UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas brasileiros: há influência da litologia?

Diego Monteiro von Schimonsky

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Biologia Comparada

RIBEIRÃO PRETO -SP

2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

Distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas brasileiros: há influência da litologia?

[VERSÃO CORRIGIDA]

Diego Monteiro von Schimonsky

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

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e
Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências
para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área:
BIOLOGIA COMPARADA

RIBEIRÃO PRETO -SP

2014

Não autorizo a reprodução e divulgação deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, uma vez que os dados aqui contidos são inéditos.

Ficha Catalográfica

FOLHA DE APROVAÇÃO

Diego Monteiro von Schimonsky

Distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas brasileiros: há influência da litologia?

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências
e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências,
Área: Biologia Comparada

Aprovado em : ____/____/____

Banca Examinadora

Dr(a): _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr(a): _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dr(a): _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Aos meus pais, avós, irmã, e amada esposa,

Dedico...

Agradecimentos

Agradeço à Prof. Dr^a. Maria Elina Bichuette, ou simplesmente Lina, por me ensinar a olhar com outros olhos para as cavernas, pelo aprendizado em bioespeleologia e me permitir conhecer lugares novos e as vezes inexplorados, me orientar, estimulando o senso crítico e a paixão por este ambiente, ensinar a fazer conservação, que não devemos desistir da luta, pela paciência e dedicação, pela amizade, confiança e respeito conquistados e sustentados ao longo dos anos.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado; e à PROAP pelos auxílios concedidos a viagens de campo.

Agradeço também à FAPESP (processos: 2008/05678-7 e 2010/08459-4) e à Fundação Grupo Boticário de proteção à natureza (projeto 0941_20121) pelos auxílios concedidos para realização de viagens de campo, de onde vieram parte do material coletado.

Agradeço ao PPG em Biologia Comparada da FFCLRP, em especial as secretárias Vera Cassia Cicilini de Lucca e Renata Aparecida de Andrade Cavallari pela disposição, boa vontade e proatividade em sempre ajudar nas dúvidas e trâmites surgidos no decorrer do caminho.

Agradeço à minha família, pais, irmã, avós, tios e tias, primo e prima, por me permitirem ser quem eu sou hoje, com caráter e dignidade, e possibilitar que eu ande com minhas próprias pernas e apoiando, mesmo que as vezes sem saber bem como, minhas escolhas. Em especial agradeço meu pai Irineu Cesar ScandiuZZi, minha mãe Sandra Regina Monteiro e minha irmã Carolina Monteiro ScandiuZZi, por serem quem são, sem pôr, nem tirar. Isso possibilita que aprendamos uns com os outros e que tentemos ser pessoas melhores ao longo da vida; e ao meu avô Arci Monteiro, por sempre acreditar em mim.

Agradeço especialmente minha querida e amada esposa Luiza Sardilli von Schimonsky, com quem tenho o prazer da convivência, do respeito e do amor. Obrigado pelo apoio, mesmo não gostando tanto de mato, pela parceria, pela amizade que temos, por estar ao meu lado e por me ensinar a ser uma pessoa melhor em diferentes etapas de nossas vidas. Posso afirmar que você me faz uma pessoa melhor, mais digna e mais consciente a cada dia e que levo isso em todos os aspectos de minha vida pessoal e profissional, com mais entendimento e responsabilidade.

Agradeço também os meus sogros e sogras, Ber, Dori, Bia, Lili, pelo carinho ao longo dos anos e por fazer parte desta nova família.

Agradeço ao Prof. Volker Mahrert pelo auxílio e colaboração ao longo do mestrado.

Agradeço ao Adriano Gambarini pela amizade, pelas fotografias, conversas jogadas fora e risadas.

Agradeço ao Ericson Cernawsky Igual, vulgo OvO, pela amizade, pelo apoio na espeleologia, ensinamentos técnicos, pelo aprendizado do famoso nó biliko! E pela parceria junto ao GPME, por novas descobertas de áreas, mapas de cavernas, etc.

Agradeço aos amigos de longa data do LES, Camile Sorbo Fernandes, Jonas Eduardo Gallão, Pedro Pereira Rizzato e aos mais recentes no laboratório, Alana Rocha, Bruno Gabriel Oliveira do Monte, Leonardo Palloni Accetti Resende, Rafael da Fonseca Ferreira, Tamires Zepon, Jéssica Scaglione Gallo. A todos, obrigado pela convivência, discussões produtivas e improdutivas, risadas e cafezinhos.

Aos amigos que passaram pelo LES e já não estão mais, em especial à “cumadi” Bianca Rantin, pela amizade, pela convivência, discussões e aprendizados.

À Jonas Eduardo Gallão, pela amizade principalmente nos últimos anos, pelas discussões de temas polêmicos ou não, pelo compartilhamento de ideias e de ideais, e pelas risadas.

À Camile Sorbo Fernandes e Tamires Zepon pelo auxílio nas análises de correspondência.

Agradeço ao amigo de longa data Thiago Pontes Macagnan, pela amizade e ajuda sempre, em vários momentos;

Agradeço também os guias de campo e mateiros que sem eles esse trabalho não se realizaria – Ramiro Hilário, Jussyklebson, Seu Eliseu, Gastão, Xiquinho, Sinaldo, China, Diego, Ziro, Emílio, Renilton, Seu Avaristo, Seu Elias, Cristie.

Aos amigos de graduação e de pós graduação que foram importantes para minha formação acadêmica e pessoal.

Aos que doaram material para o LES, em especial aos que doaram pseudoescorpiões - L. M. Cordeiro; L. M. C. Borghezan; M. Bolfarini; E. Trajano; R. F. Ferreira; F. P. Franco; R. Bessi.

À Prof. Dr^a Angélica Maria Penteado Martins Dias pelo uso do MEV (Fapesp 2008/57949-4) e à Luciana Bueno dos Reis Fernandes, pelas fotos no MEV.

Ao ICMBIO pelas licenças de coleta.

Obrigado aos que por um lapso de memória não foram lembrados aqui, mas que levo com carinho pela estrada da vida.

We cannot solve our problems with the same thinking we used when we created them.

Albert Einstein

RESUMO

SCHIMONSKY, D. M. v. **Distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas brasileiros: há influência da litologia?** 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Departamento de Biologia - Universidade de São Paulo.

A ordem Pseudoscorpiones possui 3.800 espécies ao redor do globo e contribuem com grande parte da diversidade dentre os Arachnida. Apresentam tamanho reduzido, hábitos criptobióticos e podem ocorrer em diversos habitats, inclusive em cavernas, as quais ocorrem nas mais diferentes litologias, como calcário, arenito, quartzito, gnaiss, minério de ferro, entre outras. Essas litologias encontram-se espalhadas pelo território nacional nas mais diversas áreas cársticas. Nas cavernas, os pseudoescorpiões são encontrados em diferentes tipos de substratos, os quais podem ser orgânicos (guano, folhiço, troncos) ou inorgânicos (rocha, substrato inconsolidado). No Brasil há 167 espécies descritas em 14 famílias, das quais nove podem ser encontradas no meio hipógeo, com 28 espécies. Desta maneira, levantamos as seguintes questões: 1. Há influência da litologia na distribuição deste táxon no Brasil? 2. Há preferência destes por substratos específicos no habitat hipógeo? 3. Há famílias que são restritas a áreas específicas do país? Para responder essas questões, realizamos um levantamento da fauna pseudoescorpiônica nas cavernas brasileiras e mapeamos a distribuição destes, utilizando dados presentes na literatura e novos levantamentos realizados em diferentes áreas do país. Categorizamos os substratos, as áreas cársticas e as litologias e realizamos análises de correspondência, seguidas de testes de significância. Confeccionamos mapas de distribuição das famílias encontradas nas cavernas, ampliamos o número de famílias que podem ser encontradas em cavernas no país, a distribuição de espécies já conhecidas e registramos espécies novas. Registramos 61 morfotipos em 13 famílias, elevando o número de famílias presente em cavernas brasileiras. Dentre estas, registramos o primeiro pseudoescorpião da família Pseudochiridiidae para o continente sul americano e as famílias Atemnidae, Cheliferidae e Geogarypidae foram registradas pela primeira vez em cavernas do Brasil. Alteramos o *status* ecológico evolutivo das espécies do gênero *Spelaeochernes* e da espécie *Spelaeobochica allodentatus* para a troglóbios. Quanto às questões levantadas, verificamos que a litologia, assim como as diferentes áreas cársticas influenciam na distribuição desta fauna, e que há famílias que ocorrem em áreas específicas do país e não há preferência por substratos específicos dos pseudoescorpiões nas cavernas. Verificamos a importância e singularidade desta fauna para o ambiente cavernícola e concluímos que a consideração desta é fundamental para subsidiar tomadores de decisões no âmbito da conservação no Brasil.

Palavras-chave: áreas cársticas, conservação, Pseudoscorpiones, substratos, troglóbios.

ABSTRACT

SCHIMONSKY, D. M. v. **Distribution of Brazilian cave-dwelling pseudoscorpions: is there influence of lithology?** 2014. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Departamento de Biologia - Universidade de São Paulo.

The order Pseudoscorpiones has 3,800 species around the world and contributes for a great part of the diversity among the Arachnida. They present small size, cryptobiotic habits and can occur in many habitats, including caves, which occur in many different lithologies such as limestone, sandstone, quartzite, gneiss, and iron ore, among others. These lithologies are spread throughout the country in many karst areas. In the caves, the pseudoscorpions are found in different types of substrates, which may be organic (guano, leaf litter, logs) or inorganic (rock, unconsolidated substrate). In Brazil, there are 167 described species in 14 families, nine of which can be found in caves, with 28 species. Thus, we raise the following questions: 1. is there influence of lithology on the distribution of this taxon in Brazil? 2. Is there preference for specific substrates in hypogean habitat? 3. Are there families that are restricted to specific areas of the country? To answer these questions, we conducted a survey of pseudoscorpion fauna in Brazilian caves and mapped the distribution of these, using data from the literature and new samples in different areas of the country. We categorized the substrates, the karst areas and lithologies and perform correspondence analysis, followed by tests of significance. We made maps of distribution of families found in the caves, we expanded the number of families that can be found in caves in the country, increased the distribution of species already known and recorded new species. We recorded 61 morphotypes in 13 families, increasing the number of families present in Brazilian caves. Among these, we also recorded the first pseudoscorpion of Pseudochiridiidae family to South American continent, and the families Atemnidae, Cheliferidae and Geogarypidae were registered for the first time in the caves of Brazil. We changed the eco-evolutionary status of the genus *Spelaeochernes* and the specie *Spelaeobochica allodentatus* for troglobitic. Related to the questions raised, we found that the lithology as well as the different karst areas influence on the distribution of this fauna and that there are families that occur on specific areas of the country and there is no preference for specific substrates of pseudoscorpions in caves. We verified the importance and singularity of this fauna to the cave environment and concluded that it is essential to consider it to support decisions makers in the conservation context in Brazil

Key-words: conservation, karstic áreas, Pseudoscorpiones, substrate, troglobite.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Áreas amostradas, número de cavernas por área, litologia destas cavernas e região geográfica	24
Tabela 2. Categorização das áreas cársticas, onde foram encontrados pseudoescorpiões e respectivas províncias biogeográficas	33
Tabela 3. Categorização das Bacias Hidrográficas, onde foram encontrados pseudoescorpiões	34
Tabela 4. Categorização dos substratos, onde foram encontrados pseudoescorpiões e o número de cavernas nos quais esses substratos foram amostrados	35
Tabela 5. Número de pseudoescorpiões amostrados, número de cavernas amostradas e respectivas abundâncias médias de pseudoescorpiões por caverna amostrada em cada Estado	38
Tabela 6. Ocorrência dos pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil de acordo com a unidade da federação	39
Tabela 7. Novos registros de famílias de pseudoescorpiões em cavernas brasileiras	40
Tabela 8. Ocorrência das famílias de pseudoescorpiões cavernícolas em relação à litologia	46
Tabela 9. Análise NPMANOVA, par a par para as litologias em relação às famílias de pseudoescorpiões	48
Tabela 10. Ocorrência das famílias de pseudoescorpiões, em relação à área cárstica	48
Tabela 11. Análise NPMANOVA, par a par para os substratos em relação às famílias de pseudoescorpiões	52

Lista de Figuras

Figura 1. Fotografias em Microscopia Eletrônica de varredura, mostrando as estruturas de Pseudoescorpiones	17
Figura 2. Hipóteses filogenéticas de Arthropoda e Arachnida e Cladograma de Pseudoscorpiones	19
Figura 3. Prancha de fotos com exemplares de pseudoescorpiões amostrados no presente trabalho	22
Figura 4. Área cárstica da região de São Domingos, nordeste de Goiás	25
Figura 5. Área cárstica de São Desidério, oeste da Bahia	26
Figura 6. Área cárstica da Serra do Ramalho, sudoeste da Bahia	28
Figura 7. Área cárstica da Chapada Diamantina, Bahia central	29
Figura 8. Área cárstica do Vale do Ribeira, sudeste de São Paulo	30
Figura 9. Área cárstica da Serra da Bodoquena, oeste do Mato Grosso do Sul	31
Figura 10. Mapa geral com a distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil	37
Figura 11. Distribuição das famílias por município, em relação ao número de morfotipos de cada família e com as respectivas áreas cársticas e não cársticas	41
Figura 12. Distribuição de algumas famílias de pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil	43
Figura 13. Distribuição da família Cheliferidae nas cavernas brasileiras	44
Figura 14. Distribuição da família Chernetidae nas cavernas brasileiras	44
Figura 15. Distribuição da família Chthoniidae nas cavernas brasileiras	45
Figura 16. Distribuição da família Olpiidae nas cavernas brasileiras	45
Figura 17. Gráfico de análise de correspondência entre famílias de pseudoescorpiões e litologias	47
Figura 18. Gráfico de análise de correspondência entre famílias de pseudoescorpiões e áreas cársticas	50

Figura 19. Diagrama circular que mostra a abundância de indivíduos de pseudoescorpiões em porcentagem por substrato 51

Figura 20. Gráfico de análise de correspondência dos substratos em relação às famílias de pseudoescorpiões 51

Figura 21. Análise de Similaridade em relação às fitofisionomias e em relação às Bacias Hidrográficas 53

Sumário

I – Introdução	14
I.1 - Caracterização do ambiente cavernícola e sua fauna	14
I.2 – O grupo dos pseudoescorpiões	16
I.3 - Pseudoescorpiões subterrâneos	20
II - Hipóteses do trabalho	23
III – Objetivos	24
IV. - Áreas de estudo	24
IV.1 - Área cárstica de São Domingos - nordeste de Goiás	25
IV.2 - Área cárstica de São Desidério - oeste da Bahia	26
IV.3 - Área cárstica da Serra do Ramalho – Sudoeste da Bahia	27
IV.4 - Área cárstica da Chapada Diamantina – Bahia central	29
IV.5 - Área cárstica do Alto Ribeira – Sudeste de São Paulo	30
IV.6 - Área cárstica da Serra da Bodoquena – Mato Grosso do Sul	31
IV.7 - Outras localidades	31
V - Materiais e Métodos	32
V.1 - Registros e coletas	32
V.2 - Categorização dos substratos	34
V.3 - Análise e identificação do material em laboratório	35
V.4 - Análises dos resultados	36
VI - Resultados	37
VI.1 - Distribuição e riqueza do grupo nas cavernas brasileiras	37
VI.1.1 - Mapas de distribuição	40

VI.1.2 - Distribuição de acordo com a litologia e área cárstica	46
VI.2 - Preferência por substrato	50
VI.3 - Análises de similaridade	52
VII - Discussão	54
VII.1 – Conservação e taxonomia	54
VII.2 - Distribuição e riqueza do grupo nas cavernas brasileiras	54
VII.2.1 - Distribuição de acordo com a litologia e área cárstica	58
VII.3 - Preferência por substrato	59
VII.4 - Análises de similaridade	61
Referências bibliográficas	63
Apêndice 1	69
Apêndice 2	71
Apêndice 3	79
Anexo 1	81

I – Introdução

I.1 - Caracterização do ambiente cavernícola e sua fauna

O meio subterrâneo compreende um conjunto de espaços do subsolo, de tamanhos variáveis, que podem estar preenchidos por ar ou água. Essa rede de espaços interconectados forma-se em vários tipos de rocha, especialmente naquelas solúveis, bem como em depósitos de sedimentos (meio intersticial) no contato com a zona inferior do solo (JUBERTHIE; DECU, 1994; JUBERTHIE, 2000). Os habitats terrestres desse meio são compostos principalmente por cavernas em diversos tipos de rocha e fissuras da zona de infiltração do carste, além da área de contato entre a rocha fraturada e a zona inferior do solo (*Milieu Souterrain Superficiel* sensu JUBERTHIE; DECU, op. cit.). Assim, as cavernas representam apenas uma pequena parte do ecossistema subterrâneo, uma vez que, na definição clássica, constituem cavidades e galerias de grandes dimensões que podem ser exploradas pelo homem (JUBERTHIE; DECU, 1994; PALMER, 2007).

As condições ambientais no meio subterrâneo se diferenciam das do meio epígeo pela pequena amplitude de variações abióticas (principalmente com relação à temperatura), elevada umidade relativa do ar e ausência completa de luz (nas zonas mais profundas). Essa relativa estabilidade climática pode estar sujeita à variação, geralmente anual, de parâmetros tais como correntes de ar, níveis de água e aporte alimentar (CULVER; PIPAN, 2009). Essas condições se modificam com a distância a partir da entrada da caverna. Assim, o ambiente cavernícola pode ser dividido em três zonas: zona de entrada, zona de penumbra e zona afótica (POULSON; WHITE, 1969; HOWARTH, 1979; PELLEGGATI-FRANCO, 1997).

Neste ambiente, relativamente estável, a condição de escuro constante pode ser considerada a mais marcante, influenciando direta ou indiretamente não apenas o tipo de comunidade presente, mas também as particularidades ecológicas e evolutivas das populações (LANGECKER, 2000). Ainda, condiciona a ausência de organismos fotossintetizantes e, em consequência, a dependência de itens alóctones como fonte energética, trazidos por enxurradas, raízes de plantas ou animais do meio externo. A produção autóctone é restrita à atividade de bactérias quimiossintetizantes (BARR, 1967; POULSON; WHITE, 1969; JUBERTHIE; DECU, 1994; CULVER; PIPAN, 2009).

Em função dessas particularidades, os invertebrados terrestres capazes de colonizar habitats subterrâneos são aqueles capazes de sobreviver nesse ambiente, por possuírem características que facilitariam essa colonização, como orientação não visual na captura de presas, hábito generalista e tolerância à elevada umidade (higrofilia) (CULLINGFORD, 1962). Muito frequentemente, essas chamadas “pré-adaptações” são caracteres vantajosos no novo habitat ou regime seletivo – exaptações (GALAN, 2000).

