



**35<sup>o</sup>**  
Bonito - MS

ANAIS do 35<sup>o</sup> 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<sup>o</sup> 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. et al. Nova abordagem na caracterização ecológica da fauna subterrânea associada aos canalículos em formação ferrífera no sudeste do estado do Pará. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.590-598. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe\\_590-598.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_590-598.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)

## **NOVA ABORDAGEM NA CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA DA FAUNA SUBTERRÂNEA ASSOCIADA AOS CANALÍCULOS EM FORMAÇÃO FERRÍFERA NO SUDESTE DO ESTADO DO PARÁ**

*NEW APPROACH IN THE ECOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SUBTERRANEAN FAUNA  
ASSOCIATED TO THE MESO-CAVITIES IN IRON FORMATION IN THE SOUTHEAST OF PARÁ STATE*

**Daniel Reis Maiolino de MENDONÇA (1,2); Tiago Castro SILVA (1); Fernando Pacheco RODRIGUES (2); Rodrigo Lopes FERREIRA (3)**

(1) Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade.

(2) Departamento de Genética e Morfologia da Universidade de Brasília.

(3) Departamento de Ecologia da Universidade Federal da Lavras.

**Contatos:** [daniel.mendonca@icmbio.gov.br](mailto:daniel.mendonca@icmbio.gov.br), [tiago-castro.silva@icmbio.gov.br](mailto:tiago-castro.silva@icmbio.gov.br); [fprodrigues@unb.br](mailto:fprodrigues@unb.br); [drops@dbi.ufla.br](mailto:drops@dbi.ufla.br).

### **Resumo**

Uma das diferenças marcantes entre as diversas litologias existentes, como o calcário (sistema subterrâneo clássico) e as formações ferríferas (considerado uma formação não-carstica) é a potencial conectividade existente entre as macrocavernas (cavernas penetráveis pelo ser humano) por meio da permeabilidade da rocha. Motivado pela constante necessidade de aprimoramentos e desenvolvimento de novas abordagens no entendimento da conectividade subterrânea, este trabalho objetivou uma nova abordagem metodológica no levantamento massivo da fauna subterrânea, bem como comparar a eficiência de coleta utilizando-se diferentes tratamentos (iscas químicas), com o intuito de descrever ecologicamente a fauna subterrânea habitante dos canalículos em formação ferrífera no sudeste do Pará. 110 armadilhas foram utilizadas, das quais 55 continham a isca padrão e 55 continham isca enriquecida. Em cada furo de sondagem, cinco armadilhas espaçadas 5 metro entre si foram iscadas com serapilheira coletada anteriormente no próprio local, denominada de Isca padrão (esterilizada em estufa a 90°C por 1 hora) e outras contendo folhíço e fígado, denominada Isca Enriquecida. Foram abaixadas em cabos, a até 25 metros de profundidade durante 2 meses. Os morfótipos encontrados pertencem às seguintes Classes: Aracnida, Entognatha, Insecta, Crustacea, Miriapoda, Nematoda e Turbellaria. Aracnida foi marcada pela alta abundância de ácaros (13 táxons), seguida de Aranae (4 táxons) e Opilionida (2 táxons). A Classe Entognatha foi representada exclusivamente por Collembola (8 táxons). A classe Insecta foi representada por 7 Ordens: Blatodea (3 táxons); Coleoptera (10 táxons); Diptera (12 táxons); Hemiptera (1 táxon); Hymenoptera (2 táxons), Isoptera (1 táxon) e Ortoptera (1 táxon). Nematoda apresentou 2 táxons e em Miriapoda ocorreu apenas 1 táxon, assim como em Crustacea e Turbellaria. A partir da utilização de todo o conjunto de dados disponível observamos que a hipótese de que armadilhas com iscas padrão possuem maior riqueza de espécie do que armadilhas com iscas enriquecidas não foi corroborada, uma vez que a probabilidade do acaso explicar a variação observada foi baixa ( $t = 2.0477$ ,  $df = 21$ ,  $p\text{-value} = 0.0533$ ). Por outro lado, ao serem removido dados considerados *outliers* nas amostras com isca padrão, é possível observar que os resultados são significantes ( $t = 3.012$ ,  $df = 19$ ,  $p\text{-value} = 0.007168$ ). Isto indica a necessidade de mais repetições de coleta, uma vez que os dados ficaram no limite entre ser ou não significativos, mesmo partindo da totalidade dos dados.

