



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

GALLO, J.S.; BICHUETTE, M.E. Fotofobia em piolhos-de-cobra (Diplopoda, Spirostreptida) de cavernas brasileiras – um caráter que se mantém ao longo do tempo. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.720-726. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_720-726.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

FOTOFOBIA EM PIOLHOS -DE- COBRA (DIPLOPODA, SPIROSTREPTIDA) DE CAVERNAS BRASILEIRAS – UM CARÁTER QUE SE MANTÉM AO LONGO DO TEMPO

*PHOTOPHOBIA IN PIOLHO-DE-COBRA (DIPLOPODA, SPIROSTREPTIDA) FROM BRAZILIAN CAVES
- A CHARACTER THAT PERSISTS OVER TIME*

Jéssica Scaglione GALLO (1,2); Maria Elina BICHUETTE (1,3)

- (1) Laboratório de Estudos Subterrâneos, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos- SP.
- (2) Programa de Pós-graduação em Biologia Comparada, Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto- SP.
- (3) Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (GBPE), Belo Horizonte- MG.

Contatos: jessicagallo@gmail.com; lina.cave@gmail.com.

Resumo

A ausência permanente de luz é uma das características mais importantes do ambiente subterrâneo, pois impossibilita a orientação visual da fauna e tem como consequência a perda de sincronizadores de atividades fisiológicas e comportamentais dependentes de informações luminosas. Assim, diversas espécies hipógeas e epígeas passaram a ser estudadas em relação ao seu comportamento de reação à luz. Este estudo teve como objetivo analisar o comportamento fototático diurno e noturno de diplópodes *Pseudonannolene* pelo método de câmara de escolhas com a espécie troglófila *Pseudonannolene nitens*, e a espécie troglóbia não descrita *Pseudonannolene* sp. "São Vicente II". Ambas espécies foram fotofóbicas sendo esse caráter considerado plesiomórfico para o grupo, pois se mantém mesmo sob o regime evolutivo subterrâneo. Estudos comportamentais como este contribuem para o conhecimento e compreensão da biologia dos diplópodes no meio subterrâneo. Também são base teórica para medidas de conservação, pois um dos atributos para relevância máxima de proteção para uma cavidade, é a presença de interações ecológicas únicas e estudos comportamentais são o caminho para encontrar essas interações.

Palavras-Chave: Myriapoda; hipógeo; comportamento, reação a luz.

Abstract

*The absence of light is one of the most important characteristics of the subterranean environment, since it impedes the visual orientation of the fauna and has as consequence the loss of synchronizers of physiological and behavioral activities dependent on luminous information. Thus, several hypogean and epigeal species have been studied in relation to their behavior of reaction to light. This study aimed to analyze the diurnal and nocturnal phototactic behavior of *Pseudonannolene* millipedes using the chamber choice method with the species *Pseudonannolene nitens* (troglophilic), and the not described species *Pseudonannolene* sp. "São Vicente II". Both species were photophobic and this character is considered plesiomorphic for the group, because it remains even under the subterranean evolutionary regime. Behavioral studies like this contribute to the knowledge and understanding of the biology of millipedes in the subterranean environment. They are also theoretical basis for conservation measures, since one of the attributes for maximum protection relevance for a cavity is the presence of unique ecological interactions and behavioral studies are the way to find these interactions*

Keywords: Myriapoda; hypogean; behavior; light reaction.

1. INTRODUÇÃO

A ausência permanente de luz é uma das características mais importantes do ambiente subterrâneo, pois impossibilita a orientação visual da fauna e tem como consequência a perda de sincronizadores de atividades fisiológicas e comportamentais dependentes de informações luminosas (CULLINGFORD, 1962). Desse modo,

diversas espécies hipógeas e epígeas passaram a ser estudadas em relação ao seu comportamento de reação à luz. Tal comportamento pode variar de uma resposta fotonegativa (evitando luz, fotofobia), indiferença a luz e uma resposta fotopositiva (atração à luz) (eg. PARK et al. 1941, TRAJANO; SOUZA, 1994, MORACCHIOLI, 1994, TRAJANO; GERHARD, 1997, BICHUETTE;

TRAJANO, 1999, BESSA; TRAJANO; 2001; BICHUETTE, 2003, BOROWSKY, 2011, RANTIN; BICHUETTE, 2013; FIŠER et al. 2016; GALLO; BICHUETTE, 2017), sendo que os animais subterrâneos fotonegativos quase sempre apresentam parentes epígeos também fotonegativos (PARZEFALL, 1986). Segundo Langecker (1992), a resposta fotonegativa apresentada por essas espécies epígeas poderia ser considerada um comportamento que facilita a utilização do ambiente subterrâneo como extensão de seu habitat, de modo que as populações com essa característica possam naturalmente se estabelecer nesses ambientes (LANGECKER, 1992).