Em geral, três categorias ecológico-evolutivas são utilizadas para classificar a fauna subterrânea: troglótenos - organismos encontrados regularmente no meio hipógeo, mas que necessitam retornar periodicamente à superfície para completar seu ciclo de vida; troglófilos - organismos capazes de completar seu ciclo de vida tanto no meio hipógeo quanto no epígeo (inclui tanto populações subterrâneas quanto epígeas da mesma espécie); troglóbios - organismos restritos ao meio hipógeo que evoluíram em isolamento ao longo de milhares de anos sob um regime seletivo. Em geral com modificações associadas ao isolamento neste ambiente, os troglomorfismos, que são estados de caráter associado à especiação no meio subterrâneo (CHRISTIANSEN, 1962). Os troglomorfismos mais comuns são a regressão, até ausência, dos olhos e da pigmentação melânica cutânea (HOLSINGER; CULVER, 1988).

Esta classificação é a mais utilizada, apesar de não ser a única. Trajano (2012) sumariza as classificações ecológico-evolutivas dos organismos cavernícolas. Apesar das diferenças entre estas, o que são organismos troglóbios e troglófilos não há dúvidas, as discrepâncias ficam por conta da classificação de organismos troglótenos. Em resumo, Trajano (op.cit.) aplica a classificação de população fonte (“source population”) e população periférica (“sink population”) (Fong, 2004) às três categorias classicamente reconhecidas. Desta maneira, os troglóbios correspondem exclusivamente a populações fontes subterrâneas, os troglófilos incluem populações fonte tanto no meio epígeo, quanto no meio hipógeo com possibilidade de troca gênica, e os troglótenos possuem as populações fontes no meio epígeo, porém utilizando recursos do ambiente subterrâneo.

Como os troglóbios vivem em ambiente tendendo a uma estabilidade (temperatura e umidade constantes) e estão isolados de seus parentes epígeos, estes animais representam estudos de caso interessantes do ponto de vista ecológico-evolutivo.

Nem todos os organismos troglóbios apresentam características troglomórficas, seja devido ao curto espaço de tempo de isolamento ou mesmo às características genéticas do táxon (*e.g.* GNASPINI; HOENEN, 1999). Nesse caso, a escassez de informações sobre a fauna

epígea também dificulta a determinação da categoria ecológico-evolutiva, já que, se populações do táxon considerado são registradas fora do ambiente subterrâneo, a hipótese sobre a restrição seria rejeitada, e a espécie é considerada troglófila.

O Brasil possui em torno de 10.000 cavernas cadastradas (CEVAV, 2014), com grande potencial para novas descobertas e com diversos graus de ameaça, principalmente a mineração e a construção de hidrelétricas, que destroem completamente o habitat como um todo. Por isso, ampliar o conhecimento sobre os táxons subterrâneos é crucial e urgente.

I.2 – O grupo dos pseudoescorpiões

A ordem Pseudoscorpiones DE GEER, 1778 possui 3.800 espécies descritas, distribuídas em 461 gêneros e 26 famílias viventes (HARVEY, 2013). É um grupo com grande diversidade dentre as ordens de Arachnida, ficando atrás apenas de Opiliones, Araneae e Acari (HARVEY, 2002). Embora sejam relativamente comuns, representantes dessa ordem dificilmente são bem conhecidos e bem amostrados. Isso ocorre devido ao tamanho reduzido e hábito criptobiótico apresentado por esses organismos, aliados a poucos especialistas do grupo no mundo. Essa Ordem corresponde a um grupo monofilético suportado por várias sinapomorfias (SHULTZ, 2007), das quais as únicas características exclusivas do grupo são a presença de glândulas de seda que descarregam via dedo móvel da quelícera (*galea*) e a presença de sérrula exterior e interior nos dedos das quelíceras (Figura 1). Em relação à filogenia, Pseudoscorpiones é considerado grupo irmão de Solifugae (GIRIBET et al., 2002; SHULTZ, 2007) (Figura 2).

Figura 1. Fotografias em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), mostrando as estruturas de Pseudoscorpiones (Fotos: Luciana Bueno dos Reis Fernandes). Setas amarelas indicam a sérrula. Setas vermelhas indicam a *galea*.

Observa-se que na filogenia proposta para as famílias de pseudoescorpiões (Harvey, 1992) há duas politomias. Uma destas é em relação às famílias Neobisiidae, Syarinidae e Parahyidae, enquanto a outra é em relação às famílias Chernetidae, Atemnidae e Cheliferidae. Esta filogenia foi proposta baseada em 126 caracteres morfológicos e análise de parcimônia, contudo a filogenia proposta originalmente foi modificada, com a elevação de Garypinidae e Pseudotyranochthoniidae como família (JUDSON, 1992, 1993, 2004 *apud* HARVEY, 2013). Estas eram consideradas subfamílias de Olpiidae e Chthoniidae respectivamente.

Os pseudoescorpiões são organismos criptobióticos e vivem geralmente em micro espaços. Podem ser encontrados entre folheto, detritos vegetais, sob troncos caídos ou cascas de árvores, em reentrâncias de rochas, ninhos de insetos e vertebrados e, em cavernas (HOFF, 1959; MORIKAWA, 1962; WEYGOLDT, 1969; MUCHMORE, 1990). Assim, a maioria das espécies passa a maior parte de suas vidas no interior de fendas, onde conseguem se isolar e raramente aparecem em solo exposto (WEYGOLDT, *op. cit.*). Alguns fatores são importantes para a sobrevivência destes animais, como alta umidade. Entretanto, alguns representantes das famílias Olpiidae e Cheliferidae preferem condições áridas e ocorrem até em desertos. Outro fator importante é a temperatura; muitas espécies preferem temperaturas mais elevadas, fundamental para completarem seu ciclo de vida. Entretanto, não é conhecida a importância de outros fatores como a acidez do solo ou a salinidade do ambiente na distribuição dos representantes deste grupo (WEYGOLDT, *op. cit.*).

Um dos meios de dispersão do grupo é através de um comportamento denominado foresia. Neste, o pseudoescorpião se prende a animais maiores, invertebrados ou vertebrados (WEYGOLDT, 1969) e se deslocam com eles. Piomar e colaboradores (1998) explanam a respeito da foresia nos pseudoescorpiões e indicam os dípteros, lepidópteros e coleópteros como principais vetores para a dispersão destes organismos. Contudo, há informações escassas quanto à especificidade na relação do animal forético e seu vetor (ZEH; ZEH, 1997).

Figura 2. Hipótesis filogenéticas de Arthropoda (A) (LEGG, et al., 2013) e Arachnida (B) (SCHULTZ, 2007). Cladograma de Pseudoscorpiones (C) (modificado de HARVEY, 1992).

Para o Brasil, Harvey (2013) apresenta uma lista com 14 famílias e 166 espécies. Apenas para uma região brasileira, amazônica, há estimativas da diversidade deste grupo, com registro de 80 espécies (MAHNERT; ADIS, 2002). Tal fato corrobora como o conhecimento dos pseudoescorpiões no Brasil é fragmentado. Para aqueles que ocorre em cavernas ainda é incipiente e dados do habitat, distribuição e ecologia destes pequenos aracnídeos continentais da América do Sul são raros. (MAHNERT, 2001).

I.3 - Pseudoescorpiões subterrâneos (Figura 3)

Frequentemente são encontradas populações de pseudoescorpiões em habitats subterrâneos de todo o mundo, com numerosos representantes troglóbios (HERTAULT, 1994). As famílias Chthoniidae, Neobisiidae e Bochicidae, possuem grande representatividade no meio hipógeo. A maioria das famílias (Atemnidae, Bochicidae, Cheiridiidae, Cheliferidae, Chernetidae, Chthoniidae, Garypidae, Ideoroncidae, Neobisiidae, Pseudochiridiidae, Pseudogarypidae, Sternophoridae, Syarinidae, Tridenchthoniidae e Withiidae) possui pelo menos algum representante cavernícola ou com características troglomórficas (HARVEY et al., 2000; REDDELL, 2012), as quais representam autapomorfias que podem estar direta ou indiretamente relacionadas à vida subterrânea, sendo as principais a redução de olhos e pigmentação melânica cutânea. Outros caracteres, construtivos, também são comuns em espécies troglóbias, tais como o alongamento de apêndices, fundamentais na orientação espacial, defesa e predação em um ambiente permanentemente escuro (CHAMBERLIN; MALCOLM, 1960).

Esses animais têm sido escassamente mencionados principalmente em estudos taxonômicos e levantamentos faunísticos (ANDRADE, 2004). Em alguns casos são citados em estudos qualitativos e quantitativos sobre fauna associada a acúmulos de guano no meio hipógeo (*e.g.* DECU; DECU, 1964; NEGREA; NEGREA, 1971; MARTIN, 1977).

Os pseudoescorpiões encontrados em cavernas geralmente são categorizados em troglóbios ou troglófilos sendo a categorização como troglófenos bastante improvável devido ao tamanho reduzido dos organismos e mobilidade restrita, o que dificultaria grandes deslocamentos em intervalos de tempo regulares até o ambiente epígeo. Na maioria dos casos, pseudoescorpiões hipógeos que apresentam características troglomórficas típicas são

considerados troglóbios; caso essas características não estejam presentes, são considerados troglófilos (ANDRADE, 2004). Porém, a fauna epígea de pseudoescorpiões é muito pouco conhecida em algumas regiões, como na América do Sul (MAHNERT; ADIS, 2002), o que torna difícil a comparação com parentes epígeos para validação dessas características.

No Brasil, foram registradas populações subterrâneas pertencentes a nove famílias de Pseudoscorpiones, que englobam 27 espécies (MAHNERT, 2001; ANDRADE; MAHNERT, 2003; RATTON; MAHNERT e FERREIRA, 2012), em um total de 167. Esses pseudoescorpiões podem ser encontrados em diferentes substratos no interior de cavernas, tais como rocha, banco de sedimento, ou associados a acúmulos de matéria orgânica, de acordo com a espécie ou mesmo o estágio de desenvolvimento considerado. Muitos têm sido frequentemente registrados em acúmulos de guano de morcegos (GNASPINI, 1989; GNASPINI; TRAJANO, 1994, 2000; MAHNERT, 2001), sendo que poucas espécies foram estudadas quanto à estrutura populacional (por exemplo, *Maxcheres iporangae* MAHNERT; ANDRADE, 1998), apresentando população relativamente numerosa (GNASPINI; TRAJANO, 2000).

Deve-se ressaltar que pseudoescorpiões registrados fora de manchas de guano perfazem o maior número de registros, embora com abundância reduzida (MAHNERT, 2001).

Outros pseudoescorpiões encontrados em cavernas brasileiras estão apresentados no trabalho de Mahnert (2001), que descreveu a maioria das espécies conhecidas até o momento. Além de *Pseudochthonius strinatii* BEIER, 1969 (Chthoniidae), o referido autor considerou *P. biseriatus* MAHNERT, 2001 e *Ideoroncus cavicola* MAHNERT, 2001 como possíveis troglóbios. Adicionalmente, Andrade e Mahnert (2003) descreveram uma espécie de Bochicidae, *Spelaeobochica muchmorei* ANDRADE; MAHNERT, 2003, com características troglomórficas acentuadas. Ainda, em 2012 foi descrito outro Bochicidae troglóbio, *S. iuii* RATTON, MAHNERT e FERREIRA, 2012.

Considerando a família Chernetidae, a maior da ordem Pseudoscorpiones, com cerca de 39,5% das espécies descritas para o Brasil (HARVEY, 2013), podem ser destacados os pseudoescorpiões hipógeos do gênero *Spelaeochernes*, com oito espécies descritas, coletadas em cavernas de todo o país (MAHNERT, 2001). Embora estes só tenham sido coletados no ambiente subterrâneo, nenhuma das espécies apresenta características troglomórficas evidentes.

Figura 3. Prancha de fotos com exemplares de pseudoescorpiões amostrados no presente trabalho (A, B, F, H, O - Olpiidae; C, D - Syarinidae; E, K, L, N, - Chernetidae; G, J - Bochicidae; I, M, Q, T - Chthoniidae; P, S - Cheliferidae; R - Pseudochiridiidae; U - Ideoroncidae). Fotos: Adriano Gambarini (A, B, C, D, E, F, H, I, K), Cristiano de Carvalho (G), Diego Monteiro von Schimonsky (J, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U). Imagens A-K sem escala. L-U escala 1,0 mm.

As diferenças na estrutura das rochas são conhecidas há anos, e alguns autores presumem que o tipo de rocha não determina diferenças em comunidades cavernícolas (GNASPINI; TRAJANO, 1994). Dessa maneira, as diferenças encontradas seriam apenas produtos de variações biogeográficas, não estando, portanto, relacionadas à litologia da caverna, pelo menos para as cavernas brasileiras (GNASPINI; TRAJANO, op. cit.). Entretanto é necessário compreender as diferenças associadas às litologias, para a preservação das comunidades cavernícolas em um país com megadiversidade e um estudo recente que abrangeu cavernas de norte a sul do país, aponta que as diferenças na estrutura e composição da comunidade de invertebrados nas cavernas não são apenas devido a um fator biogeográfico, mas está relacionado também à litologia (SILVA; MARTINS e FERREIRA, 2011), mas um estudo detalhado com pseudoescorpiões não existe até o momento.

II - Hipóteses do trabalho

Hipótese geral

Litologia e história biogeográfica não permitem prever a distribuição de pseudoescorpiões nas cavernas no Brasil.

Hipóteses específicas

H₀.1 Não há influência da litologia na distribuição dos pseudoescorpiões brasileiros;

H₁.1 Há influência da litologia na distribuição dos pseudoescorpiões brasileiros;

H₀.2 Não há preferência por substratos específicos no hábitat hipógeo;

H₁.2 Há preferência por substratos específicos no hábitat hipógeo;

H₀.3 A distribuição dos representantes das famílias de pseudoescorpiões não é restrita a áreas específicas;

H₁.3 A distribuição dos representantes das famílias de pseudoescorpiões é restrita a áreas específicas.

III – Objetivos

- Realizar um levantamento detalhado da fauna de pseudoescorpiões nas cavernas brasileiras;
- Mapear a distribuição de pseudoescorpiões brasileiros através de dados de literatura e levantamento da fauna pseudoescorpiônica brasileira;
- Verificar se há preferência de substrato por estes animais no ambiente hipógeo;
- Verificar se a distribuição de pseudoescorpiões em áreas cársticas e não cársticas difere de acordo com a litologia.

IV. - Áreas de estudo

As regiões amostradas ao longo do projeto, com detalhes de litologia e cavernas, são apresentadas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1. Áreas amostradas, número de cavernas por área, litologia destas cavernas e região geográfica.

ÁREAS	NºCAVERNAS	LITOLOGIA	REGIÃO GEOGRÁFICA
São Domingos	13	Calcário	Nordeste GO
São Desidério	9	Calcário	Oeste BA
Serra do Ramalho	5	Calcário	Sudoeste BA
Chapada Diamantina	3	Calcário	BA Central
	3	Arenito Metamorfisado	
Alto Ribeira	26	Calcário	Sudeste SP
Serra da Bodoquena	17	Calcário	MS
Outras Localidades	80	Arenito, Calcário, Canga, Quartzito	RS, PR, SP, MG, BA, TO, CE, PA

IV.1 - Área cárstica de São Domingos - nordeste de Goiás (Figura 4) – rocha carbonática (13 cavernas)

A área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás, representa uma das expressões regionais da unidade geomorfológica Bambuí, que constitui o maior conjunto de ocorrências calcárias favoráveis à presença de cavernas no Brasil, com cerca de 105.200 km² de área.

A área cárstica de São Domingos é delimitada a leste pela Serra Geral de Goiás, acompanhando a divisa Goiás-Bahia e Goiás-Minas Gerais até a latitude de Formosa na Serra do Bonito. A oeste é delimitada pela Serra Geral do Paranã, também conhecida como Serra Dourada, na divisa de Goiás-Tocantins. A região caracteriza-se por extensos afloramentos calcários, com 10 a 20 km de largura e 150 km de comprimento, numa faixa de direção Norte-Sul que recebe o nome local de Serra do Calcário (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979).

Figura 4. Área cárstica da região de São Domingos, nordeste de Goiás. Elipse em amarelo mostra a área estudada. A área sombreada do mapa é a unidade geomorfológica Bambuí.

A região está inserida no Domínio morfoclimático dos Cerrados (AB’SABER, 1977), com ocorrências de manchas de mata seca (M. E. BICHUETTE, com. pess.) e clima do tipo tropical quente semiúmido, com estação seca entre maio e setembro, às vezes estendendo-se até outubro (NIMER, 1979).

Em 1989, a FEMAGO (Fundação do Meio Ambiente de Goiás), atual Agência Ambiental de Goiás, criou o Parque Estadual de Terra Ronca. Entretanto, apenas em 1996 o Parque foi demarcado, com uma área de cerca de 50.000 ha, visando a proteção do patrimônio

espeleológico e das extensas áreas de Cerrado, incluindo veredas, onde ocorrem as nascentes de todos os rios que formam os sistemas subterrâneos da região.

No estado de Goiás registramos os pseudoescorpiões nos municípios de Mambaí, Posse e São Domingos. Há na região de São Domingos cinco grandes sistemas de cavernas, com desenvolvimentos de até 23 km e um epicarste muito desenvolvido: Sistema Angélica-Bezerra (cerca de 23 km); Sistema São Vicente (cerca de 22 km); Sistema São Mateus (cerca de 18 km); Sistema Terra Ronca-Malhada (cerca de oito km) e o Sistema São Bernardo-Palmeiras (cerca de oito km).

IV.2 - Área cárstica de São Desidério - oeste da Bahia (Figura 5) – rocha carbonática (nove cavernas)

Figura 5. Área cárstica de São Desidério na elipse amarela. A linha amarela mais estreita delimita o município de São Desidério. A área sombreada do mapa é a unidade geomorfológica Bambuí.

A área cárstica do município de São Desidério, no oeste baiano localiza-se na região geográfica denominada Chapadão Central do Espigão Mestre do São Francisco e também está inclusa na província espeleológica Bambuí (GALVÃO, et al., 2012). Encontra-se na bacia do Rio Grande, tributário esquerdo do São Francisco, na formação Paraopeba. Há grandes áreas calcárias e os calcários desta formação afloram em vastas áreas, com grande espessura, em vários pontos desta região, proporcionando o desenvolvimento de belos exemplos de relevos cársticos. Esta região está situada no distrito do Alto e Médio São Francisco e caracteriza-se pela presença constante de relevos suaves e ondulados dos argilitos. Aspectos cársticos

aparecem alçados na topografia com elevações escarpadas e de aspecto ruiforme com cavernas em sua base (KARMANN; SANCHÉZ, 1979).