**Palavras-Chave:** fauna subterrânea; mesocavidades; troglóbios, Província Mineralógica de Carajás.

### **Abstract**

*One of the striking differences between the various existing lithologies, such as the limestone (classical subterranean system) and the iron formations (considered a non-karstic formation) is the*

*potential connectivity between macrocaverns (human-penetrable caves) through the permeability of rock. Motivated by the constant need for improvements and development of new approaches to understanding the underground connectivity, this work aimed at a new methodological approach by the massive survey of the underground fauna, as well as to compare the sampling efficiency using different treatments (chemical baits) to produce a ecologically describing the subterranean fauna inhabiting the iron formations in Southeastern Pará. 110 traps were used, of which 55 contained the standard bait and 55 contained enriched bait. In each drill hole, five traps spaced 5 meters from each other were installed with litterleaf collected previously in the same place, called the standard Bait (sterilized in a 90°C oven for 1 hour) and others containing litter and liver, called Enriched Bait. They were lowered up to 25 meters deep for 2 months. The morphotypes found belong to the following Classes: Arachnida, Entognatha, Insecta, Crustacea, Miriapoda, Nematoda and Turbellaria. Arachnida was marked by the high abundance of mites (13 taxa), followed by Araneae (4 taxa) and Opiliona (2 taxa). The Entognatha class was represented exclusively by Collembola (8 taxa). The Insecta class is represented by 7 Orders: Blatodea (3 taxa); Coleoptera (10 taxa); Diptera (12 taxa); Hemiptera (1 taxon); Hymenoptera (2 taxa), Isoptera (1 taxon) and Orthoptera (1 taxon). Nematoda presented 2 taxa and in Miriapoda there was only 1 taxon, as well as in Crustacea and Turbellaria. From the use of the available data, we observed that the hypothesis that traps with standard baits have a species richness bigger than traps with enriched baits was not corroborated, once the chance of explaining the observed variation was low ( $t = 2.0477$ ,  $df = 21$ ,  $p$ -value = 0.0533). On the other hand, when data are considered outliers in the standard bait samples, it is possible to observe that the results are significant ( $t = 3,012$ ,  $df = 19$ ,  $p$ -value = 0.007168). This indicates the need for more repetitions of sampling events, by observation the data wereso clos to the limit between significant or not, even testing the totality of the data.*

**Keywords:** troglófauna; mesocavities; troglóbionts.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma das diferenças marcantes entre as diversas litologias existentes, como o calcário (sistema subterrâneo clássico) e as formações ferríferas (considerado uma formação não-carstica) é a potencial conectividade existente entre as macrocavernas (cavernas penetráveis pelo ser humano) por meio da permeabilidade da rocha bem como descontinuidades ou contato entre diferentes rochas, especialmente nas carapaças de canga. Estes fatores sugerem a possibilidade do transito da fauna no meio subterrâneo (FERREIRA 2005; SOUZA-SILVA et al, 2011; FERREIRA, 2015; PILÓ 2015; PILÓ, 2018).

Estes autores sugerem que o sistema ferruginoso de forma geral apresenta conexões subterrâneas por meio de descontinuidades estruturais, que possibilitariam o fluxo da fauna subterrânea através da rocha, permitindo que diversas espécies, especialmente as troglóbias, possam apresentar distribuições mais amplas (FERREIRA, 2015).

As conexões observadas compreendem um sistema de poros, fissuras, fendas e cavidades, que além de funcionarem em conjunto como “esponjas” de captação e recarga hídrica (CARMO, 2010), atuam como micro e meso cavernas (cavidades e canalículos de tamanhos reduzidos, permeáveis à fauna) proporcionando abrigo e vias de locomoção (FERREIRA 2005; BICHUETTE, *et. al.* 2015).

A evolução dos canalículos, ou mesocavidades, pode gerar apêndices ou expansões laterais que podem eventualmente evoluir para galerias laterais. Os canalículos são formas características das cavernas ferríferas, indicando uma intensa rede de pequenos canais na rocha, responsáveis muitas vezes pelo transporte da água pluvial e de sedimentos.

Associando-se a permeabilidade à fauna no interior do sistema, as populações de organismos de tamanho reduzido, de vida curta e populações podem variar expressivamente em um curto espaço de tempo, o que permite inferir a influência destes canalículos na capacidade de ocupação de novas áreas de acordo com a

sazonalidade. Assim, as cavernas em formação de ferro são singulares, uma vez que apresentam elevada riqueza e diversidade de espécies e complexidade biológica.

