



# ANAIS do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia

## Curitiba - Paraná, 26 a 29 de julho de 2023



O artigo a seguir é parte integrante dos Anais do 37º Congresso Brasileiro de Espeleologia, disponível gratuitamente em [www.cavernas.org.br](http://www.cavernas.org.br).

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

MENDONÇA, D. R. M.. Fauna de colêmbolos do meio subterrâneo superficial (MSS) na Formação Ferrífera de Carajás, Amazônia brasileira. In: MISE, K. M.; GUIMARÃES, G. B.. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 37, 2023. Curitiba. *Anais...* Campinas: SBE, 2023. p.008-014. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe\\_008-014.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais37cbe/37cbe_008-014.pdf)>. Acesso em: *data do acesso*.

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

# FAUNA DE COLÊMBOLOS DO MEIO SUBTERRÂNEO SUPERFICIAL (MSS) NA FORMAÇÃO FERRÍFERA DE CARAJÁS, AMAZÔNIA BRASILEIRA

*SPRINGTAILS OF MILIEU SOUTERRAIN SUPERFICIEL IN THE CARAJÁS IRON FORMATION,  
BRAZILIAN AMAZON*

**Daniel Reis Maiolino de MENDONÇA (1)**

(1) Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas -CECAV/ICMBio.

**Contatos:** [daniel.mendonca@icmbio.gov.br](mailto:daniel.mendonca@icmbio.gov.br).

## Resumo

A riqueza de espécies de Collembola no MSS na Formação Ferrífera Carajás foi analisada de acordo com a sazonalidade climática e com o tipo de isca utilizado. As amostragens foram realizadas em furos de sondagem utilizando-se armadilhas. Em cada furo foram colocadas cinco armadilhas com cinco metros entre si, contendo um dos dois tipos de iscas previamente estabelecidas. As armadilhas ficaram expostas por 8 semanas e a fauna amostrada permaneceu viva até a triagem. Foram amostradas 12 morfoespécies pertencentes a 8 famílias taxonômicas. Apenas um dos morfótipos apresentou um aparente troglomorfismo (*Pseudosinella*). O gênero *Lepidocyrtus* foi o mais abundante, ocorrendo em 77 armadilhas. Seis morfótipos foram exclusivos da estação chuvosa e apenas um exclusivo da estação seca. Quatro morfótipos foram coletados apenas em armadilha com isca padrão. Não houve diferença significativa na riqueza de acordo com a sazonalidade, porém, foi possível observar uma maior eficiência da isca Padrão.

**Palavras-Chave:** Ecologia; MSS; Formação Ferrífera Carajás; Collembola.

## Abstract

*The species richness of springtails in the MSS of the Carajás Iron Formation was analyzed according to the climatic seasonality and the bait used. Samplings were carried out in boreholes using traps. In each hole, five traps with five meters between them were placed, containing one of the two kinds of previously established baits. The traps were exposed for 8 weeks, and the fauna sampled remained alive until sorting. Twelve morphospecies belonging to 8 taxonomic families were sampled. Only one of the morphotypes showed an apparent troglomorphism (*Pseudosinella*). The genus *Lepidocyrtus* was the most abundant, occurring in 77 traps. 6 morphotypes were exclusive to the rainy season and only one was exclusive to the dry season. 4 morphotypes were collected only in a standard baited trap. There was no significant difference in richness according to seasonality, however, it was possible to observe a greater efficiency of the Standard bait.*

**Keywords:** Ecology; MSS; Carajas Iron Formation; springtails.

## 1. INTRODUÇÃO

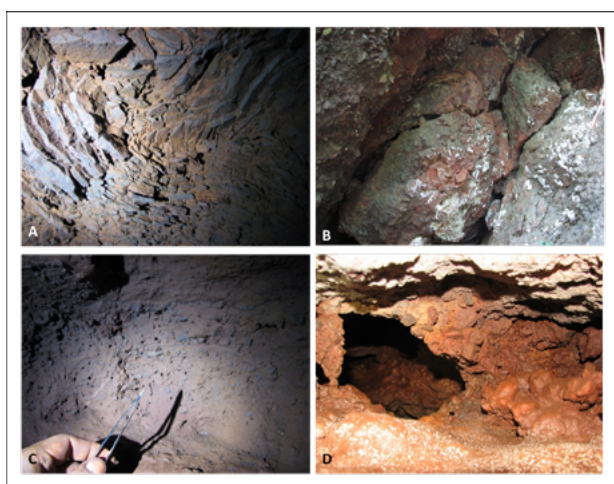
Os espaços intersticiais do solo são compostos por pequenas fissuras e rachaduras sendo acessado principalmente por organismos que vivem no solo, e podem tanto acessar estes habitats por meio de suas minúsculas descontinuidades (FERREIRA, 2005). Ao aproximar-se da rocha de embasamento, pode mesclar-se a um conjunto de fendas de maior calibre conformadas por descontinuidades na rocha ou mesmo espaços existentes entre blocos de rocha oriundos da própria fragmentação da porção mais superficial da rocha. Tal região, onde existe este contato do solo com rochas fragmentadas, recebe o nome de meio subterrâneo superficial (MSS), que compõe