Assim sendo, para diplópodes, um grupo frequentemente encontrado no meio subterrâneo, há estudos de reação à luz com espécies das ordens Julida Brandt, 1833, Polydesmida Leach, 1815 e Spirostreptida Brandt, 1833 (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1951, TOYE, 1966, MCKILLUP, 1988, GALLO; BICHUETTE, 2017) em que a maioria dos diplópodes apresentou comportamento fotonegativo. Os Spirostreptida encontrados no ambiente subterrâneo pertencem majoritariamente ao gênero *Pseudonannolene* Silvestri, 1895 (Pseudonannolenidae Silvestri, 1895), são neotropicais (SCHUBART, 1944, MAURIÈS, 1987, INIESTA; FERREIRA, 2014) e em sua maioria são considerados troglófilos (TRAJANO, 1987), isto é, organismos que podem estabelecer populações fonte tanto no meio epígeo quanto no meio subterrâneo, podendo ter fluxo gênico entre essas populações (TRAJANO; CARVALHO, 2017).

Atualmente sabe-se de 60 espécies descritas de *Pseudonannolene* das quais 25 ocorrem no ambiente subterrâneo e três são consideradas troglóbias (INIESTA; FERREIRA, 2014, ENGHOFF et al. 2015), isto é, restritas ao ambiente subterrâneo, incapazes de estabelecer populações fonte no ambiente epígeo (TRAJANO; CARVALHO, 2017). São consideradas troglóbias: *P. spelaea* Iniesta e Ferreira 2013, do Estado do Pará, *P. ambuatinga* Iniesta e Ferreira 2014 e *P. lundi* Iniesta e Ferreira 2015, ambas do Estado de Minas Gerais. Essas espécies apresentam despigmentação melânica, redução no número de ocelos e diminuição no tamanho do corpo, características consideradas troglomórficas para o grupo em comparação com as espécies não-troglóbias (INIESTA e FERREIRA 2015). Além disso, *P. ambuatinga* e *P. spelaea* estão na lista de espécies ameaçadas de extinção nas categorias Criticamente em Perigo (CR) e Em Perigo (EN), respectivamente (CHAGAS-JR et al. 2018 a,b) o

que demonstra que o grupo embora pouco conhecido, se encontra ameaçado de extinção.

O presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento fototático diurno e noturno de diplópodes *Pseudonannolene* troglóbico e troglófilo, a fim de contribuir para o conhecimento e compreensão da biologia deste grupo no ambiente subterrâneo.

2. METODOLOGIA

Área de Estudo

Os espécimes foram capturados nas seguintes localidades:

Caverna Olho de Cabra, nordeste do estado de São Paulo (SP). A região apresenta litologia arenítica da Formação Botucatu, com vegetação composta por remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual e Cerrado muitas vezes concentradas no entorno das entradas de cavernas e nascentes (ZEPPELINI et al. 2003). O clima é tropical quente, com verões úmidos e invernos secos, Aw segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al. 2014). Nesta cavidade foi capturada a espécie *Pseudonannolene nitens* Schubart (Figura 1), citado em Gallo; Bichuette (2017) como *Pseudonannolene* sp. “Altinópolis”.

Caverna São Vicente II, município de São Domingos (Parque Estadual Terra Ronca – PETER), nordeste do estado de Goiás (GO). A região apresenta litologia calcária do Grupo Bambuí com vegetação de Cerrado. O clima é tropical com inverno seco (de abril a setembro) e verão úmido (de outubro a março), Aw segundo a classificação climática de Köppen (ALVARES et al. 2014). Nesta cavidade foi capturada a espécie não descrita *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II”, como denominado em Gallo; Bichuette (2017) (Figura 2).



Figura 1: *Pseudonannolene nitens* em habitat natural na Caverna Olho de Cabra, Altinópolis- SP. Foto: Jhavana Ferro.



Figura 2: *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II”, em habitat natural na Caverna São Vicente II, São Domingos (PETER) - GO. Foto: Dayana F. Torres.

