ³				X ⁶						
So. Epirocta												
Libellulidae indet.												X _L
O. Orthoptera												
Gryllidae indet.			X			X ⁵						
Phalangopsidae indet.								X ¹			X _L	X _L
<i>Endecous nova</i> espécie		X ²			X	X	X ^{1,3,6}					
<i>Endecous</i> sp.		X ³					X ⁴	X ⁴				
<i>Eidmanacris</i> sp.							X ¹					
<i>Adelosgryllus</i> sp.											X _n	
O. Blattaria												
Blattellidae indet. 1* TM			X			X ^{1,3,4,5,6}			X			
Blattellidae indet. 2								X ^{3,4}				

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Blattellidae indet. 3					X							
Blattellinae indet.											X _L	X _L
O. Psocoptera indet.						X ³					X _L	X _L
O. Thysanoptera indet.								X ²				
O. Hemiptera												
Cixiidae indet.				X		X ^{1,3,5,6}	X ⁵	X ^{2,3,4}	X			
Cydnidae indet.		X ⁴				X ^{3,6}					X ^L	
Pyrrhocoridae indet.				X								
Reduviidae												
Emesinae indet. 1		X ³						X ²				
Emesinae indet. 2				X								
Reduviinae indet.								X ⁴				
<i>Zelurus varuegatus</i> (Costa-Lima 1940)												X _L
Stenopodinae indet.												X _n
Veliidae indet. 1		X ^{1,2,4}		X					X			
Veliidae indet. 2						X ¹						
O. Hymenoptera												
Braconidae												
<i>Apanteles</i> sp.											X _n	
Diapriidae												
Diapriinae indet.				X								
Vespidae indet.												X _L
O. Coleoptera												
Alleculidae indet.						X ⁵						
Carabidae indet. 1								X ^{2,4}				
Carabidae indet. 2								X ⁴				
<i>Coarazuphium cessaïma</i> Gnaspini Vanin & Godoy 1998											X _L	
Curculionidae indet.						X ^{3,6}						
Elateridae indet.								X ⁴				

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Elmidae indet. 1							X ²					
Elmidae indet. 2							X ³					
Eucnemidae indet.		X ⁵										
Noteridae indet.							X ²					
Ptilodactylidae indet. 1						X ⁶						
Scarabaeidae indet. 1							X ⁵					
Scarabaeidae indet. 2				X								
Scarabaeinae indet. 1				X								
Staphylinidae indet. 1							X ³		X			
Staphylinidae indet. 2						X ²						
Staphylinidae indet. 3							X ²					
Staphylinidae indet. 4							X ⁵					
Pselaphinae indet. 1*						X ³						
Tenebrionidae indet.				X							X _n	
O. Diptera												
Anthomyiidae indet. 1										X		
Anthomyiidae indet. 2										X		
Cecidomyiidae indet.						X ¹		X ⁴	X			
Chaoboridae indet.							X ⁴					
Chironomidae indet.						X ²	X ²				X _L	X _L
Drosophilidae												
<i>Drosophila eleonora</i> Tosi Martins Vilela & Pereira 1990											X _L	
Hippoboscidae indet.		X ⁴										
Limoniidae indet.		X ²					X ^{2,3,5}	X ²	X	X		
Milichiidae												
<i>Pholeomyia</i> sp.											X _L	
Mycetophilidae												
Keroplastinae indet.				X		X ⁶	X					
Muscidae indet.				X								X _n

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Phoridae indet.												
Psychodidae indet.				X								
Phlebotominae indet. 1											X _L	
Phlebotominae indet. 2				X								
Sciaridae indet.						X ²	X ^{2,5}					
Simuliidae indet.								X ⁴				
Streblidae indet.												
Tipulidae indet.							X ⁵					
Trichoceridae indet. 1												
Trichoceridae undet. 2												
Trichoceridae indet. 3												
O. Lepidoptera												
Tineidae indet.				X		X ¹		X ¹		X	X _L	X _L
Noctuidae indet.											X _L	
O. Trichoptera												
Hidropsychidae indet.												X _n
O. Isoptera												
Termitidae												
<i>Nasutitermes</i> sp.											X _L	
C. Gastropoda												
O. Pulmonata												
Subulinidae												
Obeliscinae indet.				X				X ³				
Systrophiidae												
<i>Happia</i> sp.				X		X ^{1,2,3,5,6}						
C. Actinopterygii												
O. Siluriformes												
Heptapteridae												
<i>Rhamdiopsis krugi</i> Bockman & Castro 2011											X _L	X _L

Táxons/Cavernas	GC (1)	ST (5)	GCr (2)	GLP (2)	GMA (1)	GPV (6)	GRMA (5)	GRP (4)	GVA (1)	GL (2)	LB	PE
Trichomycteridae												
<i>Copionodon</i> espécie nova	X	X ^{1,2,3}	X		X	X ^{1,2,3,4,5,6}	X ^{1,2,3,4}	X ^{1,2,3,4}	X			
<i>Glaphyropoma spinosum</i> Bichuette Pinna & Trajano 2008		X ^{1,3,5}	X			X ^{1,2,3,4,5,6}	X ^{1,2,3,4}	X ^{1,2,3,4}				