uma variedade importante de habitats para inúmeras espécies (CULVER, 1982; CULVER; PIPAN, 2009; 2014).

Muitos destes espaços, em geral de volumes reduzidos, são capazes de estocar a água das chuvas que lentamente vão se escoando para porções mais profundas das rochas. Muitas vezes, estes habitats diretamente associados às rochas encaixantes mantêm-se encharcados ou bastante úmidos por todo o ano, possibilitando o estabelecimento de diferentes populações principalmente de invertebrados. Finalmente, os grandes espaços subterrâneos localizados sob esta região epicárstica, compreendem as chamadas cavernas, podendo, este, ser considerado o habi-

tat mais tipicamente hipógeo (BARR; HOLSINGER 1985, POULSON; WHITE, 1969; JUBERTHIE *et al.*, 1981; HOWARTH, 1983; JUBERTHIE, 2000; Palmer, 2007; CULVER; PIPAN, 2009).

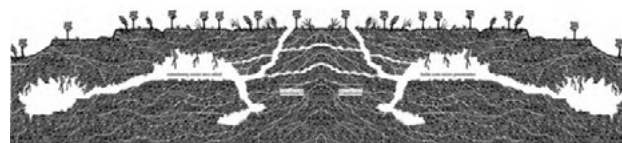
De forma geral, as conexões observadas compreendem estruturas como fraturas, acamamento, dobras e falhas, poros, fissuras, fendas e cavidades (CULVER *et al.*, 1995, 2009) constituem discontinuidades importantes, atuando como condicionantes na circulação de fluídos no interior do maciço rochoso. Muitas vezes tais estruturas funcionam como “esponjas” de captação e recarga hídrica (CARMO, 2010), atuam como micro e mesocavidades (cavidades e canalículos de tamanhos reduzidos, permeáveis à fauna) proporcionando abrigo e vias de locomoção para fauna subterrânea (FERREIRA *et al.*, 2011, 2018) (Figura 1).



**Figura 1:** Tipos de feições geomorfológicas que favorecem a permeabilidade à fauna.

- a) Formação em Jaspilito apresentando falhas por dobramentos encontrados na Cav 0030;
- b) Fendas e blocos de abatimento estrutural encontrados na Cav ST0003;
- c) Conjunto de pequenos poros adensados encontrados na Cav ST0003, e
- d) Poro (mesocavidade) não acessível pelo ser humano encontrado na Cav ST0041. (Fonte: arquivo CECAV).

Estas discontinuidades da rocha possibilitaria o trânsito de invertebrados de hábitos terrestres, aquáticos e terrestres, uma vez que os canalículos podem conectar-se a ambientes epígeos edáficos como serapilheira, lapidícola e endógeno (FERREIRA 2005; BICHUETTE, *et al.* 2015, BRITO, 2019), assemelhando-se ao MSS (Meio Subterrâneo Superficial, definido por Jubethier, (1981) (Figura 2)).



**Figura 2:** Perfil da formação ferrífera mostrando suas discontinuidades que possibilitam a passagem da fauna subterrânea (BICHUETTE, *et al.* 2015).

Dentre os taxons que compõem a fauna edáfica, mais especificamente na mesofauna, a Classe Collembola é a que detém uma alta representatividade (JANSSENS, 2011). São pequenos hexápodes entognatos, com antenas, porém sem asas, reconhecidos por um apêndice abdominal bifurcado ventral posterior, a fúrcula. Possuem como principal função a participação indireta na decomposição da matéria orgânica, se alimentando de fungos e bactérias e os dispersando. Existem cerca de 9400 espécies publicadas em todo o mundo. (BARETTA *et al.*, 2008; MORAIS *et al.*, 2013).