Pipan e Culver (2014 e 2012) definem habitat subterrâneo raso, como solos em até 10 metros de profundidade, caracterizados por espaços maiores do que os organismos que habitam em especial organismos adaptados à escuridão. Desta maneira, o presente estudo extrapola os conceitos de SSH (*shallow subterranean habitat*) e de MSS (*Milieu souterrain superficiel*), que segundo o mesmo autor, correspondem à camadas mais superficiais do solo, restrito a alguns metros de profundidade.

Na Austrália, a formação ferrífera não apresenta cavernas. A fauna subterrânea Ocidental é reconhecida como sendo globalmente por causa de sua alta riqueza de espécies e altos níveis de endemismo. Nesta região o levantamento de espécies em estudos de impactos ambientais é realizado apenas nos canalículos (EPA, 2016b).

O trânsito de troglóbios entre diferentes litologias através do MSS – Meio Subterrâneo Superficial foi registrado por JUBERTHIE et al. (1980). De fato, a ocorrência de opilião troglomorfo da família Cryptogeobiidae (aff. Spinopilar) em diferentes cavernas em rocha ferrífera e em caverna no quartzito adjacente no Quadrilátero Ferrífero (COELHO et al., 2010; ) sugere unidade do meio subterrâneo entre as litologias, se tal espécie for realmente troglóbias (TRAJANO et al. 2017).

Mais recentemente, Soares e Auler (2017) e Soares et al (2016) apresentaram os resultados da fauna subterrânea em canga em MSS. O MSS trap provou ser o método mais eficiente para coletar estes organismos. Embora a proporção de troglomorfos registrados seja baixa, sua presença nesses espaços tem sido regularmente verificada. Todos esses táxons já foram descritos como presentes nas macrocavernas das áreas estudadas. Estes resultados apresentados confirmam a existência de espécies troglomorfas na canga, e o potencial

deste ambiente para sustentar as populações subterrâneas.

Estes dados técnicos apontam para a necessidade de se conhecer o sistema ferrífero de forma mais ampla no intuito de se conhecer a fauna subterrânea dispersa pelo sistema ferrífero nas mesocavidades contudo existe uma dificuldade metodológica, acessar os canalículos. A realização de sondagem para mapeamento em empreendimento monerários dá a oportunidade de acesso a este sistema sem ficar limitado às macrocavidades, contudo existe a dificuldade de se compatibilizar estas pesquisas em áreas com interesse mineral. Desta maneira, o número de trabalhos que abordam essa metodologia ainda é limitado e explora apenas as camadas mais superficiais.

Motivado pela constante necessidade de aprimoramentos e desenvolvimento de novas abordagens no entendimento da conectividade subterrânea, este trabalho objetivou uma nova abordagem metodológica no levantamento massivo da fauna subterrânea, bem como comparar a eficiência de coleta utilizando-se diferentes tratamentos (iscas químicas), com o intuito de descrever ecologicamente a fauna subterrânea habitante dos canalículos em formação ferrífera no sudeste do Pará.

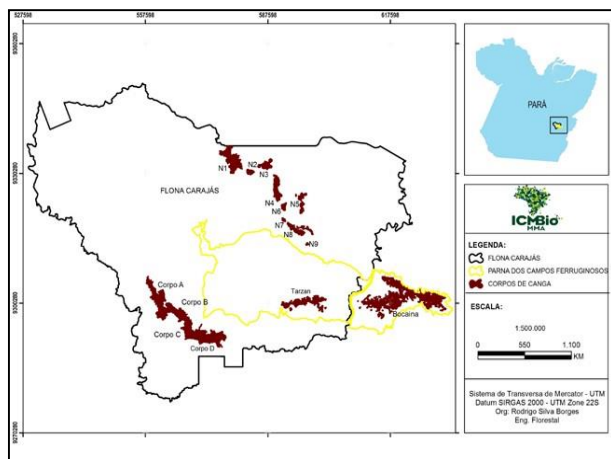
## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Área de estudo:

As atividades de coleta das amostras biológicas ocorreram na área denominada Platô N3 (figura 1), localizado na serra norte no interior da Floresta Nacional de Carajás. A unidade espeleológica de Carajás enquadra-se na subclassificação Aw. Na estação chuvosa, os volumes mais expressivos concentram-se no período de janeiro a março e a precipitação média mensal desse intervalo é da ordem de 300 mm. O período seco inclui os meses de junho, julho e agosto, cuja média mensal de precipitação é da ordem de 30 mm (VALE, 2008).