Testes de Reação a Luz. Os testes foram feitos pelo método de câmara de escolha, que consiste em um terrário com um setor escuro e um iluminado onde os indivíduos são inseridos e observados em relação à preferência por cada setor (Park et al. 1941). Foi utilizada luz fria na intensidade luminosa 500lux (correspondente à intensidade de um dia nublado) medidas com o auxílio da função luxímetro de um termohigrômetro.



Figura 3: Câmara de escolhas: a esquerda a câmara iluminada durante o controle; a direita um dos setores fechado durante o teste de reação a luz.

Cada teste durou 12 horas dos quais quatro correspondem à soma dos períodos de observações, os quais foram divididos em 20 minutos a cada hora, contando o número de indivíduos no setor claro e escuro a cada minuto de observação. O número de espécimes colocados em cada teste variou, pois, observações feitas *a priori* mostraram que os indivíduos não apresentavam comportamento agonístico (componentes de agressão e submissão), nem de interação entre jovens e adultos. Foram testadas duas espécies, uma troglófila (*Pseudonannolene nitens*) e uma troglóbia (não descrita *Pseudonannolene* sp. São Vicente II).

Análise Estatística

Os dados foram analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal- Wallis, *post hoc* teste de Dunn no programa BioEstat 5.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *P. nitens* e *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II” são fotofóbicas para a intensidade luminosa de 500 lux tanto no período diurno quando no noturno ($H= 822.9$, $p<0.0001$ e $H= 829.1$, $p<0.0001$ respectivamente), sendo significativa a diferença no número de indivíduos nos setores claro e escuro (Figura 4). O resultado da comparação par a par entre os setores claro e escuro no período diurno e noturno foram todos significativos ($p<0,005$), exceto para a categoria DC x NC (diurno-claro x noturno-claro) na espécie *P. nitens* (Tabela 1).

Para *P. nitens* os testes feitos no período noturno não mostraram a variação entre os setores claro e escuro (C e D na Figura 4), ou seja, na maior parte do tempo o setor claro permaneceu vazio ou o escuro com todos os indivíduos, exceto por alguns outliers que foram para o setor claro por pouco tempo. As barras C e D estão no mesmo nível, pois, os indivíduos estavam 50% em cada setor no minuto 203 da observação (outlier).

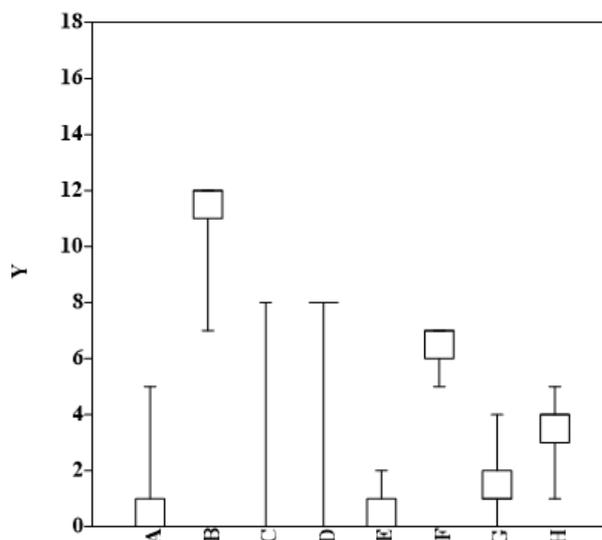


Figura 4: Box-plot representando a variação no número de espécimes para as categorias testadas. As linhas indicam a variação do número de espécimes do valor mínimo ao máximo e os quadrados representam a distribuição dos espécimes para cada categoria testada. O eixo y representa o número de indivíduos, e o eixo x as categorias sendo A = diurno-claro, B = diurno-escuro, C = noturno-claro, D = noturno-escuro para a espécie *P. nitens*, E = diurno-claro, F = diurno-escuro; G = noturno-claro e H = noturno-escuro para a espécie *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II”.

Tabela 1: Resultado do teste de Kruskal-Wallis, *post hoc* de Dunn para cada espécie testada. N = número de indivíduos testados, H= referente ao Kruskal-Wallis, p= valor de significância do teste, gl= graus de liberdade, DC = diurno claro, DE= diurno escuro, NC= noturno claro, NE= noturno escuro, ns= não significativo.