Os colêmbolos apresentam distribuição vertical ao longo das camadas do solo, podendo ser encontrados três formas de vida (morfortipos), com base no seu grau de distribuição no solo, baseado em características ecomorfológicas, sendo: epígeos, aqueles encontrados na serapilheira; hemiedáficos, são os intermediários, que vivem entre os 5 cm da superfície do solo; e os edáficos, mais especializados ao solo, que vivem abaixo dos 5 cm do solo (OLIVEIRA-FILHO; BARETTA, 2016).

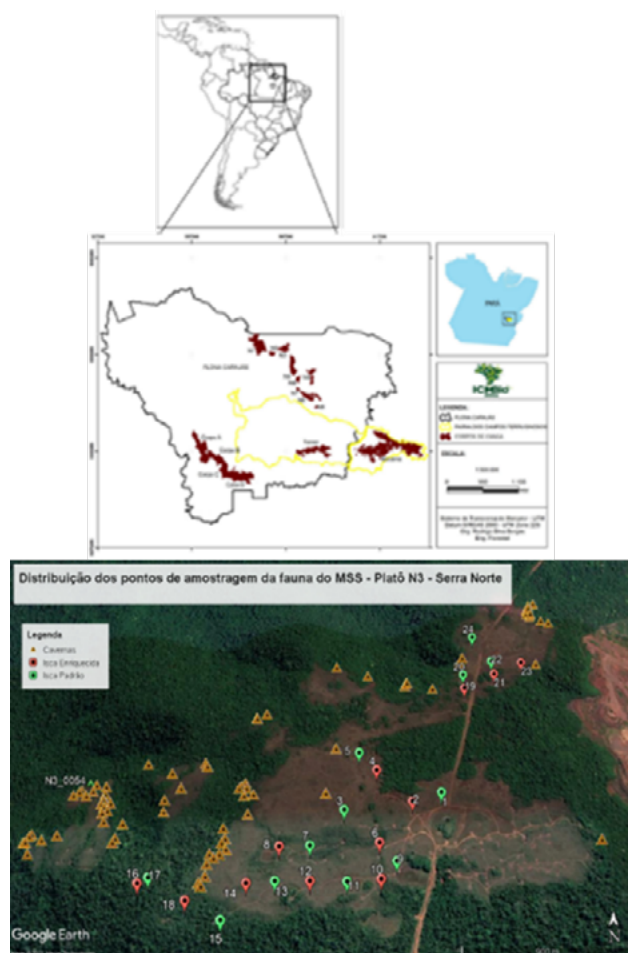
Devido aos colêmbolos viverem distribuídos verticalmente no solo presume-se que eles explorem distintos recursos tróficos, desempenhando diferentes funções no ecossistema (POTAPOV *et al.*, 2016), sendo de extrema importância pois encontram-se na base da cadeia alimentar e de ciclagem de nutrientes no ambiente edáfico (ZEPPELINI FILHO E BELLINI, 2004).

Estudos focados em padrões ecológicos que tragam um entendimento mais amplo sobre o funcionamento do sistema subterrâneo, contribuem na delimitação deste conjunto de discontinuidades entre o ambiente cárstico (cavernas) e a superfície, em especial na paisagem ferrífera, bem como na gestão do conflito entre conservação e mineração ainda são escassos. Para tanto, faz-se necessárias novas abordagens metodológicas para entender não só as cavidades, mas todo o conjunto que elementos bióticos e abióticos que compõem o sistema, calcadas na conservação de paisagens e promovendo a manutenção do sistema ao longo do tempo.

Desta forma este trabalho pretende amostrar o grupo faunístico de colêmbolos presentes no meio subsuperficial em um platô da Serra Norte da Serra de Carajás/PA relacionando a riqueza de espécies de acordo com a variação climática sazonal e de acordo com o tipo de isca utilizado.