O desenvolvimento da paisagem regional destaca-se inicialmente pelo compartimento de topo das serras acima de 700 m, sustentado pela formação ferrífera e pelas

coberturas de canga, caracterizado pela vegetação com fisionomia típica do bioma Cerrado (Pilóet *et al* 2015). Além da superfície de topo merecem destaque as bordas dos platôs, onde a paisagem está sendo erodida pelo intemperismo, revelando cavidades anteriormente oclusas.



**Figura 1:** Denominação dos corpos de canga (platôs), utilizada na gestão da Floresta Nacional de Carajás. A linha amarela delimita o Parque Nacional Campos Ferruginosos (Arquivo ICMBio).

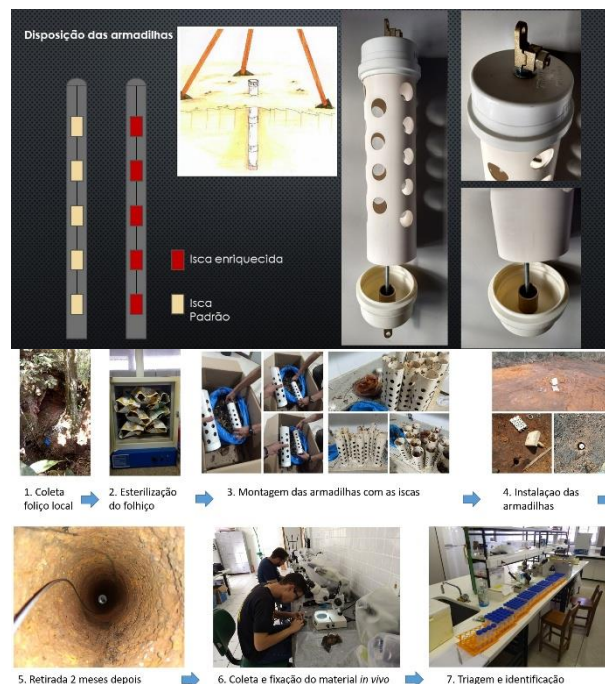
## 2.2. Coleta das amostras biológicas:

O Desenho experimental foi baseado na metodologia de Halse and Pearson, (2014) adaptado de EPA (2016a), que regra as atividades de licenciamento ambiental que afetem a fauna subterrânea na região ferrífera da Austrália. Cada amostra de troglota foi coletada usando a mesma técnica, contudo contendo iscas de diferentes teores de proteína. Ambas as técnicas forneceram subamostras independentes.

A metodologia Halse e Pearson (2014), prevê uma única armadilha profunda colocada a alguns metros acima do fundo do furo de sondagem. A cada quatro furos, são montadas duas armadilhas (cerca de um terço da distância entre a superfície e o fundo do furo e alguns metros acima do fundo), ou seja, uma ou duas armadilhas com a mesma isca em todos os furos de sondagem analisados.

De forma similar a metodologia destes autores, este trabalho utiliza uma metodologia baseada na proposta utilizada por estes autores, no intuito de comparar as metodologias de

levantamento de fauna subterrânea em mesocavidades. Assim, foram levantados dados nos furos de sondagem escavados previamente, utilizando-se armadilhas constituídas de tubos de PVC (300 x 70 mm, com furos de acesso pelas laterais) usados para colonização. Contudo, visando um amplo mapeamento da fauna subterrânea, a metodologia foi adaptada (Figura 2).

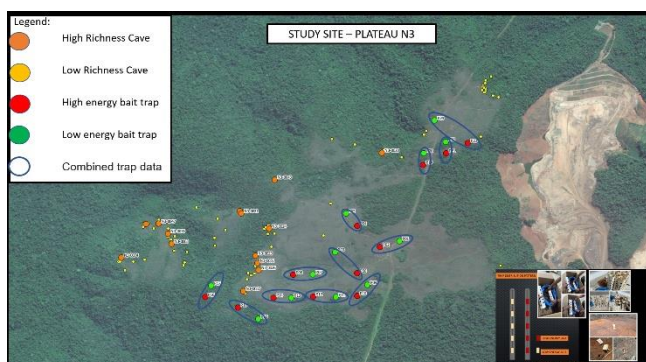


**Figura 2:** Desenho esquemático da armadilha de coleta de fauna subterrânea nos canalículos (mesocavidades) e resumo da metodologia de coleta. Fonte: Adaptado Halse & Pearson (2014).