Apresenta clima subúmido a seco e vegetação de cerrado (SIG-BA, 2002), está fortemente fragmentada pelas monoculturas irrigadas e mecanizadas ou por pastagens para sustentação de pecuária de corte e extração mineral, principalmente de calcário (GALVÃO, et al., 2012). Abrange parte do Sistema Aquífero Urucaia, manancial subterrâneo de extensão regional (GALVÃO, et al., 2012) no qual o sistema João Rodrigues está inserido, com o maior lago em ambiente subterrâneo do Brasil (RUBBIOLI, 1997) e feições como grutas, abismos, sumidouros, ressurgências, inclusive o maior salão subterrâneo do Brasil (PARIZI, 2005).

O Município de São Desidério ainda não possui uma proteção efetiva de seu patrimônio espeleológico, já que apenas recentemente foi criado o Parque Municipal da Lagoa Azul, além de existir uma APA (Área de Proteção Ambiental) (BICHUETTE, et al., 2013a). Lobo e colaboradores (2013) apresentam um estudo integrativo de cunho hidrogeológico, geológico, geomorfológico, espeleológico, espeleobiológico, microclimatológico, arqueológico, paleontológico, de pressão antrópica, questão fundiária e de valoração do patrimônio geológico e espeleoturístico para subsidiar a criação de uma Unidade de Conservação Federal, voltada à proteção do patrimônio cárstico, no sistema cárstico do rio João Rodrigues.

IV.3 - Área cárstica da Serra do Ramalho – Sudoeste da Bahia (Figura 6) – rocha carbonática (cinco cavernas)

A região da Serra do Ramalho localiza-se no sudoeste Baiano, sendo rica em calcário e formada por um grande platô intensivamente carstificado pertencente ao Grupo geomorfológico Bambuí (AULER; RUBBIOLI; BRANDI, 2001). Do ponto de vista espeleológico possui mais de 150 cavernas conhecidas. Situa-se na transição dos domínios do Cerrado e da Caatinga, com clima tropical seco (tipo “Aw”), segundo Köppen (1948), o qual se caracteriza pelo inverno seco e chuvas escassas ao longo do ano com precipitação anual média em torno de 640mm (Instituto Nacional de Meteorologia), possuindo riachos pertencentes à bacia do Médio São Francisco, alguns permanentes e outros intermitentes.

Figura 6. Área cárstica da Serra do Ramalho, na circunferência amarela, a área onde se encontram as cavernas estudadas. A área sombreada do mapa é a unidade geomorfológica Bambuí.

O setor sul da Serra do Ramalho compreende sistemas de cavernas extensos, chegando a 20 km. Durante a época chuvosa, estes sistemas de cavernas recebem um grande volume de matéria orgânica que entra por grandes sumidouros, suportando uma fauna rica e diversa, caracterizando seus ecossistemas subterrâneos como altamente energéticos do ponto de vista ecológico (M. E. BICHUETTE; E. TRAJANO, com. pess., BICHUETTE, et al., 2013b).

Esta região vem sendo impactada, tanto pela agricultura de subsistência e produção de carvão vegetal, em pequena escala, quanto pela expansão de culturas de soja e algodão no sudoeste baiano, aliados a proposta de exploração de calcário em grande escala (BICHUETTE, et al., 2013b) e mais recentemente a descoberta de um minério de “terras raras” (HATTORI, 2013) é preocupante visto que prospecções já estão sendo efetuadas na região.

Em relação à fauna subterrânea, é pouco estudada até recentemente, com trabalhos de descrição de peixes (BICHUETTE; TRAJANO, 2005; MATTOX, et al., 2008; BICHUETTE; RIZZATO, 2012; BICHUETTE, et al., 2013a) e levantamento da fauna dos invertebrados (BICHUETTE, et al., 2013b).

IV.4 - Área cárstica da Chapada Diamantina – Bahia central (Figura 7) – rocha carbonática (três cavernas) e arenito metamorfisado (três cavernas)

Figura 7. Área cárstica da Chapada Diamantina, Bahia central. Linha verde delimita o Parque Nacional da Chapada Diamantina, na elipse amarela, região onde se encontram as cavernas estudadas. A área sombreada do mapa é a unidade geomorfológica Bambuí.

A área de estudo localiza-se no Parque Nacional da Chapada Diamantina (cavernas arenitos metamorfisados – povoado de Igatu / município de Andaraí) 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. Segundo Schobbenhaus e colaboradores (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 (SCHOBHENHAUS 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 1000 a 1700 metros e representa um divisor de águas entre o leste da Bahia e a bacia do Rio São Francisco.

IV.5 - Área cárstica do Alto Ribeira – Sudeste de São Paulo (Figura 8) – rocha carbonática (26 cavernas)

Figura 8. Área cárstica do Vale do Ribeira. Na área da circunferência encontram-se as cavernas estudadas. A área sombreada é a unidade geomorfológica Açungui.

A área cárstica do Alto Ribeira está inserida geologicamente no Grupo Açungui, que possui uma grande densidade de cavernas, com mais de 500 delas cadastradas, incluindo muitas com mais de 1000 m de desenvolvimento e desníveis de até 250 m (KARMANN; SÁNCHEZ, 1986). No Alto Ribeira ocorrem quatro lentes calcárias orientadas no sentido nordeste-sudoeste, com larguras variando entre um e oito km e extensões de até 20 km (KARMANN; SÁNCHEZ, 1979; TRAJANO, 1991).

Representa a região brasileira onde os primeiros estudos sistemáticos sobre a fauna subterrânea foram realizados, sendo a mais bem estudada sob este foco. Entretanto, novas cavernas e novos táxons ainda têm sido recentemente descobertos. Segundo Ab'Saber (1977), o Alto Ribeira está situado na transição do Domínio Tropical Atlântico com a Floresta de Araucárias, com clima subtropical úmido, sem uma estação seca típica.

IV.6 - Área cárstica da Serra da Bodoquena – Mato Grosso do Sul (Figura 9) – rocha carbonática (17 cavernas)

Figura 9. Área cárstica da Serra da Bodoquena. Na circunferência, encontram-se as cavernas estudadas. A área sombreada é a unidade geomorfológica Corumbá.

Encontra-se na borda sudoeste da Planície do Pantanal sul mato-grossense, a Serra da Bodoquena consiste em um planalto calcário com aproximadamente 200 km de extensão e até 800 m de altitude. A temperatura média varia entre 22 a 24°C e a média anual de precipitação é de 1400 mm O clima da região é tropical úmido, com duração do período seco de quatro a seis meses. (SALLUN et al., 2009). A fitofisionomia predominante é Cerrado, com formações que variam entre floresta estacional e floresta estacional decidual (SCREMIN-DIAS et al., 1999).

IV.7 – Outras localidades

Outras localidades de ocorrência de pseudoescorpiões são aqui apresentadas. No Rio Grande do Sul (município de Manoel Viana – arenito, uma caverna), no Paraná (município de Rio Branco do Sul – calcário, uma caverna), no estado de São Paulo: regiões de Itirapina (arenito, duas cavernas) e Arapeí (gnaisse, três cavernas). Em Minas Gerais: regiões de Catas Altas (quartzito, 37 cavernas), Pains (calcário, quatro cavernas), Caeté (minério de ferro, três cavernas), Vazante (calcário, duas cavernas), Lima Duarte (quartzito, uma caverna), Serra da Canastra (município de São Roque de Minas - calcário, uma caverna), Januária (calcário, três

cavernas) e Itacarambi (calcário, uma caverna). Na Bahia: regiões de Palmeiras (uma caverna), Iraquara (seis cavernas), Seabra (uma caverna) e Morro do Chapéu (uma caverna) todas em calcário. No Tocantins, município de Arraias (calcário, duas cavernas). No Ceará: regiões do Crato e Araripe, ambas em calcário (uma e duas cavernas respectivamente). No Pará: regiões de Altamira e Vitória do Xingu, ambas em arenito (sete cavernas).

V - Materiais e Métodos

V.1 – Registros e coletas

O material examinado no presente estudo faz parte da coleção zoológica de referência do Laboratório de Estudos Subterrâneos (LES), localizado na Universidade Federal de São Carlos, no *campus* de São Carlos, provenientes de vários estados brasileiros (Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará, Piauí, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins). Além de material de empréstimo do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP) e material enviado por outros pesquisadores: L. M. Cordeiro; L. M. C. Borghezani; M. Bolfarini; E. Trajano; R. F. Ferreira; F. P. Franco; R. Bessi.

O material examinado vem sendo constantemente coletado em campanhas de campo relacionadas aos projetos conduzidos no LES, através do método de busca ativa, método de extração de Winkler e uso de quadrados. No meio hipógeo, foram percorridos trechos de diferentes cavernas, verificando-se os locais passíveis de ocorrência de pseudoescorpiões (acúmulos de guano; acúmulos de outro material orgânico como folhiço; troncos; rochas). Os exemplares estão conservados em álcool etílico 70%. Há ainda alguns exemplares em álcool 100% para futuros estudos sobre genética molecular.

As cavernas das quais provem o material estudado estão localizadas em distintas áreas cársticas e não cársticas (Tabela 2) e bacias hidrográficas (Tabela 3) em regiões biogeográficas, apresentadas de acordo com Morrone (2006).

Tabela 2. Categorização das áreas cársticas, onde foram encontrados pseudoescorpiões e respectivas províncias biogeográficas.

ÁREA CARSTICA	CATEGORIA	PROVÍNCIA BIOGEOGRÁFICA
AÇUNGUI	Aç	Floresta Atlântica / Floresta Paranaense
ALTAMIRA-ITAITUBA	AI	Xingu-Tapajós
BAMBUÍ (S.DES).	B.SDes	Cerrado
BAMBUÍ (S.RAM).	B.SRam	Paranaense
BAMBUÍ (GT)	B.GT	Cerrado
BAMBUÍ-MGN	B.MGn	Paranaense
BAMBUÍ-MGO	B.MGo	Cerrado
BAMBUÍ-MGS	B.MGs	Paranaense / Cerrado
BOTUCATU	Bot	Cerrado
BOTUCATU (RS)	Bot.RS	Pampeana
CORUMBÁ	Cor	Cerrado
EXU	Exu	Caatinga
PARAÍBA DO SUL	ParS	Floresta Atlântica
Q. FERRÍFERO.	QF	Cerrado
QUARTZITO 1	Qz1	Paranaense
QUARTZITO 2	Qz2	Paranaense
TOMBADOR (A.MET)	Tomb	Caatinga
IRECÊ-NORTE	IrN	Caatinga
IRECÊ-SUL	IrS	Caatinga
UNA-UTINGA	UUT	Caatinga

A área cárstica do Açungui representa uma área cárstica no sudeste do estado de São Paulo, e nordeste do Paraná. Já Altamira-Itaituba representa a área cárstica das cavernas de Altamira e Vitória do Xingu, no Pará.

As áreas cársticas do grupo Bambuí estão divididas, pois apesar de pertencerem à mesma formação, o calcário do Bambuí é extremamente fragmentado. Desta maneira, separamos pelas áreas que ocorreram as concentrações de cavernas (São Desidério e Serra do Ramalho na Bahia, nordeste de Goiás e sudeste do Tocantins (GT), e em Minas Gerais, área mais ao norte, a oeste e ao sul do estado). A área Botucatu, corresponde ao arenito Botucatu no estado de São Paulo e também no estado do Rio Grande do Sul. Corumbá está localizado no estado do Mato Grosso do Sul. A Formação Exu corresponde à área amostrada do estado do Ceará. A área Paraíba do Sul, corresponde ao município de Arapeí no vale do Paraíba. Quadrilátero ferrífero em Minas Gerais. No município de Catas Altas, está a área Quartzito 1 e o Quartzito 2 em Lima Duarte, ambos em Minas Gerais. A formação Tombador localiza-se na área do Parque Nacional da Chapada Diamantina, na Bahia. Irecê-Norte e Irecê-Sul, são áreas na Bahia, à noroeste da Chapada Diamantina e a formação Una-Utinga encontra-se à leste desta Chapada.

Tabela 3. Categorização das Bacias Hidrográficas, onde foram encontrados pseudoescorpiões.

BACIA HIDROGRÁFICA	CATEGORIA	PROVÍNCIA BIOGEOGRÁFICA
Alto Jaguaribe	AJ	Caatinga
Amazônica	AM	Tapajós-Xingu
Paraguaçu	PRÇ	Caatinga
Paraguai	PRI	Cerrado
Paraíba do Sul	PRBS	Floresta Atlântica
Paraná	PR	Paranaense
Ribeira de Iguape	RIG	Floresta Atlântica / Paranaense
Salgado	SLG	Caatinga
São Francisco	SF	Cerrado
Tocantins	TO	Cerrado
Uruguai	UR	Pampeana

A bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe localiza-se ao sul do estado do Ceará, assim como a bacia do Salgado. A bacia Amazônica corresponde à localidade de Altamira e Vitória do Xingu, no Pará. Já a bacia Paraguaçu é na Bahia. A bacia do Paraguai localiza-se no Mato Grosso do Sul. Em São Paulo, temos a bacia do Paraíba do Sul, no vale do Paraíba, do Paraná e do Ribeira de Iguape. Esta última também com ocorrência de caverna no estado do Paraná. Na bacia do São Francisco, temos cavernas em Minas Gerais e na Bahia. Nos estados de Goiás e Tocantins, temos a bacia do Tocantins e a bacia do Uruguai no Rio Grande do Sul.

Para fins de verificação de *status* cavernícola, em algumas das regiões contempladas no presente trabalho (São Domingos, Mambai, São Desidério), efetuamos coletas nas áreas de entorno das cavernas (meio epígeo). Em algumas ocasiões (Caverna Angélica e Bezerra, em São Domingos - Goiás), quatro transecções de cinco metros (5m) de comprimento por dois metros (2m) foram distribuídas cobrindo uma área total de 40 m². Nessas transecções foi feita busca ativa em troncos caídos, rochas, cascas de árvores e outros acúmulos de matéria orgânica, a fim de coletar pseudoescorpiões para realizar comparações com os coletados no meio hipógeo. Para as outras áreas, foi efetuada busca ativa, sem delineamento experimental

V.2 – Categorização dos substratos

Para verificar a preferência por substratos, categorizamos estes a fim de padronizar (Tabela 4). Fotos com exemplos destes são apresentados no Apêndice 1.

Tabela 4. Categorização dos substratos, onde foram encontrados pseudoescorpiões e o número de cavernas nos quais esses substratos foram amostrados.

SUBSTRATO	CATEGORIA	Nº CAVERNAS
FOLHIÇO	FO	4
GUANO	GU	18
ROCHA	RO	20
SUBSTRATO INCONSOLIDADO	SI	6
TRONCO	TR	1
SI + MO	MIX A	4
ROC + MO	MIX B	2
ROC + SI	MIX C	5
ROC + SI + MO	MIX D	2
(MO = MATÉRIA ORGÂNICA)		

V.3 – Análise e identificação do material em laboratório

O material foi estudado sob estereomicroscópio e microscópio óptico, verificando caracteres diagnósticos das famílias com o auxílio de chaves de identificação e trabalhos de descrição e sistemática do grupo (MAHNERT, 2001; MAHNERT; ADIS, 2002; HARVEY, 1992).

Assim, comparamos o material com trabalhos de descrição de espécies que ocorrem na América do Sul e com material de empréstimo do MZUSP. Ainda contamos com o auxílio do Dr. Volker Mahnert, especialista internacional em pseudoescorpiões e na fauna neotropical deste táxon. Este material foi identificado até o nível taxonômico de família, e alguns em gênero e espécie e organizados em ordem alfabética com relação ao morfotipo (Apêndice 2).

Foram examinados 431 lotes que somam 857 indivíduos. Alguns destes lotes foram doados por outros pesquisadores e outros já faziam parte da coleção de referência do laboratório antes do início deste trabalho. Considerando apenas os lotes e indivíduos encontrados dentro das cavernas, foram 375 lotes contendo 685 indivíduos. Em relação às cavernas foram 165 cavernas amostradas em várias regiões do país.

No total registramos 61 morfotipos das quais elencamos possivelmente novas. Registramos 11 famílias (Atemnidae, Bochicidae, Cheiridiidae, Cheliferidae, Chernetidae, Chthoniidae, Geogarypidae, Ideoroncidae, Olpiidae, Pseudochiridiidae, Syarinidae) com ocorrência no ambiente cavernícola.

V.4 – Análise dos resultados

Apresentamos os resultados de distribuição em mapas de distribuição, gráficos de espécies por localidades e uma listagem com novos registros.

Realizamos uma Análise de Correspondência (KREBS, 1999), a fim de verificar se o padrão de distribuição das famílias de pseudoescorpiões em diferentes áreas cársticas, litologias e substratos está relacionada às diferenças na composição das famílias, seguida de NPMANOVA. Posteriormente realizamos outra NPMANOVA, desta vez par a par (ANDERSON, 2001). Para realizar as Análises de Correspondência, as famílias Bochicidae, Geogarypidae e Pseudochiridiidae foram retiradas da matriz de presença e ausência, por constituírem registros único, os quais geraram ruídos na análise.

Elaboramos uma matriz de similaridade (coeficiente de Jaccard) e realizamos uma análise de agrupamento pelo método da média não ponderada (UPGMA) (KREBS, 1999) para verificar as diferenças entre as fitofisionomias e bacias hidrográficas onde as cavernas estão inseridas.

Os mapas foram confeccionados no QGIS (versão 2.0), utilizando as coordenadas das cavernas do estudo e para algumas localidades foram utilizadas as coordenadas do municípios. As Análises de Correspondência foram realizadas no programa R (versão 3.0.2), a NPMANOVA par a par e análise de similaridade (UPGMA), foram realizadas no programa PAST (versão 2.17).

VI – Resultados

VI.1 - Distribuição e riqueza do grupo nas cavernas brasileiras

Foram obtidos dados sobre a distribuição de pseudoescorpiões cavernícolas do Brasil, em diversas regiões cársticas e não cársticas (Figuras 10) e a abundância média de pseudoescorpiões por caverna em cada Estado (Tabela 5).

Figura 10. Mapa geral com a distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil. As estrelas amarelas mostram as localidades das cavernas do trabalho onde tivemos registros de pseudoescorpiões.

Tabela 5. Número de pseudoescorpiões amostrados, número de cavernas amostradas e respectivas abundâncias médias de pseudoescorpiões por caverna amostrada em cada Estado.