## 2. METODOLOGIA

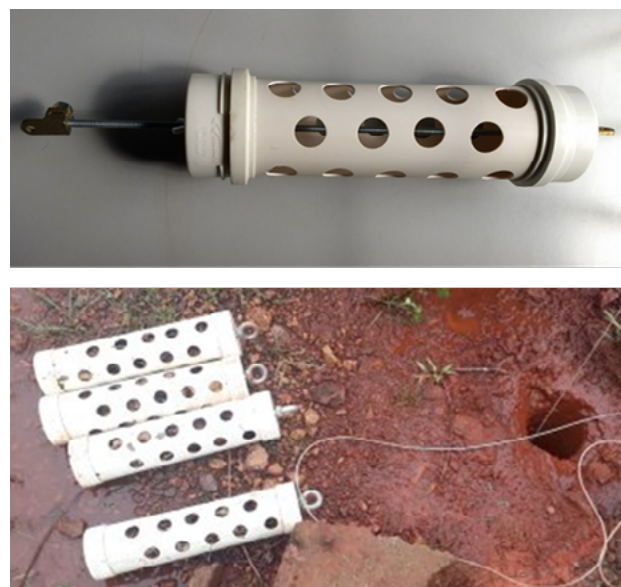
A Serra dos Carajás apresenta umidade relativa e taxas de precipitação suficientes para manter a floresta equatorial úmida. O clima é de tipo montano ou serrano amazônico, com temperaturas médias anuais em torno de 21 a 22°C. A estação chuvosa concentra entre 75% e 80% do total anual de precipitação pluviométrica durante os meses de novembro a abril, com média de precipitação pluviométrica de 229 mm (COSTA, 2014)



**Figura 3:** Platô N3/Serra Norte - Localização dos pontos de coleta de acordo com o tratamento utilizado. Triângulos em amarelo representam as cavidades; pontos em vermelho representam as perfurações de sondagem com armadilhas contendo isca enriquecida. Em verde estão os furos de sondagem com armadilhas contendo isca padrão.

O desenho experimental foi baseado na metodologia proposta por um estudo realizado em ferretes na Austrália, visando amostragem de fauna subterrânea (HALSE; PEARSON, 2014). As amostragens foram realizadas em 24 furos de sondagem (150 mm de diâmetro x ~100 metros de profundidade) escavados previamente no platô N3, utilizando-se armadilhas constituídas de tubos de PVC (300 x 75 mm) com furos de acesso pelas laterais usados para colonização. (Figura 3). Devido ao grande volume de amostras, a abundância dos animais foi estimada pelo número de ocorrência nas armadilhas.

Em cada furo de sondagem foram colocadas cinco armadilhas, com espaçamento padrão de cinco metros entre elas, atingindo até 25 metros de profundidade, contendo apenas um dos dois tipos de iscas previamente estabelecidas. As iscas utilizadas foram: Isca Padrão (serapilheira úmida coletada anteriormente no próprio local, esterilizada em estufa a 90°C por 1 hora) e Isca Enriquecida (folhiço esterilizado misturado a fígado bovino moído). (Figura 4)



**Figura 4:** Em cima, detalhe da armadilha e em baixo, conjunto de armadilha com isca padrão sendo inseridas em um furo de sondagem.

A esterilização prévia está descrita na metodologia (HALSE; PEARSON, 2014) e serve para evitar que algum organismo seja inserido ainda vivo acidentalmente na armadilha.

Após a instalação, as armadilhas ficaram expostas por aproximadamente oito semanas. Apenas após este período as amostras foram coletadas. As amostras ainda vivas foram armazenadas em emba-





**Figura 5:** Esterilização do folhicho coletado em campo a ser utilizado nas iscas. Este procedimento evita a contaminação prévias das amostras.



**Figura 6:** (a) armadilhas recém removidas; (b) triagem primária; (c, d) resultados da morfotipagem e identificação das amostras.

lagens individuais para triagem primária. Após isto foram morfotipadas e identificadas em triagem mais refinada e conservadas em álcool 100%. (Figura 6)

Foram observados os resultados da eficácia de coleta de acordo com o tipo de isca utilizado e o efeito da sazonalidade sobre as amostras. Também foi claculado o Índice de diversidade de Shannon.