Em cada furo de sondagem, cinco armadilhas espaçadas 5 metro entre si foram iscadas com serapilheira úmida coletada anteriormente no próprio local, denominada de Isca padrão (esterilizada em estufa a 90°C por 1 hora) e outras contendo folhoso e fígado, denominada Isca Enriquecida. Foram abaixadas em cabos, a até 25 metros de profundidade (equivalente a um prédio de 8 andares) ou até a zona saturada em litologias associadas ao ferro na área de estudo. As armadilhas foram expostas por aproximadamente 8 semanas.

110 armadilhas foram utilizadas, das quais 55 continham a isca padrão e 55 continham isca enriquecida. Os furos contendo as armadilhas foram preenchidos com apenas

um tipo de isca associado espacialmente com o outro furo contendo outro tipo de isca, possibilitando a verificação do efeito da isca localmente de forma par-a-par. Desta maneira, para cada furo contendo armadilhas com de alta energia (iscas enriquecidas), o furo mais próximo foi preenchido com armadilhas com iscas de baixa energia (isca padrão). Isto permitirá a relação da riqueza encontrada em um determinado ponto tanto pela resultado obtido pelas armadilha com isca enriquecida, quanto pelo conjunto de armadilhas contendo apenas isca padrão e assim verificar a influencia da isca nos 11 pontos de estudo (figura 3).



**Figura 3:** Localização dos pontos de coleta de acordo com o tratamento utilizado no Platô N3. Pontos em amarelo representam as cavernas. Em laranja as cavernas com alta riqueza. Em vermelho, furos de sondagem contendo armadilhas com isca enriquecida (IE); em verde furos de sondagem contendo armadilhas com isca padrão (IP); os círculos azuis representam a associação local dos dois tipos de iscas usados.

Os furos foram fechados para minimizar a entrada de invertebrados superficiais. As armadilhas foram recuperadas oito semanas depois e colocadas individualmente em sacos lacrados e imediatamente triadas no Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia, em Paraupabas/PA.

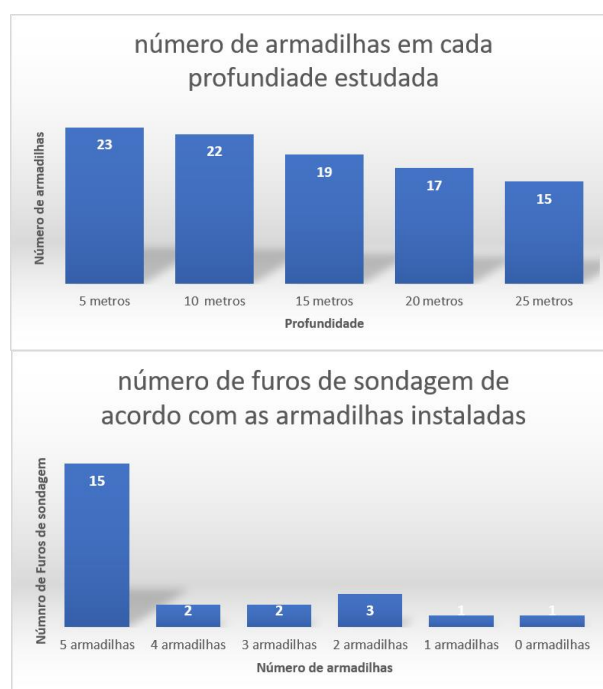
### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análise dos dados dos canalículos:

A maioria dos furos de sondagem tinha 150 mm de diâmetro e perfurados semanas antes da amostragem. Apesar da profundidade dos furos ser superior a 100 metros, não foi

possível colocar as 5 armadilhas em alguns deles, pois o nível freático estava a menos de 25 metros a partir da superfície ou havia alguma obstrução por desmoronamento das paredes do furo.

As 110 armadilhas foram dispostas inicialmente em 24 furos de sondagem, tendo em vista que alguns dos furos não comportaram as 5 armadilhas. Destas, 14 não puderam ter seus dados coletados uma vez que ficaram presas devido a alguma instabilidade no solo provocando o bloqueamento do furo, restando 96 amostras para análise (figura 4).



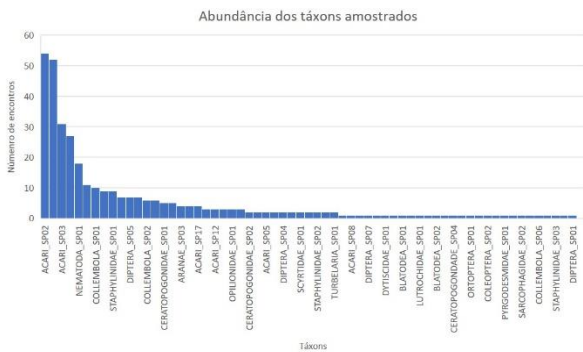
**Figura 4:** Acima: número total de armadilhas em cada profundidade analisada. Em baixo: número de furos de acordo com a quantidade de armadilhas instalada em cada um.