ESTADO	Nº PSEUDOESCORPIÕES	Nº CAVERNAS	MÉDIA
BA	95	29	3,28
CE	17	3	5,67
GO	89	13	6,85
MG	141	58	2,43
MS	75	17	4,41
PA	35	7	5,00
PR	1	1	1,00
RS	2	1	2,00
SP	219	32	6,84
TO	11	2	5,50
TOTAL	685	163	4,20

Para a região de Goiás, 144 indivíduos foram analisados, dos quais 89 são cavernícolas. Destes, 18 espécies em sete famílias, ocorrendo em 13 cavernas, compreendendo os municípios de São Domingos, Mambai e Posse (Apêndice 2).

Já para as regiões da Bahia, foram 170 indivíduos analisados, 95 cavernícolas com 20 espécies em sete famílias, localizadas em 30 cavernas, compreendendo as regiões de São Desidério, da Serra do Ramalho (Carinhanha) e da Chapada Diamantina (povoado de Igatu, município de Andaraí), além da região de Central, Palmeiras, Iraquara, Seabra e Morro do Chapéu (Apêndice 2).

No estado de São Paulo temos 226 indivíduos analisados. Destes, 178 para a região do Alto Ribeira, com registro de 14 espécies em sete famílias. Ainda temos indivíduos em outras regiões do estado em cavernas de Itirapina, Arapeí e Altinópolis (41 indivíduos de seis espécies em três famílias) (Apêndice 2). São 33 cavernas estudadas.

Na área cárstica do Mato Grosso do Sul, na Serra da Bodoquena, temos 75 indivíduos analisados de quatro espécies em duas famílias em 17 cavernas (Apêndice 2).

Em outras regiões do país, nos estados do Ceará, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul e Tocantins, temos 207 indivíduos, com 28 espécies registradas em nove famílias, num total de 72 cavernas.

Na Tabela 6, apresentamos a lista das famílias de pseudoescorpiões que ocorrem em cavernas no país, em relação aos Estados de ocorrência. Esta tabela apresenta os resultados

obtidos no presente trabalho, além dos registros contidos na literatura (MAHNERT, 2001; RATTON, et al., 2012). Destes registros, destacam-se os registrados por Mahnert (2001) o qual realizou o trabalho mais abrangente em relação aos pseudoescorpiões cavernícolas o Brasil.

Tabela 6. Ocorrência dos pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil de acordo com a unidade da federação. Os x são as ocorrências em Mahnert (2001), Andrade e Mahnert (2003) e Ratton, e colaboradores. (2012). Os X* são ocorrências em Mahnert (2001) e também novos registros. Os X** vermelhos são registros novos.

Família / Estado	RS	SC	PR	SP	MG	BA	CE	PA	TO	GO	MS
Atemnidae				X**	X**					X**	
Bochicidae				x		x					
Cheiridiidae				X**	X**	x		X**		X**	
Cheliferidae				X**		X**		X**		X**	
Chernetidae	X**	x	x	X*	X*	X*	X**	X*	X**	X*	X*
Chthoniidae			x	X*	X*	X*				X**	X**
Geogarypidae					X**						
Ideoroncidae			x	X*	X**	X**				X**	
Olpiidae				X*	X*	X*	X**	X**		X**	
Pseudochiridiidae						X**					
Syarinidae						X**		X*			
Lechytiidae											x
Tridenchthoniidae				x	x						

As famílias Atemnidae, Cheliferidae e Geogarypidae não haviam sido registradas em cavernas brasileiras até o momento. As localidades desses novos registros podem ser observadas na Tabela 7. Registramos também a primeira ocorrência da família Pseudochiridiidae para a América do Sul (SCHIMONSKY; BICHUETTE; MAHNERT, 2014 submetido) (Anexo 1).

Além dos pseudoescorpiões registrados no presente trabalho, Mahnert (2001) apresenta uma lista com outras espécies não registradas aqui. Entretanto, são diferentes das contempladas no presente (*Spelaeochernes armatus*, *Zaona cavicola* (Chernetidae), *Cheiridium brasiliense* (Cheiridiidae), *Cryptoditha elegans* (Tridenchthoniidae), *Pseudochthonius gracilimanus*, *P. ricardoi* (Chthoniidae), *Lechytia chthoniiformis* (Lechytiidae), *Progarypus gracilis* (Olpiidae)). Para outras espécies registradas por este autor, a sua distribuição foi ampliada (Chernetidae: *S. pedroi*, *S. bahiensis*, *S. eleonora*, *S. dubius*, *S. altamirae*, *S. dentatus*, *S. gracilipalpus*; Ideoroncidae: *Ideoroncus setosus*; Olpiidae: *P. nigrimanus*, *P. setifer*).

Tabela 7. Novos registros de famílias de pseudoescorpiões em cavernas brasileiras.

Família	Caverna	Município	Estado
Atemnidae	Caverna Bezerra	São Domingos	GO
	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Caverna Boca de Sapo	Itirapina	SP
Cheliferidae	Caverna C09	Pains	MG
	Gruta Santa	Ribeirão Grande	SP
	Sistema Russão	Posse	GO
	Caverna Imbira/São Mateus	São Domingos	GO
	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Caverna Terra Ronca II	São Domingos	GO
	Gruta do Morro dos Tapuias	São Desidério	BA
	Gruta da Sucupira	São Desidério	BA
	Gruta das Palmeiras	São Desidério	BA
	Gruta do Paulo	São Desidério	BA
	Caverna Brejões	Morro do Chapéu	BA
	Caverna Pedra da Cachoeira	Altamira	PA
	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
	FZ - 94	Catas Altas	MG
	Lapa da Manga I	São Desidério	BA
Geogarypidae			
Pseudochiridiidae			

VI.1.1 – Mapas de distribuição

A distribuição dos pseudoescorpiões cavernícolas do Brasil pode ser visualizada nas figuras seguintes. Estes mapas apresentam a distribuição das famílias nas diferentes áreas cársticas e não cársticas do país. Na Figura 11, apresentamos um gráfico de colunas, o qual mostra o número de morfotipos das famílias de pseudoescorpiões por município, além dos estados que estes ocorrem e o número de espécies por estado.

Figura 11. Distribuição das famílias por município, em relação ao número de morfotipos de cada família e com as respectivas áreas cársticas e não cársticas.

As famílias Atemnidae, Bochicidae, Cheiridiidae, Geogarypidae, Ideoroncidae, Pseudochiridiidae e Syarinidae estão com suas distribuições apresentadas na Figura 12.

A família Atemnidae está distribuída em São Paulo, Goiás e Minas Gerais, com 10 indivíduos em quatro morfotipos.

A família Bochicidae localiza-se em São Paulo, Minas Gerais e Bahia. No presente trabalho, encontramos 12 indivíduos de *Spelaeobochica muchmorei* em São Paulo. As outras localidades são das outras duas espécies de *Spelaeobochica* encontrados na literatura (MAHNERT, 2001; RATTON; MAHNERT; FERREIRA, 2012).

Cheiridiidae é uma família que está distribuída em São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Pará. São 24 indivíduos de cinco morfotipos.

Já Geogarypidae foi encontrado apenas um morfotipo em uma caverna de Minas Gerais. Da mesma maneira, Pseudochiridiidae foi encontrado apenas um indivíduo único, de um morfotipo em uma caverna da Bahia.

A família Ideoroncidae está distribuída em São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Goiás, com seis morfotipos e 25 indivíduos.

A família Syarinidae pode ser encontrada em cavernas do Pará e da Bahia. Foram encontrados seis indivíduos de dois morfotipos.

A distribuição das famílias Cheliferidae (Figura 13), Chernetidae (Figura 14), Chthoniidae (Figura 15) e Olpiidae (Figura 16) estão em figuras distintas, para facilitar a visualização nos mapas, uma vez que essas famílias possuem os maiores números de ocorrências.

Cheliferidae pode ser encontrado em cavernas da Bahia, Goiás, Pará e São Paulo. Encontramos 17 indivíduos de cinco morfotipos.

Já Chernetidae apresenta a distribuição mais ampla, podendo ser encontrado em cavernas da Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins. Encontramos 441 indivíduos distribuídos em 13 morfotipos.

A família Chthoniidae está distribuída nos estados de Bahia, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul. São 61 indivíduos de 15 morfotipos.

A família Olpiidae está representada por oito morfotipos de 85 indivíduos, distribuídos nos estados da Bahia, Ceará, Goiás, Minas Gerais, Pará e São Paulo.

Figura 12. Distribuição de algumas famílias de pseudoescorpiões cavernícolas no Brasil. Atemnidae, Bochicidae, Cheiridiidae, Geogarypidae, Ideoroncidae, Pseudochiridiidae e Syarinidae.

Figura 13. Distribuição da família Cheliferidae nas cavernas brasileiras. As estrelas amarelas representam as localidades onde foram encontrados esses indivíduos no presente estudo.

Figura 14. Distribuição da família Chernetidae nas cavernas brasileiras. As estrelas amarelas representam as localidades onde foram encontrados esses indivíduos no presente estudo.

Figura 15. Distribuição da família Chthoniidae nas cavernas brasileiras. As estrelas amarelas representam as localidades onde foram encontrados esses indivíduos no presente estudo.

Figura 16. Distribuição da família Olpiidae nas cavernas brasileiras. As estrelas amarelas representam as localidades onde foram encontrados estes indivíduos no presente estudo.

VI.1.2 – Distribuição de acordo com a litologia e área cárstica

A ocorrência e distribuição de diferentes famílias de pseudoescorpiões de acordo com a litologia são apresentadas (Tabela 8).

Tabela 8. Ocorrência das famílias de pseudoescorpiões cavernícolas em relação à litologia.

Família	Arenito (ARE)	Arenito Metamorfisado (ARM)	Calcário (CAL)	Gnaiss (GNA)	Canga (MFE)	Quartzito (QTZ)
Atemnidae	X		X			
Bochicidae			X			
Cheiridiidae	X		X			
Cheliferidae	X		X			
Chernetidae	X	X	X	X	X	X
Chthoniidae		X	X		X	X
Geogarypidae						X
Ideoroncidae			X			X
Olpidae	X		X			
Pseudochiridiidae			X			
Syarinidae	X	X				

Das 11 famílias encontradas no presente trabalho, nove ocorrem no calcário. O arenito foi a segunda litologia com maior abundância de famílias, onde ocorrem seis famílias, seguido por quartzito, arenito metamorfisado, respectivamente com quatro e três famílias, minério de ferro com duas famílias e gnaiss com uma família.

A família Syarinidae está restrita aos arenitos. Já Chernetidae, ocorre em todas as litologias, contudo é a única família a ocorrer em Gnaiss e também juntamente com Chthoniidae ocorre em canga (minério de ferro) e no arenito metamorfisado.

No Quartzito há a única ocorrência da família Geogarypidae em cavernas, e também ocorre Ideoroncidae nesta litologia, assim como no calcário.

As famílias Olpidae e Atemnidae estão com suas distribuições restritas ao arenito e ao calcário.

De acordo com dados de literatura, ainda há registros de outras famílias que ocorrem no calcário, no Brasil. São elas: Tridenchthoniidae, Lechytidae, (MAHNERT, 2001).

A análise de correspondência que realizamos das famílias em relação à litologia de ocupação dessas, apresentamos na Figura 17 e no teste NPMANOVA a significância dos dados como um todo foi significativo ($p=0,002$).

Figura 17. Gráfico de análise de correspondência entre famílias de pseudoescorpiões e litologias. A legenda da figura apresenta as litologias. As famílias aparecem no gráfico representadas por letras (Atemnidae (A), Cheiridiidae (B), Cheliferidae (C), Chernetidae (D), Chthoniidae (E), Ideoroncidae (F), Olpiidae (G) e Syarinidae (H)). As abreviações da legenda refere-se às litologias: arenito (ARE), arenito metamorfsado (ARM), calcário (CAL), gnaiss (GNA), minério de ferro (MFE) e quartzito (QTZ).

Na análise par a par, pode ser observado na Tabela 9 a relação entre as litologias e o grau de significância. Nota-se que o Arenito em relação ao Arenito Metamorfisado e o Arenito em relação ao Calcário apresenta uma alta dissimilaridade, significativa. Ainda, o Quartzito em relação ao Arenito, ao Arenito Metamorfisado e também ao Calcário, apresenta também uma elevada dissimilaridade.

Tabela 9. Análise NPMANOVA, par a par para as litologias em relação às famílias de pseudoescorpiões. Os valores em vermelho são significativos (Abreviações vide Tabela 6).

	ARE	ARM	CAL	GNA	MFF	QTZ
ARE	0					
ARM	0,0082	0				
CAL	0,5115	0,0073	0			
GNA	0,6968	0,1014	0,6653	0		
MFE	0,4335	0,0969	0,7523	1	0	
QTZ	0,0058	0,0002	0,0012	1	0,335	0

A ocorrência e distribuição de diferentes famílias de pseudoescorpiões de acordo com a área cárstica também são apresentadas (Tabela 10).

Tabela 10. Ocorrência das famílias de pseudoescorpiões cavernícolas em relação à área cárstica (Abreviações vide Tabela 1).

Área Cárstica	Ate	Boc	Chei	Chel	Cher	Chth	Geog	Ideo	Olp	Pseu	Syar
Açungui		X	X	X	X	X		X	X		
Altamira-Itaituba			X	X	X				X		X
Bambuí (S.Des).				X	X	X				X	
Bambuí (S.Ram).					X	X			X		
Bambuí (GT)	X		X	X	X	X		X	X		
Bambuí-MGn			X		X	X			X		
Bambuí-MGo			X		X						
Bambuí-MGs	X				X	X		X	X		
Botucatu	X		X		X						
Botucatu (RS)					X						
Corumbá					X	X					
Exu					X				X		
Paraíba do Sul					X						
Quadrilátero F.					X	X					
Quartzito 1					X	X	X	X			
Quartzito 2					X						
Tombador (A. Metam)					X	X					X
Irecê-Norte				X	X	X		X	X		
Irecê-Sul					X			X			
Una-Utinga					X						

A família Atemnidae, Bochicidae, Geogarypidae, Pseudochiridiidae e Syarinidae, apresentam distribuição bastante restrita à algumas localidades ou a localidades únicas.

Cheiridiidae está bem distribuído na formação bambuí, e conta com distribuição mais restrita no Açungui e em Altamira-Itaituba.

A família Cheliferidae além da distribuição mais restrita nas áreas Açungui e Altamira-Itaituba, no estado da Bahia, ocorre tanto no Bambuí de São Desidério, quanto da Serra do Ramalho (Oeste e Sul baiano, respectivamente).

A família Chernetidae está distribuída por todas as áreas cársticas amostradas e Chthoniidae é a segunda família mais bem distribuída, contudo, não ocorrendo em algumas áreas como a formação Altamira-Itaituba, Botucatu, Exu e Paraíba do Sul.

Ideoroncidae ocorre em diferentes áreas cársticas espalhadas pelo país, mas com aparente especificidade.

A família Olpiidae está amplamente distribuída, porém não ocorrendo em áreas do Botucatu, Corumbá, Paraíba do Sul, Quadrilátero Ferrífero, Quartzitos 1 e 2, Tombador e Una-Utinga.

Na análise de correspondência dessas famílias distribuídas em relação às áreas cársticas, os dados foram altamente significativos ($p=0,008$) (Figura 18).

As famílias estão agrupadas com áreas cársticas específicas, como Syarinidae, igualmente distribuída entre Altamira-Itaituba e Tombador. Olpiidae apresenta mais relação com a área cárstica Bambuí no norte de Minas Gerais, Chernetidae se distribui por todas as áreas, e aparentemente há uma relação maior com a área do Bambuí de Goiás e Tocantins.

A análise par a par NPMANOVA pode ser observada no Apêndice 3 (pág. 70). A maioria das relações entre áreas cársticas foi significativo, indicando alta dissimilaridade entre estas.

Figura 18. Gráfico de análise de correspondência entre famílias de pseudoescorpiões e áreas cársticas e não cársticas. A legenda da figura apresenta as áreas cársticas e não cársticas. As famílias aparecem no gráfico representadas por letras (Atemnidae (A), Cheiridiidae (B), Cheliferidae (C), Chthoniidae (E), Ideoroncidae (F), Ophiidae (G) e Syarinidae (H)). As abreviações da legenda refere-se às áreas cársticas: Açungui (AÇ), Altamira-Itaituba (AI), Bambuí em: São Desidério (B.SDes), Serra do Ramalho (B.SRam), Goiás e Tocantins (B.GT), no norte, oeste e sul de Minas Gerais (B.MGn, B.MGo, B.MGs). Botucatu (Bot) e Botucatu no Rio Grande do Sul (Bot.RS), Corumbá (Cor), Exu (Exu), Paraíba do Sul (ParS), Quadrilátero Ferrífero (QF), Quartzito 1 (Qz1), Quartzito 2 (Qz2), Tombador (Tomb), Irecê-Norte (IrN), Irecê-Sul (IrS) e Una-Utinga (UUT).

VI.2 - Preferência por substrato

Observando a Figura 19, nota-se a distribuição dos pseudoescorpiões em diferentes substratos de acordo com os registrados e mostrados no Apêndice 2 (pág. 64). Este gráfico apresenta em porcentagens a abundância dos pseudoescorpiões encontrados.

Notamos uma distribuição semelhante dos pseudoescorpiões em tanto em Guano, quanto na Rocha, com 56% de ocorrência nesses dois substratos (Figura 19). Os 44% restantes da abundância de pseudoescorpiões ocorreram em outros substratos. Destes, mais da metade (56,81%) ocorreram em substratos com matéria orgânica (Folhiço e Tronco) ou substratos mistos com presença de matéria orgânica (Mix A, B e D). Essa distribuição em diversos substratos foi observado por indivíduos do mesmo morfotipo e, às vezes, na mesma caverna.

Figura 19. Diagrama circular que mostra a abundância de indivíduos de pseudoescorpiões em porcentagem por substrato (SI (Substrato inconsolidado), Mix A (SI + Matéria Orgânica (MO)), Mix B (Rocha + MO), Mix C (Rocha + SI), Mix D (Rocha + SI + MO)).

Apresentamos uma análise de correspondência dos substratos em relação às famílias de pseudoescorpiões (Figura 20).

Figura 20. Gráfico de análise de correspondência dos substratos em relação às famílias de pseudoescorpiões. A legenda da figura apresenta os substratos. As famílias aparecem no gráfico representadas por letras (Atemnidae (A), Cheiridiidae (B), Cheliferidae (C), Chernetidae (D), Chthoniidae (E), Olpiidae (G) e Syrinidae (H)). A legenda da figura mostra os substratos: Folhiço (FO), Guano (GU), Rocha (RO), Substrato inconsolidado (SI), Tronco (TR), Mix A (SI + Matéria Orgânica (MO)), Mix B (RO + MO), Mix C (RO + SI), Mix D (RO + SI + MO)).