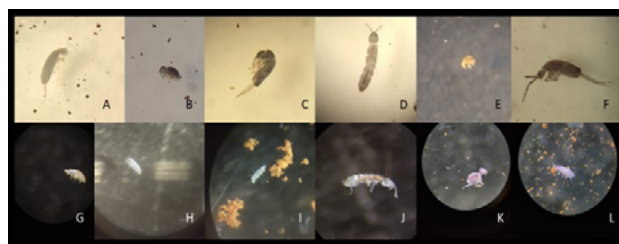
Estas comparações decorreram dos dados de riqueza e diversidade de morfótipos encontradas nas armadilhas dispostas no subsolo. Para testar a hipótese de que não há diferença entre os tratamentos foi realizada a comparação das riquezas médias observadas (test-t), tanto dos dados totais, quanto de acordo com a sazonalidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Caracterização faunística

Dois eventos de amostragem foram realizados, sendo uma na estação seca (ago-set/2018) e outra na estação chuvosa (mar-abr/2019). No primeiro evento amostral, durante a estação seca, foram inseridas 120 armadilhas sendo recuperadas 87 e na estação chuvosa foram recolocadas as mesmas 120 sendo recuperadas 71, totalizando 158 armadilhas analisadas. As demais armadilhas ficaram presas devido a alguma obstrução. Este fato também era previsto na metodologia.

Foram registradas 12 morfoespécies pertencentes a oito famílias de Collembola (Figura 7). 53 indivíduos do gênero *Pseudosinella* ocorreram em 19 armadilhas de 9 furos apresentaram um aparente troglomorfo, como ausência de olhos e de pigmentação (Figura 6a). estes dados são apresentados na Tabela 1.



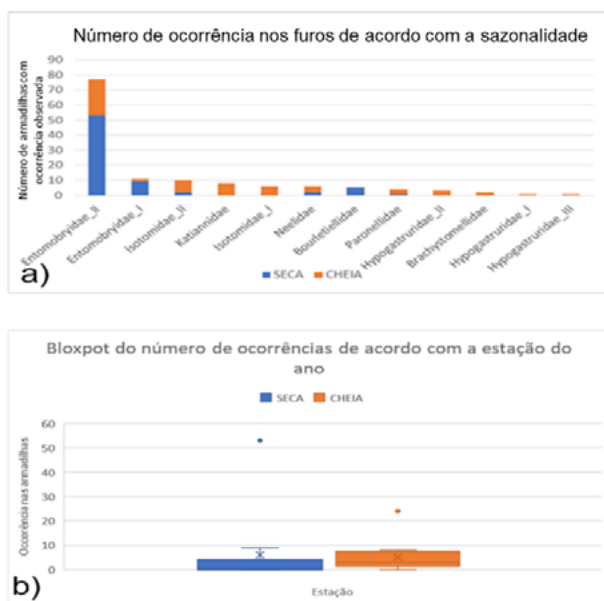
**Figura 7:** Morfótipos de Collembola encontrados nas armadilhas no MSS: A - Entomobryidae – *Pseudosinella*; B - Bourlettiellidae; C - Entomobryidae – *Lepidocyrtus*; D - Isotomidae; E - Neelidae – *Megalothorax*; F - Paronellidae – *Trogolaphysa*; G - Hypogastruridae; H - Hypogastruridae; I - Hypogastruridae; J - Isotomidae; K - Katiannidae e L - Brachystomellidae.

**Tabela 1:** Morfótipos coletados de acordo com as variáveis analisadas.

Morfótipo	indivíduos amostrados	N. armadilhas	N. Furos	Furos com isca Padrão	Furos com isca Enriqu.	Estação Seca	Estação Chuvosa
Bourlettiellidae	5	5	3	2	1	x	
Brachystomellidae	2	2	2	1	1		x
<i>Pseudosinella</i> sp.1 (Entomobryidae)	32	11	6	1	5	x	x
<i>Lepidocyrtus</i> sp.2 (Entomobryidae)	2310	77	20	10	10	x	x
Isotomidae sp	20	16	8	8	0		x
Paronellidae sp	7	4	4	3	1	x	x
Neelidae	6	6	6	4	2	x	x
Hypogastruridae sp.1	1	1	1	1	0		x
Hypogastruridae sp.2	5	3	3	1	1		x
Hypogastruridae sp.3	1	1	1	1	0		x
Katiannidae	12	8	8	2	1		x

#### 3.2. Análise da sazonalidade

Os gráficos a seguir (Figura 8) mostram a ocorrência dos morfótipos de acordo com o número armadilhas por armadilha (Figura 8a).



**Figura 8:** Influência da sazonalidade na amostragem de Collembola no MSS: a) Abundância de morfótipos de acordo com número de encontros nas armadilhas. b) *Boxplot* do número de ocorrências de acordo com a estação, evidenciando que não houve diferença significativa entre as estações do ano ( $P\text{ Value} = 0,433214$ ).