Os dados foram coletados em agosto de 2018, representando a estação seca. A amostragem da fauna subterrânea de acordo com a metodologia utilizada (baseada em Halse & Pearson 2014) no Platô N3 na Serra Norte em Carajás resultou inicialmente na coleta de 63 táxons.

Os morfótipos encontrados pertencem às seguintes Classes: Aracnida, Entognatha, Insecta, Crustacea, Miriapoda, Nematoda e Turbellaria. Aracnida foi marcada pela alta abundância de ácaros (13 táxons), seguida de

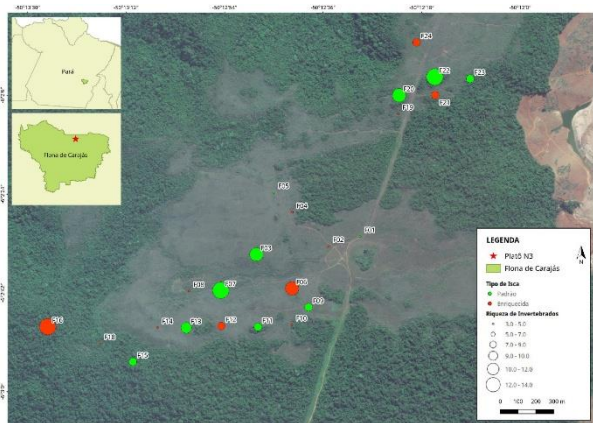
Araneae (4 táxons) e Opilionida (2 táxons). A Classe Entognatha foi representada exclusivamente por Collembola (8 táxons). A classe Insecta for representada por 7 Ordens: Blatodea (3 táxons); Coleoptera (10 táxons); Diptera (12 táxons); Hemiptera (1 táxon); Hymenoptera (2 táxons), Isoptera (1 táxon) e Ortoptera (1 táxon). Nematoda apresentou 2 táxons e em Miryapoda ocorreu apenas 1 táxon, assim como em Crustacea e Turbellaria.

Acari sp2 e sp3 foram as espécies mais abundantes em número de encontros, independentemente do tipo de isca utilizado (figura5). Das espécies reconhecidas como troglóbias foram coletados dois táxons. O Entognatha Collembola Sp1, encontrado em 10 armadilhas e o Miryapoda Pyrgodesmidae sp1, encontrado em apenas 1.



**Figura 5:** Abundância baseada no número de encontros dos táxons amostrados por armadilhas no platô N3 em Carajás/PA.

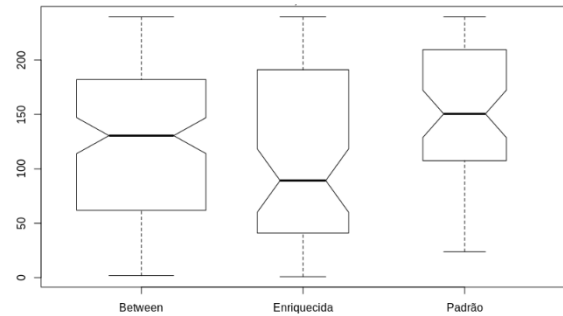
A distribuição espacial da riqueza observada nos furos de sondagem de acordo com o tipo de isca utilizada é demonstrada na figura 6.



**Figura 6:** Mapa da riqueza observada nos furos de sondagem. Em verde, armadilhas com isca padrão. Em

vermelho, armadilhas com iscas enriquecidas. O tamanho dos pontos reflete o número de espécies encontradas.