A significância segundo NPMANOVA em relação a todo conjunto de dados foi $p=0,759$, não significativo. Na análise par a par, o substrato Rocha em relação ao substrato Guano, possui um valor de p significativo (Tabela 11).

Tabela 11. Análise NPMANOVA, par a par para os substratos em relação às famílias de pseudoescorpiões. O valor em vermelho é significativo.

	FO	GU	RO	SI	TR	MA	MB	MC	MD
FO	0								
GU	0,7285	0							
RO	0,8282	0,0123	0						
SI	0,5768	0,7963	0,1219	0					
TR	0,2003	0,0528	0,2459	0,146	0				
MA	1	0,2515	0,8309	0,4711	0,2079	0			
MB	0,8025	0,386	0,7267	1	0,3307	1	0		
MC	0,9039	0,679	0,4855	0,9205	0,3261	0,8187	1	0	
MD	1	1	0,9513	1	0,3456	1	1	1	0

VI.3 – Análises de similaridade

Nas figuras a seguir, apresentamos os dendogramas das análises de Similaridade que foram feitas a fim de comparar a ocorrência dos pseudoescorpiões em diferentes fitofisionomias e bacias hidrográficas. Levamos em consideração apenas as famílias, e não os morfotipos.

Na Figura 21A, o dendograma mostra a relação entre as diferentes fitofisionomias (Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga e Amazônia). A fitofisionomia dos Pampas foi retirada da análise, pois há apenas uma família ocorrendo em uma única caverna neste, assim, diminuimos o viés na análise. Esta figura mostra que a Mata Atlântica agrupa com a Caatinga, e estas com o Cerrado. A Floresta Amazônica é a mais dissimilar.

Já na Figura 21B, o dendograma evidencia a relação entre as diferentes bacias hidrográficas, onde encontramos pseudoescorpiões cavernícolas. As Bacias são as seguintes (segundo aparecem na Figura 21B): Salgado, no Ceará; Paraná, em São Paulo; Ribeira de Iguape, em São Paulo e Paraná; São Francisco, na Bahia e Minas Gerais; Tocantins, em Goiás e Tocantins; Amazônica, no Pará; Paraguai, no Mato Grosso do Sul; Paraguaçu, na Bahia; Paraíba do Sul, em São Paulo; Alto Jaguaribe, no Ceará; Uruguai, no Rio Grande do Sul. A bacia do Salgado é a mais dissimilar. São Francisco e Tocantins tem uma similaridade próxima, e agrupam-se com a bacia do Ribeira de Iguape. Estas agrupam-se com a bacia Amazônica.

Este último agrupamento tem relação com a bacia do Paraná. Do outro lado o gráfico, há uma grupamento no qual as bacias do Uruguai, Paraíba do Sul e Alto Jaguaribe aparecem como totalmente similares, agrupadas com as bacias do Paraguai e o Paraguaçu.

Os coeficientes de correlação apresentados indica o quão bem os dados são se ajustam à análise.

Figura 21. Análise de Similaridade em relação às fitofisionomias (A) e em relação às Bacias Hidrográficas (B). Coeficiente de correlação de 0,9679 e 0,9588, respectivamente.

VII – Discussão

VII.1 – Conservação e taxonomia

As cavernas no Brasil vêm sofrendo constantes ameaças, principalmente depois de mudanças na legislação brasileira, que permitem a supressão destas, dependendo da categoria que ela se encontre. Essas ameaças são principalmente dos setores minerários e energéticos, além da agricultura intensiva, turismo desenfreado em algumas regiões e até de pequenos produtores em outras (GALLÃO, 2012).

Ainda, há um impedimento taxonômico para o grupo, o que o torna frágil em termos de conservação. Assim, nota-se a necessidade de formação em taxonomia para este grupo, além do importante papel que as cavernas têm em relação aos grupos geralmente menos amostrados, os quais são negligenciados. É urgente uma revisão de gêneros de pseudoescorpiões para que possa ser estabelecido as relações filogenéticas, assim como estabelecer um padrão biogeográfico.

VII.2 - Distribuição e riqueza do grupo nas cavernas brasileiras

Das 3800 espécies descritas para o mundo, há no Brasil 167 espécies válidas, uma espécie nova para o país, e uma espécie que é inédita para a ciência, totalizando 169 espécies, considerando as espécies de Pseudochiridiidae e de Feaellidae (ANDRADE, 2003), ainda não descritas. É uma diversidade baixa, para um país mega diverso.

Esta riqueza baixa, deve estar relacionada ao fato destes organismos não serem coletados de maneira trivial, devido ao tamanho diminuto e também de seus hábitos criptobióticos e noturnos (no caso de ambientes epígeos). Desta maneira, observa-se que há um esforço amostral considerável no presente trabalho, uma vez que dos 686 indivíduos que foram coletados no interior das cavernas, ao menos 220 foram coletados nos últimos dois anos.

Tivemos nos últimos quatro anos, cerca de, 415 descrições de pseudoescorpiões no mundo todo. Destas, apenas uma descrição para o Brasil. As últimas descrições são de Mahnert (2001) com 18 novas espécies, Andrade e Mahnert (2003) com uma espécie nova e Ratton e

colaboradores (2012) com mais uma espécie, todas de cavernas. Contudo, somos o quinto país em diversidade de pseudoescorpiões, atrás dos Estados Unidos da América, Itália, Espanha, Austrália e Índia.

Até o presente trabalho, no Brasil há registros de 16 famílias de pseudoescorpiões, das quais 13 podem ser encontradas em cavernas. Destas, registramos 11 famílias no presente trabalho, dentre estas, temos o primeiro registro da família Pseudochiridiidae no continente sul americano. Um trabalho de descrição morfológica deste pseudoescorpião com uma discussão de sua distribuição já se encontra submetido (SCHIMONSKY; BICHUETTE e MAHNERT, 2014 submetido) (Anexo 1).

Representantes das famílias Tridenchthoniidae e Lechytiidae são encontradas neste ambiente (MAHNERT, 2001), mas não registradas aqui. A espécie de Tridenchthoniidae (*Cryptoditha elegans*) é da Gruta do Lameiro, na cidade de Matosinhos, em MG e a espécie de Lechytiidae (*Lechytia chthoniformis*) é da Gruta do Curé, em Bonito, MS. Apesar de possuímos material dessas regiões, essas espécies não apareceram em nossas amostras.

As duas famílias que ocorrem em meio epígeo no Brasil e que não temos registros em cavernas brasileiras são Garypinidae e Withiidae. No caso de Withiidae, há registros em cavernas da Venezuela (HEURTAUT, 1994).

Para o Brasil há 28 espécies de pseudoescorpiões com populações cavernícolas, das quais apenas seis são consideradas troglóbias (GALLÃO, 2012; RATTON, et al., 2012). No entanto, após as coletas em diversas áreas do país e considerando as coletas que efetuamos no entorno das cavernas, propomos aqui que as oito espécies do gênero *Spelaeocharnes* da família Chernetidae, passem a ter o *status* ecológico-evolutivo de troglóbio. São elas: *S. altamirae*, *S. armatus*, *S. bahiensis*, *S. dentatus*, *S. dubius*, *S. eleonora*, *S. gracilipalpus*, *S. pedroi*. A espécie *S. armatus* não foi encontrada no presente trabalho, entretanto ela está restrita à um único sistema no estado de Santa Catarina (Gruta Botuverá I e II).

No trabalho de Mahnert (2001), o autor analisou espécimes decorrentes de 102 cavernas. No presente, apenas 30 cavernas daquelas foram amostradas, sendo mais 135 cavernas localidades novas. Para estas, não havia registros de pseudoescorpiões, desta maneira ampliamos as amostragens e a distribuição do grupo nas cavernas do país.

O número de cavernas amostradas (165) pode parecer pouco, frente à quantidade de cavernas cadastradas, cerca de 10.000 segundo o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação

de Cavernas (CECAV) (2014). Contudo é importante ressaltar que boa parte destes registros são de consultorias e muitas dessas cavernas cadastradas sequer existem mais. Ainda, essas amostragens em sua maioria são de um período inferior a cinco anos, ou seja, o esforço amostral tende a elevar o número de cavidades amostradas e espécimes coletados.

Em relação aos dados de distribuição elencamos pelo menos 20 possíveis espécies novas, nas famílias Atemnidae, Cheiridiidae, Cheliferidae, Chernetidae, Chthoniidae, Geogarypidae, Ideoroncidae, Olpiidae e Syarinidae.

Quanto à distribuição das famílias de pseudoescorpiões, de acordo com os resultados, observa-se que a família Atemnidae está distribuída em cavernas nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás. Provavelmente esses morfotipos encontrados são espécies novas, uma vez que temos registro no país de apenas duas espécies, localizadas uma no Paraná e outra no Mato Grosso, ambas epígeas (HARVEY, 2013).

Em relação à família Bochicidae, a distribuição desta não aumentou, essas localidades já são as localidades tipos das três espécies desta família que ocorrem no Brasil, e todas são cavernícolas e troglóbias, inclusive *Spelaeobochica allodentatus*, encontrado apenas na Gruta do Impossível, em Palmeiras, na Bahia com características troglomórficas. Entretanto, ressaltamos que *Spelaeobochica muchmorei* foi reencontrado durante o desenvolvimento deste estudo pois a alguns anos que esses animais eram procurados e não eram encontrados, inclusive no decorrer do Plano de Manejo Espeleológico do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), no qual as cavernas foram bem amostradas e esses organismos não apareceram. E ainda, avistamos cerca de 11 indivíduos em um mesmo local da caverna, um fato intrigante, visto que geralmente não encontramos pseudoescorpiões em hábitos gregários dentro das cavernas. Geralmente, quando são encontrados, estão isolados uns dos outros (P. GNASPINI com. pess. *apud* ANDRADE, 1999). Esses indivíduos foram encontrados no mês de outubro de 2012, e este pode representar um período reprodutivo da população. A maioria dos gêneros de Bochicidae são estritamente cavernícolas e alguns poucos apresentam espécies epígeas (REBOLEIRA, et al., 2010). Com distribuição bastante restrita, vários autores já sugeriram que está é uma família relictas (BEIER, 1956, 1970; CHAMBERLIN; MALCOLM, 1960; MUCHMORE, 1972 *apud* REBOLEIRA et al., 2010).

A família Cheiridiidae possui apenas quatro espécies descritas para o Brasil, e destas uma espécie foi descrita para caverna (Gruta dos Cristais-BA) (MAHNERT, 2001). Entretanto registramos a ocorrência de quatro morfotipos desta família também nos estados de

São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Pará. Com isso, há grandes chances de que essas espécies sejam inéditas para a ciência. Ainda, ampliamos a distribuição da família no território nacional.

Os Cheliferidae estão distribuídos nos estados de Goiás, Bahia, São Paulo e Pará. Temos cinco espécies descritas para nosso país, entretanto nenhuma delas para cavernas. Assim, com quatro morfotipos encontrados, acreditamos que possam haver espécies inéditas. E a distribuição desta família no Brasil foi ampliada.

Chernetidae é a família com o maior número de pseudoescorpiões descritos para o Brasil (66, 39,5% do total), com distribuição por todo território nacional. Quanto às cavernas, foi a única família presente em todas as regiões amostradas e também a com maior número de indivíduos coletados. Ainda, a maior parte dos pseudoescorpiões desta família no estudo são do gênero *Spelaeochnes* e temos mais três morfotipos não identificados e uma ocorrência de *Maxchnes*, provavelmente nova espécie. Para tal, a distribuição foi ampliada consideravelmente, de norte a sul do país. O número de registros de *Spelaeochnes* foi grande, e provavelmente o que consideramos aqui como sendo espécies já descritas, em um estudo mais detalhado deve ocorrer a separação desses organismos em novas espécies, uma vez que sua distribuição é muito ampla, porém restrita às cavernas.

Os Chthoniidae apresentam uma distribuição mais central no país, com exceção das ocorrências no vale do rio Ribeira em São Paulo e no Mato Grosso do Sul na Bodoquena, que representa uma área cárstica mais isolada do típico Centro-Oeste brasileiro. Houve aumento na distribuição desta família. Há 19 espécies descritas no Brasil, o que a torna a segunda mais diversa do país e algumas destas são cavernícolas e foram recuperadas aqui. Com as amostras estudadas aqui de áreas remotas, devemos ter registros de novas espécies.

Com três espécies descritas para o país, nos estados de Mato Grosso, Rio de Janeiro, Amazonas e uma quarta espécie com ocorrência provável no Mato Grosso do Sul, encontramos um morfotipo da família Geogarypidae em Minas Gerais, também provável espécie nova, com ampliação da distribuição.

Já a família Olpiidae com 14 espécies descritas, algumas de ocorrência em caverna, encontramos cinco morfotipos distintos, também passíveis de serem espécies novas, pois há indivíduos coletados em regiões isoladas. Foram encontrados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Bahia, Pará e Ceará. Houve ampliação da distribuição.

A família Pseudochiridiidae possui distribuição restrita à região de São Desidério, por ter sido encontrada apenas em uma caverna, e como dito anteriormente é o primeiro registro para o continente sul-americano desta família. Discutimos em particular a respeito desta família no manuscrito no Anexo 1 (SCHIMONSKY; BICHUETTE; MAHNERT, 2014 submetido).

Já a família Syarinidae foi encontrada em cavernas do Pará, região de Altamira, corroborando Mahnert (2001), e surpreendentemente, em cavernas da Chapada Diamantina, na BA. Neste último caso, deve representar novas espécies, além da ampliação da distribuição da família no país.

Mahnert (2001) discute que no Brasil há três distritos em relação à fauna, o que segue o encontrado para outros animais. Seriam distritos com fauna mais amazônica (prevalência de gêneros como *Neobisium* (Syarinidae) e uma espécie de *Spelaeochnes* bem definida), uma fauna mais tropical do nordeste do Brasil até o Sudeste (com elementos com afinidades com a fauna amazônica (*Pseudochthonius gracilimanus*, *Spelaeobochica allodentatus*, duas espécies de *Spelaeochnes*) e com conexões com a fauna subtropical (*Progarypus*). E uma fauna mais ao sul, caracterizada por elementos mais sub-tropicais (*Ideoroncus*, *Progarypus*, *Maxchnes* e mais cinco espécies de *Spelaeochnes*).

Alguns gêneros como citado pelo autor corroboram esta ideia, entretanto em táxons mais inclusivos (Família), não fica evidente nenhum padrão de distribuição em relação aos pseudoscorpions cavernícolas, o que refutaria esta hipótese. Isto deve-se ao fato de que havia poucas amostragens, esporádicas, desses animais ao longo dos anos, sem nenhum trabalho focado na taxonomia ou distribuição do grupo no Brasil.

VII.2.1 – Distribuição de acordo com a litologia e área cárstica

Ao olharmos para a distribuição em relação à litologia, as famílias apresentam uma distribuição aparentemente um pouco mais restrita, com exceção de Chernetidae, que pode ser encontrado em todas as litologias. A maior parte das famílias estão distribuídas no calcário, o que seria esperado, uma vez que neste tipo de rocha formam-se os maiores sistemas de cavernas, com maiores possibilidades de isolamento e a maioria das cavernas aqui estudadas são desta litologia. Porém, as famílias Syarinidae e Geogarypidae não foram encontradas em rocha calcária. A primeira está distribuída apenas em formações areníticas. Já a segunda está em uma

caverna de formação quartzítica e constitui um registro único. Pseudochiridiidae é um registro único e pode ser considerado um relicto, e Bochicidae está restrito às cavernas calcárias e possui uma distribuição ampla.

Silva e colaboradores (2011) discutem que a litologia influencia na distribuição das comunidades de invertebrados terrestres, porém com vários vieses, uma vez que os autores agrupam cavernas de mesma litologia em latitudes extremas. No presente trabalho, não há um agrupamento das famílias a partir dos nossos dados, com grande significância estatística, evidenciando que a composição das famílias de uma litologia em relação à outra é dissimilar. Assim, observa-se que há influência da litologia na distribuição deste táxon, ainda que utilizando as famílias para comparação. Os resultados quanto às áreas cársticas mostram que também há influência destas na distribuição dos pseudoescorpiões.

A distribuição desses organismos está diretamente ligada à área cárstica que este se encontra e à litologia destas, porém estes não são os únicos fatores que influenciam nesta distribuição, tão pouco são os únicos fatores determinantes. Essa distribuição deve sofrer influência de outros fatores como clima, altitude, latitude, a fitofisionomia na qual estão inseridos e a composição da fauna epígea ou mesmo o componente histórico biogeográfico do grupo.

VII.3 - Preferência por substrato

Observamos que os pseudoescorpiões estão ocupando os mais diversos substratos dentro das cavernas. Estes podem ser divididos em dois grupos, substratos orgânicos e não orgânicos.

A ocupação nos substratos orgânicos, como o guano, deve estar relacionado à disponibilidade de alimento (presas em potencial), uma vez que a tendência à escassez alimentar é um fator limitante à ocupação desses ambientes, fato corroborado pela observação de outros autores (ANDRADE, 2004; GNASPINI; TRAJANO, 2000).

O guano é um dos principais aportes alimentares nas cavernas e energeticamente bastante rico, o que atrai animais detritívoros, que por sua vez atraem os pseudoescorpiões que são predadores, se alimentam de colêmbolos, psocópteros, larvas de coleópteros e dípteros, por

exemplo (GNASPINI; TRAJANO, 2000). Portanto esses organismos geralmente são encontrados em acúmulos de matéria orgânica. Assim, a preferência dos pseudoescorpiões de estar nos substratos orgânicos pode privilegiar uma área de forrageio menor para estes animais.

O substrato rochoso como o segundo mais ocupado pode ser em razão de que neste substrato a mobilidade da fauna seja mais eficiente, possibilitando uma ampliação na área de forrageio, ainda mais em cavernas nas quais o aporte alimentar é imprevisível. Esta ampliação da área de forrageio possivelmente seria uma vantagem comportamental, relacionada ao isolamento no ambiente subterrâneo. Além do que possibilitaria também a busca por parceiros reprodutivos, visto que não é comum o hábito gregário nesses animais em cavernas. Contudo é necessário cautela, e ainda um estudo específico quanto a mobilidade desses animais, fazendo testes de comparação relacionando as características morfológicas com os substratos onde são encontrados.

Apesar de existir uma forte tendência dos pseudoescorpiões ocorrerem em dois tipos de substratos (rocha e guano), as famílias dos pseudoescorpiões praticamente se sobrepõe aos substratos específicos, porém sem significância estatística ($p=0,759$). Os substratos estão sobrepostos no gráfico, indicando que não há diferença significativa entre eles. Assim, não há qualquer relação de especificidade entre a ocorrência das famílias de pseudoescorpiões e os substratos específicos.