	<i>P. nitens</i>	<i>Pseudonannolene</i> sp. “São Vicente II”
N	12	8
H	822.9	829.1
p	<0.0001	<0.0001
gl	3	3
DC x DE	<0.005	ns
DC x NC	<0.005	<0.005
DC x NE	<0.005	<0.005
DE x NC	<0.005	<0.005
DE x NE	<0.005	<0.005
NC x NE	<0.005	<0.005

Analisando as espécies troglóbia (*Pseudonannolene* sp. “São Vicente II”) e troglófila (*P. nitens*) para os períodos diurno e noturno (Tabela 2) a comparação par a par mostrou diferença significativa para todos as categorias, exceto para o setor claro de *P. nitens* (PN) com o setor claro de *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II” (SV). Para os testes feitos no período noturno, a comparação par a par mostrou diferença significativa para todas as categorias (p<0,005). Portanto, há uma diferença significativa na resposta a luz entre as espécies troglóbia e troglófila tanto no período diurno quanto no noturno, embora ambas sejam fotofóbicas.

Tabela 2: Teste de Kruskal-Wallis, *post hoc* de Dunn comparando as espécies troglóbia e troglófila de para cada período testado (diurno e noturno). N = número de indivíduos testados, H= referente ao Kruskal-Wallis, p= valor de significância do teste, gl= graus de liberdade, PN= *Pseudonannolene nitens*, SV= *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II”, (C) = setor claro, (E) = setor escuro, ns= não significativo.

	Diurno	Noturno
H	820,7	826,5
P	<0,0001	<0,0001
Gl	3	3
PN(C) x PN(E)	<0,05	<0,05
PN(C) x SV(C)	ns	<0,05
PN(C) x SV(E)	<0,05	<0,05
PN(E) x SV(C)	<0,05	<0,05
PN(E) x SV(E)	<0,05	<0,05
SV(C) x SV(E)	<0,05	<0,05

De modo geral, espera-se que diante a ausência de fotoperíodos no meio subterrâneo, os organismos hipógeos apresentem redução no

comportamento fotofóbico (LANGECKER, 1992, TRAJANO; GERHARD, 1997). Entretanto, em alguns casos as espécies troglóbias podem apresentar comportamento fotonegativo (eg. RANTIN; BICHUETTE, 2013, BOROWSKY, 2011, FIŠER et al., 2016), podendo ser considerado um caráter plesiomórfico herdado do ancestral epígeo e /ou ainda indicar um isolamento recente no ambiente hipógeo.

As espécies estudadas foram fotofóbicas para a intensidade luminosa de 500 lux, tanto no período diurno quanto no noturno. Essas espécies estão geograficamente distantes, (nordeste do estado de São Paulo e nordeste do estado de Goiás), e em cavidades de litologias distintas (arenito e calcário). Isso indica que a fotofobia é um caráter forte e o isolamento no ambiente subterrâneo não a afrouxou, sendo, portanto, considerada plesiomórfica para grupo, pois está presente em espécies troglóbias, troglófilas e epígeas (CLOUDSLEY-THOMPSON, 1951, GALLO; BICHUETTE, 2017). Além disso, o teste de Kruskal-Wallis (*post hoc* de Dunn) mostrou que a espécie troglóbia *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II” e a troglófila *Pseudonannolene nitens* diferem na resposta a luz, embora sejam fotofóbicas. Essa diferença pode estar relacionada com o tempo de isolamento de cada espécie no ambiente subterrâneo. A espécie *P. nitens* é troglófila e a população da Caverna Olho de Cabra pode estar em contato com populações epígeas e de outras cavidades da região, de forma que essa espécie não está isolada no ambiente subterrâneo, logo, tem mais influência da sazonalidade e dos ciclos claro e escuro do ambiente epígeo, influenciando na resposta a luz da espécie. Por outro lado, *Pseudonannolene* sp. “São Vicente II” é troglóbia e isolada no meio subterrâneo, embora não se saiba a quanto tempo. Sabe-se que com o efeito tampão da rocha circundante, o meio subterrâneo é considerado um ambiente estável, pois a variação de sazonalidade e temperatura é muito reduzida (POULSON; WHITE, 1969), de forma que essa característica do ambiente possa estar relacionada com a diferença da reação a luz entre as duas espécies.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo mostrou que a fotofobia para os diplópodes *Pseudonannolene* está se mantendo mesmo sob as pressões evolutivas do meio subterrâneo, um caráter plesiomórfico, ou seja, uma característica existente no ancestral e que foi herdada pelas espécies estudadas.