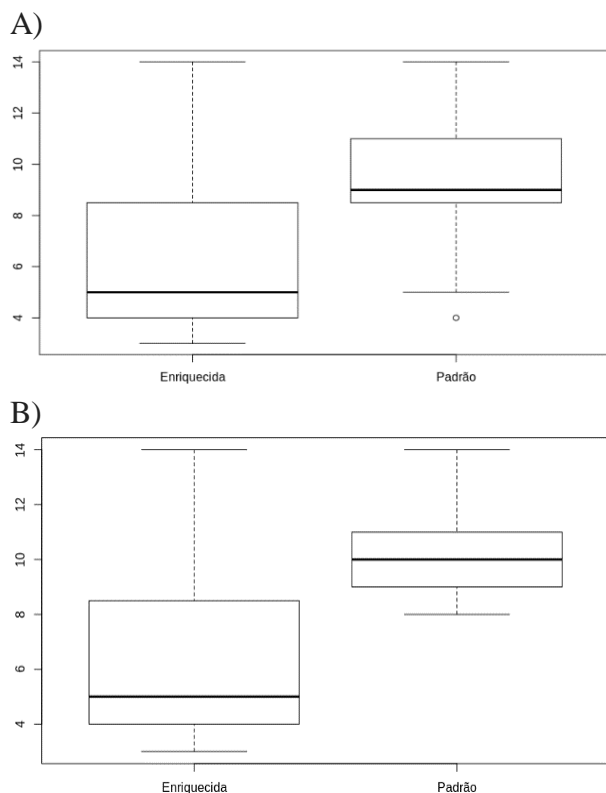
A composição das espécies encontra da nos dois tratamentos não foi significativa (figura 7), contudo algumas espécies foram encontradas exclusivamente em um dos tratamentos.



**Figura 7:** Boxplot entre a composição de espécies ente os dois tratamentos. R=0,007; P= 0,3664.

### 3.2. Análise de eficiência de coleta

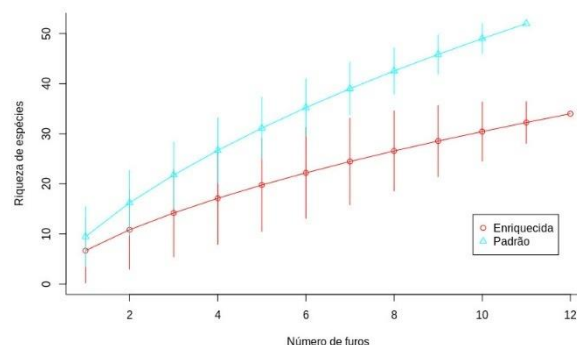
Os resultados confirmam a existência de espécies troglomórficas na canga e o potencial deste ambiente para sustentar populações subterrâneas. No total foram levantados 63 táxons, sendo 34 coletados por isca enriquecida e 50 coletados por iscas padrão. Contudo, ao se testar a diferença na riqueza observada em cada tipo de tratamento (isca padrão e isca enriquecida), nota-se que não há diferença significativa na eficiência de coleta com base na riqueza amostrada em cada caso. Foram executados testes de normalidade (Shapiro-Wilknormalitytest) e de homocedasticidade dos dados (Levene's Test for HomogeneityofVariance), corroborando sua normalidade para realização do teste t. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se pacotes do *software R* (Figura 8).



**Figura 8:** Boxplot da riqueza encontrada nos dois tratamentos (Isca Padrão) e (Isca Enriquecida). A) Eficiência de coleta em cada tratamento com base na riqueza e amostras total  $t = 2.0477$ ,  $df = 21$ ,  $p\text{-value} = 0.0533$ . B) Eficiência de coleta em cada tratamento com base na riqueza e amostras removendo dados *outliers*.

A partir da utilização de todo o conjunto de dados disponível observamos que a hipótese de que armadilhas com iscas padrão possuem maior riqueza de espécie do que armadilhas com iscas enriquecidas não foi corroborada, uma vez que a probabilidade do acaso explicar a variação observada foi muito baixa ( $t = 2.0477$ ,  $df = 21$ ,  $p\text{-value} = 0.0533$ ). Por outro lado, ao serem removido dados considerados *outliers* nas amostras com isca padrão, é possível observar que os resultados são significantes ( $t = 3.012$ ,  $df = 19$ ,  $p\text{-value} = 0.007168$ ). Isto indica a necessidade de mais repetições de coleta, uma vez que os dados ficaram no limite entre ser ou não significativos, mesmo partindo da totalidade dos dados. Ao se desconsiderarem os dados *outliers*, em média, a isca padrão capturou no mínimo 3 espécies a mais do que armadilhas com isca enriquecida.

Outro dado que corrobora o melhor desempenho das armadilhas com isca padrão foi o resultado da análise da curva de rarefação gráfico que registra o número cumulativo de espécies de organismos detectados nas mesocavidades relacionado o tipo de tratamento com uma função do esforço cumulativo gasto na busca (Figura 9).



**Figura 9:** Curva de rarefação de espécies de acordo com o tipo de isca utilizada.

Uma das hipóteses elencadas para a explicar a menor eficiência de coleta observada em alguma das armadilhas com isca enriquecida, foi o desenvolvimento de um fungo patógeno que envolveu a armadilha e deve ter causado esse efeito. Esta hipótese ainda está em testes a partir do cultivo do material fúngico para posterior determinação da espécie e seus parâmetros biológicos, inclusive toxicidade (figura 10).



