

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

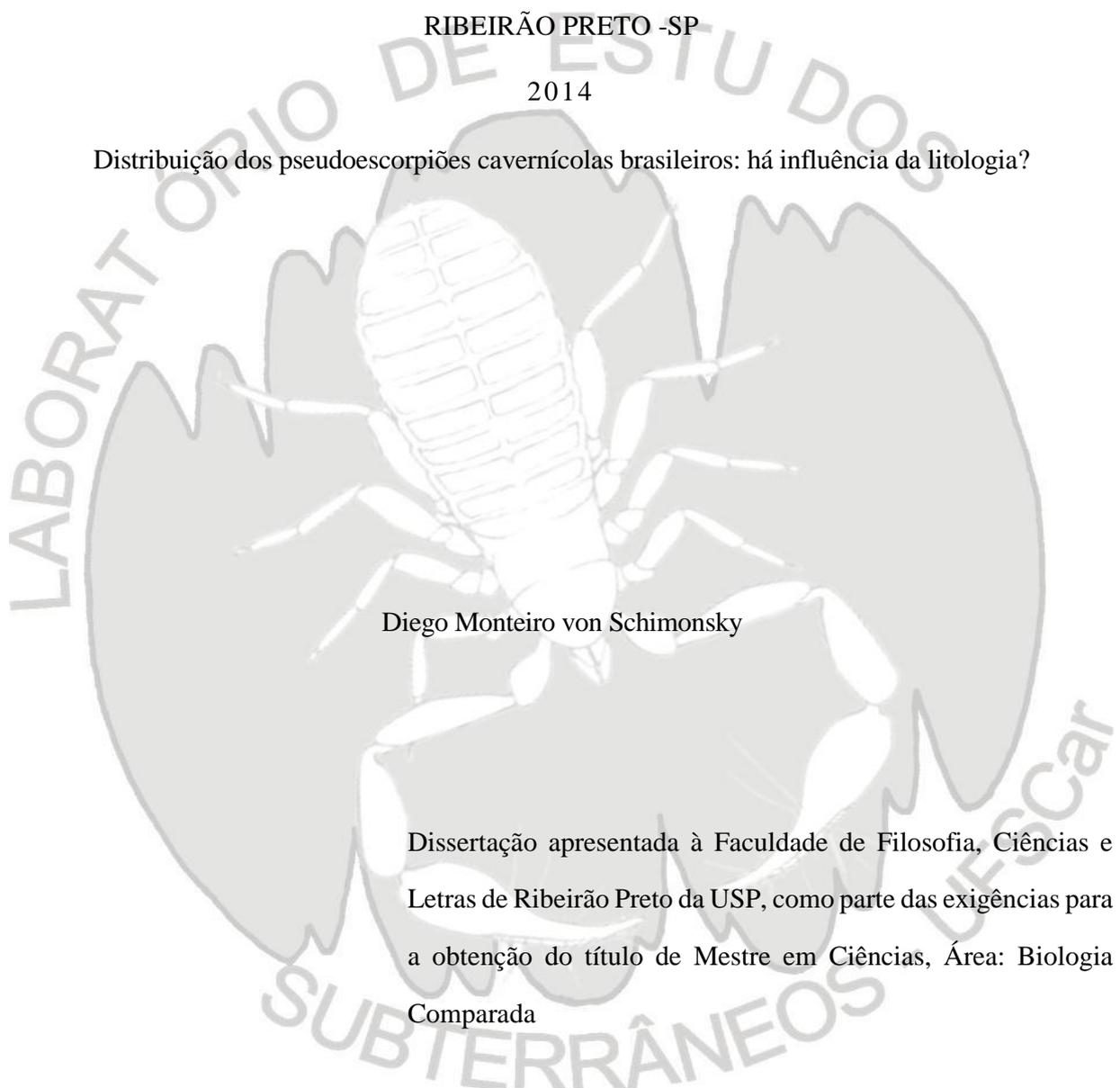
RIBEIRÃO PRETO -SP

2014

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



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 REDUZIDA]

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:

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

Albert Einstein

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: troglógenos - 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 troglógenos. 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 troglógenos 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.

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 folhíço, 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).

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

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 troglógenos 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, *Maxchernes 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. iuiu* RATTON, MAHNERT e FERREIRA, 2012.

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 – Conclusão

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.

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 *Maxchernes iporangae* (Chernetidae)**. São Paulo: Instituto de Biociências da USP. Dissertação de Mestrado, 74f. 1999.
- ANDRADE, R. Primeiro registro de Feallidae (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 *Maxchernes 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. Epigeal 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 trogliphilic 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 Gruna 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 espeleológicas 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, Ş. Sur la synusie du guano des grottes du Banat (Roumanie). **Travail de l'Institute 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 *Spelaeobochica* (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 Séria 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.