Ainda, mesmo que na análise NPMANOVA par a par haja uma distinção dos substratos rocha e guano, este provavelmente deve-se à estes substratos terem sido onde ocorreram a maior quantidade de registros dos pseudoescorpiões. Logo, possivelmente esses animais, na sua maioria, ou estavam em busca de recursos alimentares, e foram coletados no guano, ou estavam forrageando na rocha, em busca também de recursos alimentares ou parceiros reprodutivos.

Portanto, pelos dados observados, não há preferência pelo substrato utilizado e provavelmente a distribuição está mais associada à questão alimentar e então à disponibilidade de recursos energéticos na caverna e não ao tipo de substrato.

VII.4 – Análises de similaridade

A similaridade entre as diferentes fitofisionomias é baixa, entretanto não é tão dissimilar, o que é esperado, uma vez que há famílias de pseudoescorpiões coexistindo nas diferentes áreas. O agrupamento entre Mata Atlântica e Caatinga é interessante, pois compartilham algumas famílias, mas também contribuem com famílias distintas, evidenciando que apesar de agrupados, ainda são bastante singulares. Já o Cerrado é a fitofisionomia que apresentou maior singularidade em relação às famílias de pseudoescorpiões, contribuindo também com o maior número destas. Deve-se ressaltar que o Cerrado é um tipo vegetacional único e extremamente ameaçado, elevando ainda mais sua importância. Quanto à Floresta Amazônica, esta apresentou menor número de famílias em relação às outras áreas, contudo foi amostrado uma parte muito pequena desta fitofisionomia e a diversidade amazônica de pseudoescorpiões epígeos é, até certo ponto, bem conhecida (MAHNERT; ADIS, 2002), entretanto esta contribuiu com famílias menos comuns às outras áreas.

Podemos considerar que quanto às fitofisionomias, essas apresentam-se de forma singular e relevante podendo auxiliar em questões biogeográficas. Esta é uma variável que deve ser levada em consideração em questões que envolvam a conservação de áreas, uma vez que com a fragilidade destes ambientes, geralmente os locais de ocorrência das cavernas são remanescentes dessas fitofisionomias, aumentando a importância, além da singularidade observada da fauna em relação à estas.

O Brasil tem dimensões continentais, não seria diferente para suas fitofisionomias que abrangem grandes partes do território, todas ameaçadas e fragmentadas (MACHADO; DRUMMOND e PAGLIA, 2008). Destacamos que para efeitos de conservação, estudos que envolvam dados de Cerrado e de Mata Atlântica, em relação à fauna, devem levar em consideração também o gradiente latitudinal e com isso estes se apresentarão mais singulares.

Em relação às bacias hidrográficas, não há agrupamentos significativos. A razão de algumas bacias estarem agrupadas é devido ao registro de uma única família para cada uma dessas bacias. Tal fato deve ser testado com material advindo de outras regiões com bacias hidrográficas importantes.

Simões (2013) demonstrou que mesmo em áreas próximas geograficamente, dentro de uma mesma fitofisionomia, mesma bacia hidrográfica e mesma lente calcária, no estado de

Goiás, há alta singularidade da fauna de invertebrados cavernícolas. Ainda, considerando apenas os pseudoescorpiões, Schimonsky, Gallão e Bichuette (2013) demonstraram também que em uma mesma região (São Desidério), na mesma bacia hidrográfica (São Francisco), mesma fitofisionomia e lente calcária na Bahia, a dissimilaridade é grande e se considerando os morfotipos das famílias que ocorrem na região. Ambos os estudos ocorrem em locais de latitudes próximas. Isto evidencia a necessidade da utilização de táxons menos inclusivos, mas melhor identificados, nos estudos de comparação entre áreas, uma vez que a diversificação destes evidencia de maneira mais clara a singularidade das áreas, em relação à fauna.

Considerando nossas hipóteses apresentadas *a priori* no presente trabalho, não é possível prever a distribuição dos pseudoescorpiões nas cavernas brasileiras, entretanto verificamos que há influência da litologia na distribuição dos pseudoescorpiões e que há famílias restritas à áreas específicas. Quanto à preferência por substratos, esta não ocorre.

Concluimos que a diversidade apresentada por este grupo taxonômico apresenta alta relevância para a fauna subterrânea do Brasil, uma vez que esta é uma fauna singular para as mais diversas áreas e bastante fragilizada devido às constantes e crescentes ameaças aos habitats subterrâneos, e epígeos também, principalmente devido às pressões de mineradoras e do setor de energia, pela ávida “busca de desenvolvimento” do país a qualquer custo. Esta singularidade e as ameaças iminentes expõe o panorama de que é urgente a necessidade de formação de especialistas neste grupo taxonômico e ainda, é necessária uma revisão dos táxons mais inclusivos, como o gênero *Spelaeochernes*, que está distribuído amplamente no território nacional e é encontrado apenas em cavernas. Com isso, este trabalho é um passo inicial para a especialização neste táxon e pode fornecer subsídios para auxiliar na escolha de áreas prioritárias para conservação.

Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Geomorfologia. 1977. v.52, 1-21 p.
- ALBERTI, G.; PERETTI, A.V. Fine structure of male genital system and sperm in Solifugae does not support a sister-group relationship with Pseudoscorpiones (Arachnida). **Journal of Arachnology**, v.30, p. 268–274, 2002.
- ANDRADE, R. **Estudo da história natural do pseudoescorpião cavernícola *Maxcheres iporangae* (Chernetidae)**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP. Dissertação de Mestrado, 74f. 1999.
- ANDRADE, R. Primeiro registro de Feaellidae (Pseudoscorpiones) para a América do Sul. In: IV Encontro de Aracnólogos do Cone Sul. **Programas e Resumos**. São Pedro, SP. Brasil. 2003.
- ANDRADE, R. **Estudo populacional do pseudo-escorpião cavernícola *Maxcheres iporangae* (Chernetidae, Pseudoscorpiones)**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP. Tese de Doutorado, 126 f. 2004.
- ANDRADE, R.; MAHNERT, V. A new cavernicolous pseudoscorpion of the genus *Spelaeobochica* Mahnert, 2001 (Pseudoscorpiones, Bochicidae) from Brazil (São Paulo State). **Revue Suisse de Zoologie**, v. 110(3), p. 541-546 2003.
- AULER, A.; RUBBIOLI, E.; BRANDI, R. **As grandes cavernas do Brasil**. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Belo Horizonte, 2001. 228 p.
- BAHIA. 2002 Sistemas de Informações Geográficas.
- BARR JR, T. C. Observations on the ecology of caves. **The American Naturalist**. Chicago, v. 101, n. 922, p. 475-491, 1967.
- BEIER, M. Neue Troglobionte Pseudoscorpione aus Mexico. **Ciencia**, México, v. 16, p. 81–85, 1956.
- BEIER, M. Reliktformen in der Pseudoscorpioniden-Fauna Europas. **Memorie della Società Entomologica Italiana**, v. 48, p. 317–323, 1970.
- BICHUETTE, M. E.; RIZZATO, P. P. A new species of cave catfish from Brazil, *Trichomycterus rubbioli* sp. n., from Serra do Ramalho karstic area, São Francisco River basin, Bahia State (Siluriformes: Trichomycteridae). **Zootaxa**, v. 3480, p. 48-66, 2012.
- BICHUETTE, M. E.; TRAJANO, E. Epigean and subterranean ichthyofauna from the São Domingos Karst area, Upper Tocantins River Basin, central Brazil. **Journal of Fish Biology**. British Isles, v. 63, p. 1100-1121, 2003.
- BICHUETTE, M. E.; TRAJANO, E. A new cave species of *Rhamdia* (Siluriformes: Heptapteridae) from Serra do Ramalho, northeastern Brazil, with notes on ecology and behavior. **Neotropical Ichthyology**, v. 3(4), p. 587-595, 2005
- BICHUETTE, M.E.; MONTEIRO-NETO, D.; FERNANDES, C. S.; GALLÃO, J. E. Estudo espeleobiológico do sistema cárstico João Rodrigues, São Desidério, Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32., 2013. Barreiras. **Anais do 32º CBE**. Campinas: SBE, 2013a. p.95-98. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_095-098.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BICHUETTE, M. E.; RANTIN, B.; GALLÃO, J. E.; SENNA-HORTA, L. A fauna subterrânea da porção sul da Serra do Ramalho. **O Carste**. Belo Horizonte, v. 25(1), p.54-57. 2013b.

CECAV, 2014. <http://www.icmbio.gov.br/cecav/> Acessado em 10 jan. 2014.

CHAMBERLIN, J. C.; MALCOLM, D. R. The occurrence of false scorpions in caves with special reference to cavernicolous adaptation and to cave species in the North American fauna (Arachnida - Chelonethida). **American Midland Naturalist**. v. 64, p. 105-115. 1960.

CULLINGFORD, C. H. D. Cave fauna and flora. In: CULLINGFORD, C. H. D. (Ed.). **British Caving, an introduction to speleology**. 2 ed. Routledge and Kegan Paul: London. p. 347-389. 1962.

CULVER, D. C.; PIPAN, T. **The biology of caves and other subterranean habitats**. 2009. Oxford University Press; Oxford (UK). 256 p.

DECOU, A.; DECOU, V. Recherches sur la synusie du guano des grottes d'Olténie et du Banat (Roumanie). (Note préliminaire). **Annales de Spéléologie**. v. 19, p. 781-797. 1964.

FONG, D. W. Intermittent pools at headwaters of subterranean drainage basins as sampling sites for epikarst fauna. In: JONES, W. K.; COORD, W. V.; CULVER, D. C.; HERMAN, J. S. Epikarst. Proceedings of the symposium 1-4 Oct. 2003. **Shepherdstown, Special publication 9**. Charles Town, WV: Karst Waters Institute. 2004. p. 114-188.

GALAN, C. **Biodiversidad, cambio y evolución de la fauna cavernícola del País Vasco**. 2000. Sociedad de Ciencias Arazandi: San Sebastián. 48 p.

GALLÃO, J. E. **Estado de conservação e dados de distribuição da fauna troglóbia brasileira com propostas de áreas prioritárias para proteção**. Dissertação (Mestrado), São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 93 f. 2012.

GALVÃO, A.L.O.; FERREIRA, C. F.; ROSSATO, R. M.; REINO, J. C. R.; JANSEN, D. C.; VILELA, C. V. Breve descrição do patrimônio espeleológico do município de São Desidério – BA. **Revista Brasileira de Espeleologia**. v. 2, n. 1, p. 13-28. 2012.

GNASPINI, P. Análise comparativa da fauna associada a depósitos de guano de morcegos cavernícolas no Brasil. Primeira aproximação. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 33(2), p. 183-192. 1989.

GNASPINI, P.; HOENEN, S. M. Considerations about the troglophilic habit: the cave cricket model. **Mémoires de biospéologie**. v. 26, p. 151-158. 1999.

GNASPINI, P.; TRAJANO, E. Brazilian cave invertebrates, with a check list of troglomorphic taxa. **Revista Brasileira de Entomologia**. v. 38(3/4), p. 549-584. 1994.

GNASPINI, P.; TRAJANO, E. Guano communities in tropical caves. Case study: Brazilian caves. In: WILKENS, H.; CULVER, D. C.; HUMPHREYS, W. F. (Ed.). **Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems**. Elsevier: Amsterdam. 791 p. 2000.

GIRIBET, G.; EDGECOMBE, G.D.; WHEELER, W.C.; BABBITT, C. Phylogeny of the Arachnida and Opiliones: a combined approach using morphological and molecular sequence data. **Cladistics**, v.18, p. 5-70. 2002.

- HAMMER, Ø.; HARPER, DAT.; RYAN, PD. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. v. 4(1): 9p. 2001. [on line] Data de acesso: 12/01/2013 Disponível em URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- HARVEY, M.S. The phylogeny and classification of the Pseudoscorpionida (Chelicerata: Arachnida). **Invertebrate Taxonomy**. v. 6, p. 1373-1435. 1992.
- HARVEY, M. S. The neglected cousins: what do we know about the smaller arachnid orders? **Journal of Arachnology**, v. 30, p. 357-372. 2002.
- HARVEY, M. S. Pseudoscorpions of the World, version 3.0. 2013. Western Australian Museum, Perth. Disponível em: <<http://museum.wa.gov.au/catalogues-beta/pseudoscorpions>>. Acesso em: 10 jan. 2014.
- HARVEY, M.S.; SHEAR, W.A.; HOCH, H. Onychophora, Arachnida, myriapods and Insecta. In: WILKENS, H.; CULVER, D.C.; HUMPHREYS, W.F. (Ed.). **Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems**. Elsevier: Amsterdam. 791 p. 2000.
- HATTORI, N. Fauna subterrânea da Gruta do Enfurnado, sudoeste da Bahia. Monografia, São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 32 p. 2013.
- HEURTAULT, J. Pseudoscorpions. In: JUBERTHIE, C.; DECU, V. (Ed.). **Encyclopaedia biospeologica**. Société de Biospeologie: Moulis and Bucarest. v. 1, p. 185-196. 1994.
- HOFF, C. C. The ecology and distribution of the pseudoscorpions of north-central New Mexico. **Publications in Biology**. University of New Mexico. v. 8, p. 1-68. 1959.
- HOLSINGER, J. R. e CULVER, D. C. The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of Eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. **Brimleyana**. v. 14, p. 1-162. 1988.
- HOWARTH, F. V. The zoogeography of specialized cave animals: a bioclimatic model. **Evolution**. Oklahoma, v.34, n. 2, p. 394-406. 1979.
- JUBERTHIE, C. The diversity of the karstic and pseudo karstic hypogean habitats in the world. In: WILKENS, H.; CULVER, D. C.; HUMPHREYS, W. F. (Ed.). **Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems**. Elsevier: Amsterdam. p. 17-39. 2000.
- JUBERTHIE, C.; DECOU, V. Structure et diversité du domaine souterrain: particularités des habitats et adaptations des espèces. In: _____ (Ed.). **Encyclopaedia Biospeologica**. Tome I. Moulis-Bucarest: Société de Biospeologie, p. 5-22. 1994.
- KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. E. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**. v.13, p. 105-167. 1979.
- KARMANN, I; SANCHEZ, L. E. Speleological provinces in Brazil, In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 9., 1986, Barcelona. p. 151-153.
- KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. 1999. Addison Wesley Educational Publishers, Menlo Park. 624p.
- KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. 1948. Fondo de Cultura Económica. México. 479p.
- LANGECKER, T. G. The effects of continuous darkness on cave ecology and cavernicolous evolution. In: WILKENS, H.; CULVER, D. C.; HUMPHREYS, W.F. (Ed.). **Ecosystems of the World: Subterranean Ecosystems**. Elsevier: Amsterdam. 791 p. 2000.

- LEGG, D. A.; SUTTON, M. D.; EDGEcombe, G. D. Arthropod fossil data increase congruence of morphological and molecular phylogenies. **Nature Communications**. v. 4, 2485. 2013.
- LOBO, H. A. S.; PEREIRA, R. G. F.A.; GODINHO, L. P.; BICHUETTE, M. E.; AMARO, G. H. P.; KARMANN, I. Carste da região de São Desidério (Bahia, Brasil): proteção ambiental e gestão territorial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, 2013. Barreiras. **Anais do 32º CBE**. Campinas: SBE, p.353-362. 2013. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_353-362.pdf>. 10 jan. 2014.
- MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Ed.). **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**. 1ª ed. Brasília, DF. MMA; Belo Horizonte, MG. Fundação Biodiversitas. p. 37. 2008.
- MAHNERT, V. Cave-dwelling pseudoscorpiones (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil. **Revue Suisse de Zoology**. v. 108(1), p. 95-148. 2001.
- MAHNERT, V.; ADIS, J. Pseudoscorpiones. In: ADIS, J. (Ed.). **Amazonian Arachnida and Myriapods**. Pen soft Publishers: Sofia. p. 367-380. 2002
- MAHNERT, V.; ANDRADE, R. Description of a new troglophilous species of the genus *Maxchernes* Feio, 1960 (Pseudoscorpiones, Chernetidae) from Brazil (São Paulo State). **Revue Suisse de Zoologie**. v. 105, p. 771-775. 1998.
- MARTIN, B. The influence of patterns of guano renewal on bat guano arthropod communities. **Cave Research Foundation Annual Report**. p. 24-36. 1977.
- MATTOX, G. M. T., BICHUETTE, M. E., SECUTTI, S., TRAJANO, E. Surface and subterranean ichthyofauna in the Serra do Ramalho karst area, northeastern Brazil, with update lists of Brazilian troglobitic and troglophilic fishes. **Biota Neotropica**, v. 8(4). 2008.
- MORIKAWA, K. Ecological and some biological notes on Japanese pseudoscorpions. **Memoirs of Ehime University** (2B). v. 4, p. 417-435. 1962.
- MORRONE, J. J. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean islands based on panbiogeographic and cladistic analysis of the entomofauna. **Annual Review of Entomology**. v. 51, p. 467-494. 2006.
- MUCHMORE, W.B. New diplosphyronid pseudoscorpions, mainly cavernicolous, from Mexico (Arachnida, Pseudoscorpionida). **Transactions of the American Microscopical Society**, v. 91, p. 261-276. 1972.
- MUCHMORE, W. B. Pseudoscorpionida. In DINDAL, D.L. (Ed.). **Soil biology guide**. John Wiley and Sons: New York. p. 503-527. 1990.
- NEGREA, A.; NEGREA, Ș. Sur la synusie du guano des grottes du Banat (Roumanie). **Travail de l'Institut de Spéologie "Émile Racovitza"**. v. 10, p. 81-122. 1971.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 1979. IBGE, Rio de Janeiro, 422p.
- PALMER, A. N. **Cave geology**. 2007. Cave Books, 454 p.
- PARIZI, G. V. A. Abufelando em São Desidério. **O Carste**. v. 17, n. 1, p. 22-29. 2005.
- PELLEGATTI-FRANCO, F. **Estudo da história natural do grilo cavernícola *Strinatia brevipennis* (Ensifera: phalangopsidae) em laboratório**. Dissertação (Mestrado), São Paulo: Instituto de Biociências USP. 66 p. 1997.