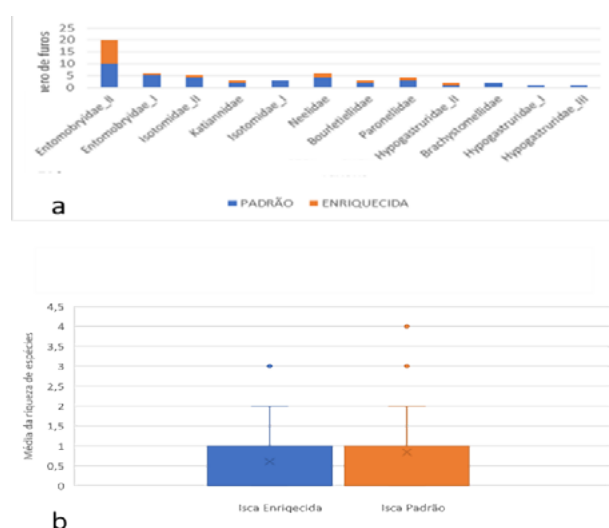
O índice de diversidade de Shannon foi de 1,61 considerando-se a toda a amostragem. Na estação chuvosa foi de 1,94 e na estação seca foi de 0,93, evidenciando uma fauna mais diversa durante a estação de chuvas. Não foi verificada diferença significativa na riqueza média de espécies de acordo com a sazonalidade ( $P\text{ Value} = 0,433214$ ), aceitando-se a hipótese nula.

### 3.3. Análise do tipo de isca

Os gráficos a seguir mostram a ocorrência dos morfótipos nos furos de acordo com o tipo de isca utilizado (Figura 9) e ocorrência dos morfótipos nos furos de acordo com a sazonalidade. De acordo com o tipo de isca utilizado, foram amostradas 56 armadilhas contendo colêmbolos com tratamento de iscas enriquecidas e 77 armadilhas contendo colêmbolos utilizando-se o tratamento com isca padrão de um total de 158 armadilhas.

## 4. CONCLUSÕES

Foi possível observar que apesar de existir uma diferença na riqueza de espécies encontradas nas



**Figura 9:** a) Ocorrência dos morfótipos nos furos de acordo com o tipo de isca; b) diferença observada na riqueza de espécies de Collembola de acordo com a isca utilizada ( $P\text{-value} 0,025841$ ).

estações chuvosa e seca na região estudada esse fator ambiental não altera significativamente a riqueza de colêmbolos ao longo do ano ( $P\text{ value} = 0,433214$ ).

Por outro lado, o tipo de isca utilizada na coleta deste grupo apresentou diferenças significativas, comprovando que a utilização da isca padrão apresentou melhor resultado na coleta, em comparação aos resultados apresentados pela isca enriquecida ( $P\text{-value} 0,025841$ ), contudo, para um levantamento faunístico mais eficaz, a combinação destes diferentes métodos é capaz de levantar mais espécies, uma vez que ocorreram espécies exclusivas em cada um dos tipos de isca, determinando assim uma melhor amostragem dos colêmbolos do meio subterrâneo superficial.

## 5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido em parceria com a Floresta Nacional de Carajás; Centro de Estudos em Biologia Subterrânea – CEBS/ULFA em especial ao Dr. Rodrigo Ferreira e Dr. Marconi Silva; Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em especial o Dr. Bruno Bellini e a Universidade Estadual da Paraíba, em especial o Dr. Douglas Zepellini e o Dr. Roniere Brito.

## REFERÊNCIAS

BARR., T.C.; J.R. HOLSINGER, Speciation in cave faunas. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.16, p. 313-337. 1985.