Estudos comportamentais como este contribuem para o conhecimento e compreensão da biologia dos diplópodes no meio subterrâneo. Também são base teórica para medidas de conservação, pois um dos atributos para relevância máxima de proteção para uma cavidade, é a presença de interações ecológicas únicas e estudos comportamentais são o caminho para encontrar essas interações.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Bruno G. O. Monte, Caio Pires, Diego M. von Schimonsky, Jhavana Ferro, Jonas E. Gallão e Tamires Zepon pela coleta do material estudado, a Ramiro H. dos Santos e Fabiano pelo auxílio em campo; International Paper (Rafael Silva

e Miguel Magela) pela liberação do acesso as cavernas de sua propriedade. Ao ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação à Biodiversidade) pela licença de coleta concedida (28992-7) e a Secretaria de Meio Ambiente do estado de Goiás, ao PPG-ERN (Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar) pela infraestrutura, CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de mestrado (nº 132457/2015-6) e pelo financiamento (303715/2011-1, 303715/2011-1, 308557/2014-0 e 457413/2014-0) a MEB e a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento parcial (2010/08459-4 e 2008/05678-7, 2016/50381-9) a MEB.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711-728, 2013. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507
- BESSA, E.; TRAJANO, E. Light reaction and cryptobiotic habits in armoured catfishes, genus *Ancistrus*, from caves in Central and Northwest Brazil (Siluriformes: Loricariidae). *Mémoires de biospéologie*, v. 28, p. 29-37, 2001.
- BICHUETTE, M.E. **Distribuição, biologia, ecologia populacional e comportamento de peixes subterrâneos, gênero *Ituglanis* (Siluriformes:Trichomycteridae) e *Eigenmannia* (Gymnotiformes: Sternopygidae) área cárstica de São Domingos, nordeste de Goiás.** 2003. Tese (Doutorado em Zoologia). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- BICHUETTE, M.E., TRAJANO, E. Light reaction, spontaneous and feeding behaviour in epigeal and cave *Potamolithus* species from upper Ribeira Valley, Southeastern Brazil (Mollusca: Gastropoda: Hydrobiidae). *Mémoires de Biospéologie*, v. 26, p.1-6, 1999.
- BOROWSKY, B. Responses to light in two eyeless cave dwelling amphipods (*Niphargus ictus* and *Niphargus frasassianus*). *Journal of Crustacean Biology*, v.31, p. 613-616, 2011. doi: 10.1651/10-3450.1
- CHAGAS-JR, A.; CASTRO-MARCATO, A.C.C.; FONTANETTI, C.S.; PENA-BARBOSA, J.P.P.; BATTIROLA, L.D.; BICHUETTE, M.E.; RODRIGUES, P.E.S. *Pseudonannolene ambuatinga* Iniesta & Ferreira, 2013. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção: Volume II - Invertebrados**. Brasília, ICMBio, 2018a. p. 461-462.
- CHAGAS-JR, A.; CASTRO-MARCATO, A.C.C.; FONTANETTI, C.S.; PENA-BARBOSA, J.P.P.; BATTIROLA, L.D.; BICHUETTE, M.E.; RODRIGUES, P.E.S. *Pseudonannolene spelaea* Iniesta & Ferreira, 2013. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.) **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção: Volume II - Invertebrados**. Brasília ICMBio, 2018b. p. 467-468.