- PIOMAR, G. O. Jr; CURCIC, B. P. M.; COKENDOLPHER, J. C. **Arthropd phoresy involving pseudoscorpions in the past and present**. Acta Arachnologica. v. 47, p. 79-96. 1998.
- POULSON, T. L.; WHITE, W. B. The cave Environment. **Science**. Washington/Cambridge, v. 3897, n. 165, p. 971-980. 1969.
- RATTON, P.; MAHNERT, V.; FERREIRA, R. L. A new cave-dwelling species of *Spelaebochica* (Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Brazil. **Journal of Arachnology**. v. 40, n. 3, p. 274-280. 2012.
- REBOLEIRA, A.S.P.S., ZARAGOZA, J. A., GONÇALVES, F., OROMÍ, P. *Titanobochica*, surprising discovery of a new cave-dwelling genus from southern Portugal (Arachnida: Pseudoscorpiones: Bochicidae). **Zootaxa**, 2681: 1-19. 2010.
- REDDELL, J. R. Spiders and related groups. In: White, W. B. & Culver, D. C. **Encyclopedia of caves**. Elsevier. Waltham, MA, USA. p. 786-797. 2012.
- RUBBIOLI, E. L. São Desidério a fronteira final. **O Carste**. v. 9, n. 3, p. 46-56. 1997.
- SALLUN-FILHO W, KARMANN I, BOGGIANI PC, PETRI S, CRISTALLI P, UTIDA G. A Deposição de Tufas Quaternárias no Estado de Mato Grosso do Sul: Proposta de Definição da Formação Serra da Bodoquena. **Geologia USP Série Científica**. v. 9, p. 47 – 60. 2009.
- SCHIMONSKY, D. M. v.; BICHUETTE, M. E.; MAHNERT, V. First record of Pseudochiridiidae family from South America. **Papéis Avulsos de Zoologia**. 2014. no prelo. 2014.
- SCHIMONSKY, D. M. V.; GALLAO, J. E.; BICHUETTE, M. E. A fauna de pseudoescorpiões cavernícolas de São Desidério, Bahia. In: XXX Congresso Brasileiro de Zoologia, 2014, Porto Alegre. **Anais do XXX Congresso Brasileiro de Zoologia**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Zoologia, 2014. p. 1028-1028.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.L.C. (Ed.) **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 2002. DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP): Brasília. 554 p.
- SCREMIN-DIAS E, POTT VJ, SOUZA PR, HORA RC. Nos Jardins Submersos da Bodoquena. In: **Guia para Identificação das Plantas Aquáticas de Bonito e Região de Bonito/MS**. Editora da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 1999.
- SILVA, M. S.; MARTINS, R. P.; FERREIRA, R. L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity Conservation**. v. 20, p. 1713-1729. 2011.
- SIMÕES, L. B. **Biodiversidade da fauna subterrânea na área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás: relevância versus visibilidade de táxons**. Dissertação (Mestrado), São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. 197 f. 2013.
- SHULTZ, J. W. A phylogenetic analysis of the arachnid orders based on morphological characters. **Zoological Journal of the Linnean Society**. v. 150(2), p. 221–265. 2007.
- TRAJANO E. Agonistic behaviour of *Pimelodella kronei*, tro-globitic catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes: Pimelodidae). **Environmental Biology of Fishes**. v. 30. p. 407-421. 1991.

TRAJANO, E. Ecological classification of subterranean organisms. In: WHITE, W. B.; CULVER, D. C. **Encyclopedia of caves**. Elsevier. Waltham, MA, USA. p. 275-277. 2012.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. **Biologia subterrânea: introdução**. 2006. Redespeleo: São Paulo. 92 p.

WEYGOLDT, P. **The biology of pseudoscorpions**. 1969. Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts. 145 p.

ZEH, J. A.; ZEH, D. W. Sex via the substrate: mating system and sexual selection in pseudoscorpions. In: CHOE, J.; CRESPI, B. J. (Ed.). Social competition and cooperation in insects and arachnids, v. 1. **Evolution of mating system**. Princeton University Press, USA. p. 329-339. 1997.

Apêndice 1

Fotos com exemplos dos substratos que foram amostrados ao longo do trabalho. Substrato inconsolidado (SI) – A, C, D, G, I, J; Rocha (RO) – B, K; Guano (GU) – E, F; Folhiço (FO) – H. (Fotos: Adriano Gambarini (A) e Maria Elina Bichuette (B a K)).

Apêndice 2

Morfotipos encontrados de pseudoscorpiones em relação à litologia e à caverna, nas coletas realizadas no presente trabalho.

Morfotipo	Litologia	Caverna	Município	Estado
Atemnidae sp. 1	Calcário	Caverna Bezerra	São Domingos	GO
Atemnidae sp. 2	Calcário	Caverna Angélica	São Domingos	GO
Atemnidae sp. 3	Arenito	Caverna Boca de Sapo	Itirapina	SP
Atemnidae sp. 4	Calcário	Caverna C09	Pains	MG
Bochicidae <i>Speleobochica muchmorei</i>	Calcário	Caverna Ressurgência das Areias de Águas Quentes	Apiáí	SP
Cheiridiidae sp.	Arenito	Caverna Boca de Sapo	Itirapina	SP
	Calcário	Caverna Santana	Apiáí	SP
Cheiridiidae sp. 1	Calcário	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos II	São Domingos	GO
Cheiridiidae sp. 2	Calcário	Caverna Morro Preto	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Chapéu	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Santana	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Temimina II	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Bonita	Januária	MG
	Calcário	Caverna Olhos d'água	Itacarambi	MG
	Calcário	Caverna Tarimba	Mambai	GO
Cheiridiidae sp. 3	Arenito	Microabrigo	Altamira	PA
Cheiridiidae sp. 4	Calcário	Grua dos Urubus	Vazante	MG
Cheliferidae sp.	Calcário	Grua Santa	Ribeirão Grande	SP
	Calcário	Sistema Russão	Posse	GO
	Calcário	Caverna Imbira/São Mateus	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Calcário	Grua da Sucupira	São Desidério	BA
	Calcário	Grua do Morro dos Tapuias	São Desidério	BA
Cheiriferidae sp. 1	Calcário	Caverna Terra Ronca II	São Domingos	GO

Cheliferidae sp. 2

Cheliferidae sp. 3

Cheliferidae sp. 4

Chernetidae sp.

Chernetidae sp. 5

Chernetidae sp. 6

Maxcheres sp. 1

Maxcheres iporangae

Spelaeochernes sp.

Spelaeochernes altamirae

Spelaeochernes bahiensis

Calcário	Gruta das Palmeiras	São Desidério	BA
Calcário	Gruta do Paulo	São Desidério	BA
Calcário	Caverna Brejões	Morro do Chapéu	BA
Calcário	Caverna Imbira/São Mateus	São Domingos	GO
Arenito	Caverna Pedra da Cachoeira	Altamira	PA
Calcário	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
Arenito	Abrigo da Gravura	Altamira	PA
Calcário	Caverna Doralino I e II	Posse	GO
Arenito	Caverna Kid Bairro	Manoel Viana	RS
Calcário	Caverna Couto	Apiáí	SP
Calcário	Caverna Alambari de Baixo	Apiáí	SP
Arenito Metamorfisado	Caverna Parede Vermelha	Andaraí	BA
Calcário	Caverna Canoá Quebrada	Palmeiras	BA
Calcário	Toca das Corujas	Araripe	CE
Calcário	Caverna Doralino I e II	Posse	GO
Calcário	Caverna Fundo de Quintal I	Mambai	GO
Calcário	Caverna Tarimba	Mambai	GO
Calcário	Gruta da Escarpa	Vazante	MG
Calcário	Gruta Colorida	Ribeirão Grande	SP
Gnaíse	Gruta Quebra Cachorro	Arapeí	SP
Calcário	Cav 002	Arraías	TO
Calcário	Geo 008	Arraías	TO
Arenito	Gruta do China	Altamira	PA
Arenito	Caverna Karaô	Altamira	PA
Calcário	Caverna Bonita	Januária	MG
Calcário	Gruta da Paixão	Andaraí	BA
Calcário	Gruta do Cocho	Carinhanha	BA
Calcário	Gruta do Valdecir	Carinhanha	BA
Calcário	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
Calcário	Gruta da Artemizia	Iraquara	BA
Calcário	Gruta Diva de Maura	Iraquara	BA
Calcário	Gruta Torrinha	Iraquara	BA

Calcário	Gruta Uburana	Iraquara	BA
Calcário	Gruta Manoel Io Io	Iraquara	BA
Calcário	Gruta Natal	Itaetê	BA
Calcário	Lapa do Bode	Itaetê	BA
Calcário	Caverna Canoa Quebrada	Palmeiras	BA
Calcário	Gruta da Sucupira	São Desidério	BA
Calcário	Gruta do Juraci	São Desidério	BA
Calcário	Gruta Sumidouro do Engenho	São Desidério	BA
Calcário	Gruta do Tamanduá	Bonito	MS
Calcário	Gruta Fazenda 3 Cochilos II. Ass. Guaicuros	Bonito	MS
Calcário	Gruta Nossa Senhora Aparecida	Bonito	MS
Calcário	Gruta Pitangueiras	Bonito	MS
Calcário	Gruta Córrego Azul I	Canaã	MS
Calcário	Gruta Córrego Azul II	Canaã	MS
Calcário	Gruta Córrego Azul III	Canaã	MS
Calcário	Gruta do Paiadão III	Canaã	MS
Calcário	Gruta Paredão do Salobra	Canaã	MS
Calcário	Gruta Cafezal	Apiáí	SP
Calcário	Gruta Chapéu Mirim II	Apiáí	SP
Calcário	Gruta Espírito Santo	Apiáí	SP
Calcário	Gruta Monjolinho	Apiáí	SP
Calcário	Caverna Morro Preto	Apiáí	SP
Calcário	Caverna Pescaria	Apiáí	SP
Calcário	Caverna Santana	Apiáí	SP
Gnaíse	Gruta Izabel	Arapeí	SP
Gnaíse	Gruta Rio do Capitão Mor I	Arapeí	SP
Calcário	Caverna Tapagem	Eldorado	SP
Calcário	Gruta Colorida	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Gruta Mãozinha	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Gruta Meninos	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Gruta Santa	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Gruta Tatu	Ribeirão Grande	SP

Spelaeochoernes dubius

Calcário	Gruta de Toquinhas	Rio Branco do Sul	PR
Calcário	Abismo Anhumas	Bonito	MS
Calcário	Gruta Lago Azul	Bonito	MS
Calcário	Gruta Pitangueiras	Bonito	MS
Arenito	Caverna Boca de Sapo	Itirapina	SP
Arenito	Caverna Fazendão	Itirapina	SP
Calcário	Caverna Imbira/São Mateus	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Terra Ronca I	São Domingos	GO
Minério de Ferro	Gruta do Chuveirinho	Caeté	MG
Minério de Ferro	Gruta do Triângulo	Caeté	MG
Minério de Ferro	Gruta da Piedade	Caeté	MG
Quartzito	BR - 09	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 16	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 24	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 25	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 35	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 42	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 45	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 51	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 54	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 56	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 57	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 71	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 75	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 76	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 82	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 83	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 86	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 88	Catas Altas	MG
Quartzito	BR - 89	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 06	Catas Altas	MG

Spelaeochoernes eleonorae

Quartzito	FZ - 12	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 13	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 14	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 17	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 20	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 21	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 27	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 34	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 42	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 49	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 56	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 88	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 97	Catas Altas	MG
Quartzito	Conceição de Ibitipoca	Lima Duarte	MG
Calcário	Loca da Cultura	São Roque de Minas	MG
Calcário	Grua dos Urubus	Vazante	MG
Calcário	Grua Cinco de Ouro	Bodoquena	MS
Calcário	Grua das Fadas	Bodoquena	MS
Calcário	Grua do Curé	Bonito	MS
Calcário	Grua do Mimoso	Bonito	MS
Calcário	Grua do Tamanduá	Bonito	MS
Calcário	Grua Nossa Senhora Aparecida	Bonito	MS
Calcário	Grua São Mateus	Bonito	MS
Arenito	Caverna Sertãozinho de Cima	Altinópolis	SP
Calcário	Grua Capelinha	Eldorado	SP
Calcário	Grua Chapéu	Apiáí	SP
Calcário	Caverna Temimina II	Apiáí	SP
Calcário	Grua Detrás	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Grua Jane Mansfield	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Grua Minotauro	Ribeirão Grande	SP
Calcário	Grua do Brejinho	Araripe	CE

Spelaeochoernes gracilipalpus

Spelaeochoernes pedroi

Calcário	Caverna Fundo de Quintal I	Mambai	GO
Calcário	Caverna Tarimba	Mambai	GO
Calcário	Gruta dos Revolucionários	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos II	São Domingos	GO
Calcário	Gruta dos Revolucionários	São Domingos	GO
Calcário	Gruta Chapéu	Apiá	SP
Calcário	Caverna Temimina I	Apiá	SP
Calcário	Caverna Temimina II	Apiá	SP
Calcário	Gruta da Sucupira	São Desidério	BA
Calcário	Gruta das Palmeiras	São Desidério	BA
Calcário	Caverna Bezerra	São Domingos	GO
Calcário	Caverna São Bernardo	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Terra Ronca I	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos I	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos II	São Domingos	GO
Calcário	Caverna Buraco da Sopradeira	São Desidério	BA
Calcário	Gruta das Palmeiras	São Desidério	BA
Calcário	Caverna Ressurgência da Sopradeira	São Desidério	BA
Calcário	Caverna Buraco do Bicho	Bodoquena	MS
Arenito Metamorfisado	Caverna Parede Vermelha	Andaraí	BA
Arenito Metamorfisado	Gruta Cantinho	Andaraí	BA
Calcário	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
Minério de Ferro	Gruta da Piedade	Caeté	MG
Quartzito	FZ - 24	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 27	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 34	Catas Altas	MG
Quartzito	FZ - 38	Catas Altas	MG
Calcário	Gruta do Valdecir	Carinhanha	BA
Calcário	Caverna Olhos d'água	Itacarambi	MG
Calcário	Caverna Olhos d'água	Itacarambi	MG
Calcário	Caverna Ressurgência das Areias de Águas Quentes	Apiá	SP
Calcário	Caverna Santana	Apiá	SP

Chthoniidae sp.

Chthoniidae sp. 1

Chthoniidae sp. 2

Chthoniidae sp. 3

Chthoniidae sp. 4

Chthoniidae sp. 5

Chthoniidae sp. 6

Chthoniidae sp. 7

Chthoniidae sp. 8

Chthoniidae sp. 9

Chthoniidae sp. 10

Chthoniidae sp. 11

Pseudochthonius sp.

Pseudochthonius biseriatus

Pseudochthonius strinatii

Geogarypidae sp. 1 Ideoroncidae sp.	Calcário	Caverna Tapagem	Eldorado	SP
	Quartzito	FZ - 94	Catas Altas	MG
	Calcário	Caverna C6A	Pains	MG
	Calcário	Caverna C09	Pains	MG
	Calcário	Caverna C10	Pains	MG
	Calcário	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
Ideoroncidae sp. 1 Ideoroncidae sp. 2 Ideoroncidae sp. 3 <i>Ideoroncus cavicola</i> <i>Ideoroncus setosus</i> Olpiidae sp.	Calcário	Grua do Baio	Iraquara	BA
	Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos I	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna Buraco do Cão	Seabra	BA
	Quartzito	FZ - 10	Catas Altas	MG
	Calcário	Caverna Alambari de Baixo	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Desmoronada	Apiáí	SP
Olpiidae sp. 2	Calcário	Caverna Terra Ronca I	São Domingos	GO
	Arenito	Abrigo Kararáô	Altamira	PA
	Calcário	Sistema Russão	Posse	GO
Olpiidae sp. 3	Arenito	Caverna Leonardo da Vinci	Altamira	PA
	Calcário	Grua da Altina	Carinhanha	BA
	Calcário	Grua do Cocho	Carinhanha	BA
Olpiidae sp. 7 <i>Progarypus</i> sp.	Calcário	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna Bezerra	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna Sumidouro do São Domingos II	São Domingos	GO
	Calcário	Caverna As Pombinhas	Crato	CE
	Calcário	Caverna Bem Bom	Carinhanha	BA
	Calcário	Grua Água Fina	Carinhanha	BA
<i>Progarypus lilae</i> <i>Progarypus nigrimanus</i>	Calcário	Grua da Altina	Carinhanha	BA
	Calcário	Caverna Angélica	São Domingos	GO
	Calcário	G - 13	Pains	MG
<i>Progarypus setifer</i>	Calcário	Caverna Brejões	Morro do Chapéu	BA
	Calcário	Caverna Anta Magra	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Santana	Apiáí	SP
	Calcário	Caverna Bonita	Januária	MG
	Calcário	Caverna Boquete	Januária	MG

<i>Pseudochiridiidae</i>	Calcário	Caverna Janelão	Januária	MG
<i>Pseudocheiridium insulae</i>	Calcário	Caverna Lapa da Manga I	São Desidério	BA
Syariniidae sp.	Arenito Metamorfisado	Caverna Parede Vermelha	Andaraí	BA
	Arenito Metamorfisado	Gruta Cantinho	Andaraí	BA
	Arenito Metamorfisado	Gruta Lava Pé	Andaraí	BA
<i>Nannobisium beieri</i>	Arenito	Caverna Pedra da Cachoeira	Altamira	PA

Apêndice 3. Análise NPMANOVA, par a par para as áreas cársticas em relação às famílias de pseudoescorpiões. Os valores em vermelho são significativos.

	AÇUNGUI	ALTAMIRA- ITAITUBA	BAMBUÍ (S.DES)	BAMBUÍ (S.RAM)	BAMBUÍ- GT	BAMBUÍ- MGN	BAMBUÍ- MGO	BAMBUÍ- MGS
ALTAMIRA- ITAITUBA	0,0492							
BAMBUÍ (S. DES)	0,0022	0,1088						
BAMBUÍ (S.RAM)	0,0018	0,2447	0,007					
BAMBUÍ-GT	0,038	0,4895	0,2839	0,029				
BAMBUÍ-MGN	0,0025	0,3536	0,0126	0,6818	0,0747			
BAMBUÍ-MGO	0,7753	0,5786	0,1453	0,0961	0,3954	0,1383		
BAMBUÍ-MGS	0,0658	0,4476	0,0495	0,0827	0,2141	0,0775	0,4898	
BOTUCATU	0,6775	0,2806	0,0339	0,0308	0,1284	0,027	1	0,2112
CORUMBÁ	0,0712	0,0009	0,0002	0,0002	0,0009	0,0003	0,2056	0,0032
EXU	0,6125	1	0,1865	0,3249	0,5398	0,3162	1	0,5359
IRECÊ-NORTE	0,0372	0,6126	0,7065	0,1422	0,4785	0,2675	0,3352	0,3329
IRECÊ-SUL	0,498	0,1691	0,0133	0,0041	0,0317	0,0074	0,4168	0,1915
PARAÍBA_DO_SUL	0,5344	0,2584	0,0607	0,0363	0,0758	0,0271	0,4006	0,2839
QF	0,0239	0,0598	0,2559	0,023	0,179	0,0411	0,3232	0,0845
QZ1	0,1075	0,004	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,2442	0,0044
TOMBADOR	0,0023	0,0436	0,0352	0,0336	0,0049	0,0552	0,0999	0,0193
UMA-UTINGA	0,5417	0,2516	0,0639	0,0375	0,0785	0,0265	0,3936	0,2962

Apêndice 3. Análise NPMANOVA, par a par para as áreas cársticas em relação às famílias de pseudoscorpíões. Os valores em vermelho são significativos.