- BARETTA, D. et al. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como bioindicadores de qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. 2008. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p. 2693-2699, Número Especial. 2008
- BICHUETTE, E.; FONSECA-FERREIRA, R.; GALLÃO J. E. Biota subterrânea associadas a cavernas em formações ferríferas IN: **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais** / organizado por Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Hiromi Yoshino Kamino. Belo Horizonte : 3i Editora, 2015.
- BRITO, R. A. 2019. **Variação espaço-temporal da taxocenose de colêmbolos (Hexapoda: Collembola) em ambientes cavernícolas interligados pelo Habitat Subterrâneo Superficial (HSS), no Quadrilátero Ferrífero (rocha ferruginosa), MG - Brasil** 2019. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências Biológicas - Zoologia) Universidade Estadual da Paraíba. - João Pessoa, 2019.
- CARMO F.F. E KAMINO L. H. 2015. **Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais** / organizado por Flávio Fonseca do Carmo e Luciana Hiromi Yoshino Kamino. — Belo Horizonte: 3i Editora. Ferreira *et al* 2011
- CAMPOS, J. C.; CASTILHO, A. F. Uma visão geográfica da região da Flona de Carajás. In: MARTINS, F. D. (org.) **Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres**. São Paulo: Nitro Images, 2012. p.16-63. 2012
- COSTA, M. F. 2014. **Proposta de metodologia para avaliação da qualidade das águas na área de influência de minas a céu aberto: caso da mina N5sul em Carajás-PA**. Tese de Doutorado (Doutorado em engenharia de Produção) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS. 2014.
- CULVER, D.C. **Cave Life. Evolution and Ecology**. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England. 189 pp.1982.
- CULVER DC, KANE TC, AND FONG DW. **Adaptation and Natural Selection in Caves. The Evolution of Gammarus Minus**. Cambridge: Harvard University Press 1995
- CULVER DC AND PIPAN T. **The Biology of Caves and Other Subterranean Habitats**. Oxford: Oxford University Press. 2009.
- CULVER D. C. and PIPAN T. **Shallow subterranean habitats. Ecology, evolution and conservation** Oxford University Press, 1st Impression, pp. 258. 2014
- DURÃES R, MARTINS W P, VAZ-DE-MELLO F Z. Dung beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) assemblages across a natural forestc cerrado ecotone in Minas Gerais, Brazil. **Neotrop Entomol** 34: 721-731. 2005
- FERREIRA, R. L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**, Belo Horizonte, v. 3, p. 106-115. 2005.
- FERREIRA, R. L.; OLIVEIRA, M. P. A. de; SOUZA-SILVA, M. Subterranean biodiversity in ferruginous landscapes. In: **Cave ecology**. Springer, Cham, p. 435-447. 2018
- HALSE, S. A., & PEARSON, G. B. 2014. Troglófauna in the vadose zone: Comparison of scraping and trapping results and sampling adequacy. **Subterranean Biology**, 13, 17–34. 2014.
- HOWARTH F, G. Ecology of cave arthropods. **Annu Rev Entomol** 28(1):365-389. doi: 10.1146/annurev.en.28.010183.002053. 1983
- JANSSENS, F.; CHRISTIANSEN, K. A. Class Collembola Lubbock, 1870. In: ZHANG, Z.-Q. (Ed.). **Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness (Zootaxa 3148)**. Auckland: **Magnolia Press**., 2011. p. 192-194. 2008.
- JUBERTHIE C. The diversity of the karstic and pseudokarstic hypogea habitats in the world. In: Wilkens H,

Culver DC, Humphreys WF (Eds) *Subterranean Ecosystems (Ecosystems of the World 30)*, Elsevier, Amsterdam, pp 17-39. 2000.

JUBERTHIE C, DELAY B. Ecological and biological implications of the existence of a “superficial underground compartment”. In: Beck BF (Ed) **Proceedings of the 8th International Congress of Speleology**, Bowling Green, KY, Georgia, USA 1:203-206. 1981.

MORAIS, J. W. Mesofauna. In: Moreira, F. M. S.; Cares, J. E.; Zanetti, R.; Sturmer, S. L. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e feitos na produção vegetal. Lavras: **Ed. UFLA**, 352 p. 2013.

OLIVEIRA FILHO, L. C. I.; BARETTA, D. Por que devemos nos importar com os colembolos edáficos? **Scientia Agraria**, v. 17, n. 2, p. 21-40. 2016.

PALMER, A. N. **Cave geology**. Cave Books, 454 p. 2007.

POTAPOV, A. A. *et al.* Connecting taxonomy and ecology: trophic niches of collembolans as related to taxonomic identity and life forms. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 101, p. 20- 31, 2016.

POULSON, T.L.; WHITE, W.B. The cave environment. **Science**, v.165, n.3897, p.971-981, 1969.

SOUZA-SILVA, M, MARTINS R. P.; R. L. FERREIRA. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation** 8(20):1713-1729. 2011.

ZEPPELINI FILHO, D.; BELLINI, B.C. **Introdução ao estudo dos Collembola**. João Pessoa, Universidade Federal da Paraíba, 82p. 2004.