- CLOUDSLEY- THOMPSON, J. On the responses to environmental stimuli, and the sensory physiology of Millipedes (Diplopoda). In: **Proceedings of the Zoological Society of London**. vol 2. Wiley Online Library, 1951, 253-277 p.
- CULLINGFORD, C.H.D. Cave fauna and flora. In: **British Caving, an introduction to speleology**, 2 ed London: Routledge and Kegan Paul, 1962, 347-389 p.
- ENGHOFF, H.; GOLOVATCH, S.; SHORT, M.; STOEV, P.; WESENER, T. Diplopoda—taxonomic overview. In: Minelli A (ed) **The Myriapoda**, Volume 2. Brill, 2015, 363-453 p.
- FIŠER, Ž.; NOVAK, L.; LUŠTRIK, R.; FIŠER, C. Light triggers habitat choice of eyeless subterranean but not of eyed surface amphipods. **The Science of Nature**, v.103, p. 1-12, 2016
- GALLO, J.S.; BICHUETTE, M.E. Is there correlation between photophobia and troglomorphy in neotropical cave millipedes (Spirostreptida, Pseudonannolenidae)? **Zoomorphology**, p. 1-17, 2017.
- HOPKIN, S.P.; READ, H.J. **The biology of millipedes**. Oxford University Press, New York, 1992, 248 p.
- INIESTA, L.F.M.; FERREIRA, R.L. (2014) New species of *Pseudonannolene* Silvestri, 1895 from Brazilian limestone caves with comments on the potential distribution of the genus in South America (Spirostreptida: Pseudonannolenidae). **Zootaxa**, v.3846, p.361-397, 2014.
- INIESTA, L.F.M.; FERREIRA, R.L. (2015) *Pseudonannolene lundi* n. sp., a new troglobitic millipede from a Brazilian limestone cave (Spirostreptida: Pseudonannolenidae). **Zootaxa**, v. 3949, p.123-128, 2015.
- KOILRAJ, A.J.; SHARMA, V.K.; MARIMUTHU, G.; CHANDRASHEKARAN, M.K. Presence of circadian rhythms in the locomotor activity of a cave-dwelling millipede *Glyphiulus cavernicolus sulu* (Cambalidae, Spirostreptida). **Chronobiology international**, v. 17, n. 6, p. 757-765, 2000.
- LANGHECKER, T. Light sensitivity of cave vertebrates. Behavioral and morphological aspects. In: Camacho AI (ed) **The natural history of biospeleology**. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales, 1992, 295-326 p.
- MAURIÈS, J.P. Cambalides nouveaux et peu connus d'Asie, d'Amérique et d'Océanie. II. Pseudonannolenidae, Choctellidae (Myriapoda, Diplopoda). **Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle Paris**, v.9, p.169-199, 1987.
- MCKILLUP, S.C. Behaviour of the millipedes *Ommatoiulus moreletii*, *Ophiulus verruculiger* and *Oncocladosoma castaneum* in response to visible light; an explanation for the invasion of houses by *Ommatoiulus moreletii*. **Journal of Zoology**, v.215, p. 35-46, 1988.
- MORACCHIOLI, N. **Estudo da Biologia de *Aegla* spp. Cavernícolas do Vale do Alto Rio Ribeira, São Paulo (Crustacea: Anomura: Aeglelidae)**. 148f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- MÜLLER, C.H.; SOMBKE, A. (2015) Diplopoda—sense organs. In: Minelli A (ed) **The Myriapoda, Volume 2**. Brill, 2015, 181-235 p.
- PARK, O.; ROBERTS, T.; HARRIS, S. Preliminary analysis of activity of the cave crayfish, *Cambarus pellucidus*. **The American Naturalist**, p.154-171, 1941.
- PARZEFALL, J. Behavioural ecology of cave-dwelling fishes. In: **The Behaviour of teleost fishes**. Springer, 1986, 433-458 p.

- POULSON, T.L.; WHITE, W.B. The Cave Environment. **Science**, v. 165 p. 971-981, 1969.
- RANTIN, B.; BICHUETTE, M.E. Phototactic behaviour of subterranean Copionodontinae Pinna, 1992 catfishes (Siluriformes, Trichomycteridae) from Chapada Diamantina, central Bahia, northeastern Brazil **International Journal of Speleology**, v. 42, p. 57-63, 2013.
- SCHUBART O. Os Diplopodos de Pirassununga. **Acta Zoológica Lilloana**, v.2 p.321-440, 1944.
- TRAJANO, E. Fauna Cavernícola Brasileira: Composição e Caracterização Preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.3, p.533-561, 1987.
- TRAJANO, E.; CARVALHO, M.R. Towards a biologically meaningful classification of subterranean organisms: a critical analysis of the Schiner-Racovitza system from a historical perspective, difficulties of its application and implications for conservation. **Subterranean biology**, v.22, p.1-26, 2017.
- TRAJANO, E.; GERHARD, P. Light reaction in brazilian cave fishes (Siluriformes: Pimelodidae, Trichomycteridae, Loricaridae) **Mémoires de biospéologie**, v. 24, p.127-138, 1997.
- TRAJANO, E.; SOUZA, A. The behavior of *Ancistrus cryptophthalmus*, an armored blind catfish from caves of Central Brazil, with notes on syntopic *Trichomycterus* sp. (Siluriformes, Loricariidae, Trichomycteridae). **Mémoires de Biospéologie**, v. 21, p. 151-159, 1994.
- ZEPPELINI, D.; RIBEIRO, A.C.; RIBEIRO, G.C.; FRACASSO, M.P.A.; PAVANI, M.M.; OLIVEIRA, O.M.P.; OLIVEIRA, S.A.; MARQUES, A.C. Faunistic Survey of Sandstone Caves from Altinópolis Region, São Paulo State, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)**, v. 43, n. 5, p. 93-99, 2003.