	BOTUCATU	CORUMBÁ	EXU	IRECÊ-NORTE	IRECÊ-SUL	PARAÍBA DO SUL	QF	QZ1	TOMBADOR
ALTAMIRA-ITAITUBA									
BAMBUÍ (S. DES)									
BAMBUÍ (S.RAM)									
BAMBUÍ-GT									
BAMBUÍ-MGN									
BAMBUÍ-MGO									
BAMBUÍ-MGS									
BOTUCATU									
CORUMBÁ	0,3468								
EXU	0,7175	0,2896							
IRECÊ-NORTE	0,066	0,0168	0,2928						
IRECÊ-SUL	1	0,2889	0,5323	0,0863					
PARAÍBA DO SUL	1	1	1	0,0999	1				
QF	0,0897	0,0084	0,1582	0,0717	0,0504	0,1295			
QZ1	0,4079	0,749	0,0677	0,0159	0,6544	0,8881	0,0045		
TOMBADOR	0,0296	0,0023	0,0977	0,1038	0,0071	0,1063	0,0573	0,0011	
UMA-UTINGA	1	1	1	0,1018	1	1	0,1592	0,8822	0,0968

Anexo 1

Artigo submetido à revista Papéis Avulsos de Zoologia. Formatado de acordo com as normas da revista.

First record of the family Pseudochiridiidae (Arachnida, Pseudoscorpiones) for continental South America – a record from a Brazilian cave

First record Pseudochiridiidae family from South America

Diego Monteiro von Schimonsky¹, Maria Elina Bichuette¹ & Volker Mahnert²

¹ Laboratório de Estudos Subterrâneos – DEBE – UFSCar, Via Washington Luís, km 235, Caixa Postal 676, CEP 13565-905, São Carlos, São Paulo, Brasil

² Muséum d'histoire naturelle, Ville de Genève, case postale 6434, CH-1211 Geneva 6, Switzerland

ABSTRACT

The first occurrence of the pseudoscorpionid family Pseudochiridiidae, represented by *Pseudochiridium insulae* Hoff, 1964, in continental South America, and more specifically in a Brazilian cave, is noticed herein. The female specimen has been found in the Lapa da Manga cave (Bahia, northeastern Brazil) and is compared to specimens from Florida and Dominican Republic. The recent distribution of the family is emphasized and its possible Gondwanan origin shortly discussed.

Key-words: Arachnida, Brazil, Gondwanan, São Desidério, Subterranean environment

RESUMO

A primeira ocorrência de pseudoescorpiões da família Pseudochiridiidae, representado por *Pseudochiridium insulae* Hoff, 1964, na América do Sul e, mais especificamente em uma caverna brasileira, é apresentada aqui. Uma fêmea foi encontrada na caverna Lapa da Manga (Bahia, nordeste do Brasil) e foi comparada com espécimes da Florida e da República Dominicana. A distribuição recente desta família é enfatizada e sua possível origem gondwânica brevemente discutida.

Palavras-chave: Ambiente subterrâneo, Arachnida, Brasil, Gondwana, São Desidério

INTRODUCTION

The small pseudoscorpion family Pseudochiridiidae Chamberlin, 1923 comprises two genera and 12 extant species recorded from Asia, southern and eastern Africa, North America (Florida) and Caribbean Islands (Dominican Republic and Cuba), one unidentified species is mentioned for the fauna of Mexico. One fossil species has been described from the Dominican amber by Judson (2007), who predicted also the presence of this family in South America. Knowledge on their biology or on their main habitats is poor, they have been found in leaf litter, dead wood, under tree bark, in caves and in nests of birds and mammals (Judson, 2007).

From about 3,800 species of pseudoscorpions (Harvey, 2013), at least 400 species in 15 families occur in cave habitats (Reddell, 2012). The families Chernetidae, Chthoniidae and Neobisiidae are the most representatives for this environment, contributing with the majority of species (Reddell, *op cit.*). In Brazil, we have 168 named species, in 16 families (including Feaellidae and Pseudochiridiidae). Other families recorded from Brazil are Atemnidae, Bochicidae, Cheiridiidae, Cheliferidae, Garypinidae, Geogarypidae, Ideoroncidae, Lechyiidae, Syarinidae, Olpiidae, Tridenchthoniidae and Withiidae besides those already mentioned, excluding Neobisiidae (Mahnert, 2001; Andrade, 2003; Harvey, 2013). These data are certainly incomplete being the consequence of the absence of specialists working on this group in Brazil.

To our knowledge, 29 species of pseudoscorpions representing 11 families have been recorded from Brazilian caves, including the species treated here. (Bochicidae, Cheiridiidae, Chernetidae, Chthoniidae, Feaellidae, Ideoroncidae, Lechyiidae, Olpiidae, Pseudochiridiidae, Syarinidae, Tridenchthoniidae (Mahnert 2001; Andrade, 2003; Andrade, R., V. Mahnert, 2003; Ratton et al., 2012)

In the last decade, the collections in Brazilian caves increased considerably, mostly in areas with mining and hydroelectrical ventures, extending the distribution of many families. Even with these considerable increasing of samples, few data focused the distribution of pseudoscorpions, becoming this group relatively neglected and moreover, the record of a family so restricted to other areas contributed to new insights about the biogeography of this family.

We present in here new data about the distribution of Pseudochiridiidae family, recorded for a karst area from northeastern Brazil, São Desidério region (Fig. 1). This region, with a typical semi-arid climate, is a new high diversity area for cave species, with few studies until now and represents an interesting transition between humid phytophysionomies and dryer environments (Nimer, 1979), which led to the isolation of many animals. We recorded 23 specimens in caves located in this area, belonging to five families of pseudoscorpions (Atemnidae, Cheliferidae, Chernetidae, Chthoniidae e Olpiidae) and only one specimen of the new record for Brazil, the Pseudochiridiidae family.

MATERIAL AND METHODS

The specimen was collected in Lapa da Manga cave, in the city of São Desidério, in Bahia state, northeastern Brazil, by active search, using tweezers and brushes. It is preserved in 70% Ethanol. We use these abbreviations for female (£) and for male (\$). The photography was taken with Moticam mounted on a Motic stereomicroscopy. The map was produced on Quantum Gis 2.0.1.

The specimen was mounted on a temporary slide, in glycerine, and studied under a Nikon Optiphot compound microscope, drawings were done with a Nikon drawing tube. The specimen and dissected parts (legs I and IV, pedipalp, chelicera) are conserved together in alcohol. Trichobothrial nomenclature follows Chamberlin (1931).

The studied specimen is deposited in the collections of the Museum of Zoology of São Paulo University (MZUSP, 56004).

RESULTS

Pseudochiridium insulae Hoff, 1964

Specimens examined: Brasil, Bahia, Lapa da Manga I, São Desiderio, 05.XI.2008, leg. M.E.Bichuette, T.L.C.Scatolini & D.R.Pedroso: 1£ (MZUSP 56004). Fig. 2.

Description

Carapace and pedipalps yellowish brown, tergites lightbrown. Carapace 0.9 times longer than broad, coarsely granular, setae leaf-like, about 40 setae (4 on anterior, 7 on posterior margin, no eyespots or

eyes; two distinct transverse furrows, subbasal one closer to posterior margin than to median furrow. Posterior margin of carapace and tergites chevroned (posterior ones more distinctly than anterior ones), divided, granular (granules smaller than on carapace), setae leaf-like, chaetotaxy of half-tergites (left/right): 4/4–3/5–6/4–6/6–7/6–7/7–7/7–6/6–8/7–7/7–13 (total) (XI not visible in dorsal view); manducatory process with 3 short and acute setae, pedipalpal coxa granular, 8 setae (clavate), coxa I 5, II 8, III 13, IV about 44; coxa IV (Fig. 3A) with a long posterior extension (length: breadth 1.19 ; length 0.19 mm, breadth 0.175 mm); sternite II (anterior genital sternite) with a elongate field of about 15 short acute setae (along mid-line), chaetotaxy of half-sternites III–XI (left/right): 2/3–4/4–8/8–9/9–9/9–7/7–6/6–6/6–7 (total); setae on anterior sternites acute, on IX–XI clavate (nearly leaf-like); genital organ not observed. Anal cone with 2 dentate dorsal and 2 acute ventral setae. Pleural membranes striate with acute granula.

Chelicera with 5 smooth setae on hand, *isb* long and thicker than other ones, *es* short; fixed finger with 3 retrorse teeth, movable finger with a cone-like subapical lobe, seta near base of claw and reaching to tip of galea; galea divided in two branches, one with tiny apical fork, the second one with 2 apical/subapical teeth and a cone-like branchlet near base, serrula exterior with 14 lamellae, rallum with 3 setae, the anterior one dentate and thicker.

Pedipalps (Fig. 3B) coarsely granular (breadth measured at base of granula, see Judson, 2007), setae short and dentate-clavate; femur abruptly enlarged, distally tapering, 3.1 times longer than broad, patella 2.3 times, club 1.7 times, hand with pedicel 1.7 times, chela with pedicel 3.1 times, without pedicel 2.9 times longer than broad, hand with pedicel 1.21 times longer than finger; fixed finger with 25, movable finger with 24 low teeth. Trichobothria 12 (8+4)(Fig. 3C): *isb* distal to *esb*, *est* halfway between *eb* and *et*, *ist* indistinctly nearer to *est* than to *et*; *sb* on movable finger halfway between *b* and *st*, *st* distinctly closer to *t* than to *sb*. Thin venom ducts observable in both fingers, reaching to *et* or level of it.

Leg I: femur 1.3 times longer than deep, patella 1.75 times longer than deep and 1.27 times longer than femur, tibia 2.6 times, tarsus 4.4 times longer than deep; leg IV: femur+patella with oblique suture (dorsal noth present), 3.6 times longer than deep, tibia 3.4 times, tarsus 5.2 times longer than deep; arolia

undivided, as long as the smooth claws. Tarsi carrot-like, ventral face in distal third with tiny dense hispid ornamentation.

Measurements in mm. Total length 1.16. Carapace (length/breadth) 0.40/0.42. Pedipalps: femur 0.31/0.10, patella 0.26/0.11, hand with pedicel 0.25/0.15, length of pedicel 0.03, of finger 0.21, of chela with pedicel 0.46. Leg I (length/depth): femur 0.09/0.07, patella 0.11/0.06, tibia 0.13/0.05, tarsus 0.17/0.04; leg IV: femur+patella 0.27/0.07, tibia 0.19/0.06, tarsus 0.20/0.04).

Affinities

With some hesitations, we consider this unique female as conspecific with *P. insulae* Hoff, 1964, since the pedipalpal measurements and proportions and some other taxonomic characters correspond well to those of the two specimens of the type series of this species (holotype £, paratype \$). It corresponds in these characters also well to the unique specimen of the species recorded from the Dominican Republic (Judson, 2007). But it differs from the description of *P. insulae* (Hoff, 1964) in following characters: higher number of setae on posterior margin (4 in *insulae* vs 7 in the specimen from Brasil), higher number of setae on tergites (4-6-6-8-10... in *insulae* vs 8-8-10-12-13-14...); setae on pedipalps long and strongly clavate in *insulae*, shorter and less evident in the specimen from Brazil; hand of chelicera with 4 well developed setae (*es* extremely tiny or absent) in *insulae* vs hand with 5 setae (*es* short, but obvious); transverse furrows on carapace very poorly marked in *insulae* vs presence of two evident furrows.

The specimen from Dominican Republic shows a chaetotaxy of carapace and tergites nearly identical to those of *insulae* (tergites: 4-4-4-6-6-8....), but the presence of two evident transverse furrows on the carapace.

Since *P. insulae* is known only from two specimens from Florida (USA), one from Dominican Republic, two from Cuba, and only one specimen is available from the Brazilian cave, we ignore if these differences in chaetotaxy and carapacial morphology are undergoing intraspecific variation or if they might indicate specific differences. More specimens from Brazil and re-examination of the type specimens of *P. insulae* are indispensable to clarify this question.

DISCUSSION

Harvey (1996a, b) postulated Gondwanan affinities for 12 pseudoscorpion families, but not for Pseudochiridiidae. A recent publication enforces this postulate for Feaellidae, since Andrade (2003) recorded an undescribed species of *Feaella* (*Difeaella*) from Brazil (São Paulo), a tritonymph of Feaellidae is housed in the collections of the Museu de Zoologia, São Paulo (M. S. Harvey, in litt.). The family occurs in northwestern Australia, Bangladesh, India, Sri Lanka, Seychelles, sub-Saharan Africa (Harvey, 1996b, Fig. 3) and Brazil.

Some pseudoscorpion genera seem to show restricted distribution to two Gondwanan fragments only, e.g. *Pseudochthonius* Balzan (Chthoniidae) (central and western Africa; South America east of the Andean cordillera and north to Mexico) (Harvey, 1996a) or *Nannobisium* Beier (Syrinidae) (western Africa; Amazonian Brazil, Jamaica) (Mahnert, 1979).

Pseudochiridiidae are recorded in 2 genera and 13 species from Asia (Birma, Indonesia, India, Malaysia, Nepal, Philippines, Nicobar), Madagascar, Seychelles (Aldabra), sub-Saharan Africa (Chad, Kenya, South Africa, Tanzania, Zaïre), and Central and South America (Dominican Republic, Cuba, Florida, Mexico; Brazil) (Harvey, 2013; Díaz & Barroso, 2013), showing in this way the distribution pattern of possible Gondwanan origin. Furthermore, a secondary dispersion should explain the occurrence of *Pseudochiridium* in Florida.

P. insulae individual was collected in a cave located in a singular karst area from northeastern Brazil surrounded by a transition of dry vegetation and cerrado phytophysionomies with a remainder of Atlantic Forest (Nimer, 1979). This mosaic of vegetation is result of many ancient climatic variations, also recorded in the limestone rocks of São Desidério Karst area, where probably occur faunal isolation, caused by altimetric variation on the water table (Ford & Williams, 2007) working like a physical barrier. All these aspects could isolate the cave fauna, including the Pseudochiridiidae species.

Even with this isolation in so restricted habitat, and this not expected distribution (a typical continental distribution), we did not consider the observed variations in morphometry of *P. insulae* enough to propose a new species.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to T.L.C. Scatolini and D. R. Pedroso for helpful fieldwork, to Peter Schwendinger and Ricardo Pinto-da-Rocha for the support in exchange of the analysed material. First and second authors are still grateful to FAPESP, CAPES and Postgraduate Program of Comparative Biology - FFCLRP-USP. ICMBIO for collection permission.

REFERENCES

- Andrade, R. 2003. Primeiro registro de Feaellidae (Pseudoscorpiones) para a América do Sul. In: IV Encontro de Aracnólogos do Cone Sul. *Programas e Resumos*. São Pedro, SP. Brasil.
- Andrade, R., Mahnert, V. 2003. *Spelaeobochica muchmorei sp.n., a new cavernicolous pseudoscorpion (Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Brazil (São Paulo State)*. Revue suisse de Zoologie 110. 541-546.
- Ceballos, A. 2004. Pseudoscorpionida. In: Llorente Bousquets, J., Morrone, J.J., Yanez Ordonez, O. & Vargas Fernandez, I. (Eds). *Biodiversidad, taxonomia y biogeografia de Arthropodos de México*. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 4. 417-429.
- Dias, R. B. & Barroso, A. A. 2013. *First record of the family Pseudochiridiidae (Arachnida: Pseudoscorpiones) from Cuba*. Acta Zoológica Mexicana. 29(3). 696-700.
- Ford, D. & Williams, P. 2007. *Karst hydrogeology and geomorphology*. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, USA. 562.
- Harvey, M.S. 1996a. *The biogeography of Gondwanan pseudoscorpions (Arachnida)*. Revue suisse de Zoologie. hors série. 255-264.
- Harvey, M.S. 1996b. Small arachnids and their value in Gondwanan biogeographic studies. In: Hopper, D.S. et al. (eds.): *Gondwanan heritage: past, present and future of the Western Australian biota*. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton. 155-162.
- Harvey, M.S. 2013. *Pseudoscorpions of the World*, version 3.0. Western Australian Museum, Perth. <http://museum.wa.gov.au/catalogues-beta/pseudoscorpions> . Access in: November/2013.

- Hoff, C. C. 1964. *A new pseudochiridiid pseudoscorpion from Florida*. Transactions of the American Microscopical Society. 83(1). 89-92.
- Judson, M.L.I. 2007. *First fossil record of the pseudoscorpion family Pseudochiridiidae (Arachnida, Chelonethi, Cheiridioidea) from Dominican amber*. Zootaxa. 1393. 45-51.
- Mahnert, V. 1979. *Pseudoscorpione (Arachnida) aus dem Amazonas-Gebiet (Brasilien)*. Revue suisse de Zoologie. 86(3). 719-810.
- Mahnert, V. 2001. *Cave-dwelling pseudoscorpions (Arachnida, Pseudoscorpiones) from Brazil*. Revue Suisse de Zoologie. 108(1). 95-148.
- Murienne, J.; Harvey, M. S. & Giribet, G. 2008. *First molecular phylogeny of the major clades of Pseudoscorpiones (Arthropoda: Chelicerata)*. Molecular Phylogenetics and Evolution. 49. 170-184.
- Nimer, E. 1979. *Climatologia do Brasil*. SUPREN/IBGE. Volume 4
- Reddell, J. R. 2012. Spiders and related groups. In: White, W. B. & Culver, D. C. *Encyclopedia of caves*. Elsevier. Waltham, MA, USA. 786-797.
- Ratton, P., Mahnert, V & Ferreira, R. L. 2012. *A new cave-dwelling species of Spelaeobochica (Pseudoscorpiones: Bochicidae) from Brazil*. Journal of Arachnology 40. 274-280.

Figure captions

FIGURE 1: Location of Lapa da Manga cave in Bahia State, Brazil, South America.

FIGURE 2: Photo from collected specimen of *Pseudochiridium insulae* Hoff, 1964 ♀.

FIGURE 3: A: Coxa IV (setae on coxae III and left coxa IV omitted); B: Left pedipalp; C: Trichobothrial pattern on chelal fingers. Scale unit 0.1 mm.

FIGURE 1

FIGURE 2

FIGURE 3