**Figura 10:** armadilhas com desenvolvimento de colônia de material fúngico. Existe a possibilidade de que este material apresentaria toxicidade e determinado a baixa riqueza encontrada.

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que os furos de sondagem representam um subconjunto das espécies encontradas nas cavernas, que por sua vez representa outro subconjunto das espécies edáficas, contudo de grande interesse em análises de conectividade subterrânea no sistema ferrífero, bem como suas implicações



na definição de Área de Influência de cavidades.

A riqueza de espécies encontrada pode ser aumentada após análises de identificação mais aprofunda do material coletado por especialistas.

Diversas questões ainda ficam em aberto na utilização desta metodologia, uma vez que foi testada em um país com características climáticas diferentes, que afetam diretamente a eficiência das armadilhas. Tempo de exposição, tipo de isca, profundidade da armadilha e dos furos, altura do nível freático, entre outras.

A possibilidade de as comunidades biológicas subterrâneas estarem fortemente em conexão tanto na formação ferrífera quanto em áreas cársticas representa questões atuais no entendimento científico para o embasamento de princípios legais no uso e ocupação do solo destes ambientes. Estes dados reforçam a necessidade de aprofundamento dos estudos para melhor compreensão das dinâmicas ecológicas envolvidas tanto nas macrocavernas, quanto nos canalículos.

A demanda dos empreendimentos minerários que afetam cavidades naturais, promove uma carência de dados como os aqui apresentados, uma vez que estes levantamentos quando realizado por iniciativa própria do empreendedor, compõem relatórios técnicos não publicados. Por se tratarem de áreas com relevante interesse econômico nacional, poucos pesquisadores têm acesso à realização de pesquisas em furos de sondagem

## 5. AGRADECIMENTOS

À equipe do Centro de Estudo de Biologia Subterrânea do Departamento de Ecologia da Universidade Federal de Lavras, em especial pelos apoios em campo e identificação do material coletado;

À equipe do Laboratório de Genética e Morfologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília;

Aos prof. Wilton e Rosana pela disponibilização do Laboratório de Entomologia da Universidade Federal Rural da Amazônia;

À equipe Vale S.A. envolvida na logística e apoio em campo.

## REFERÊNCIAS

- BICHUETTE, M. E.; FONSECA-FERREIRA, R.; GALLÃO, J. E. **Biota subterrânea associada às cavernas em formação ferrífera**. 174-191 p. In: Ruchkys U. A. Travassos, L. E. P. Rasteriro, M. A. Faria, L. E. (Eds.) Patrimônio Espeleológico em Rochas Ferruginosas: propostas para sua conservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Campinas/SP, Sociedade Brasileira de Espeleologia, 2015. 354 p.
- COELHO, A; PILÓ, L.B.; AULER, A.; BESSI, R. **Espeleologia da área do Projeto Apolo, Quadrilátero Ferrífero, MG**. Belo Horizonte: Carste Consultores Associados, 2010. 179p. Relatório Técnico.
- EPA (Environmental Protection Authority, Western Australia). Subterranean fauna survey. Environmental Assessment Guideline No. 12. June 2013. **Technical Guidance**. 2016a, 20p. Disponível em: <http://www.epa.wa.gov.au>
- EPA (Environmental Protection Authority, Western Australia). Sampling methods and survey considerations for subterranean fauna in western Australia. **Guidance Statement** n. 54a, August 2007. 2016b, 32p. Disponível em: <http://www.epa.wa.gov.au/>
- FERREIRA, R. L., 2005. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste** (Belo Horizonte), v. 3, p. 106-115.

- FERREIRA, R.L.; OLIVEIRA M. P. A. & SOUZA-SILVA, M. **Biodiversidade subterrânea em geossistemas ferruginosos.** 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.
- HALSE, S. A. e PEARSON, G. B. Troglifauna in the vadose zone: comparison of scraping and trapping results and sampling adequacy. – **Subterr. Biol.** 13: 2014. 17–34.
- JUBERTHIE, C.; DELAY, B.; BOUILLON, M. Extension du milieu souterrain en zone non-calcaire: description d'un nouveau milieu et de son peuplement par les coleopteres troglobies. **Mémoires de Biospéologie**, v. 7, p. 19-52. 1980
- PIPAN, T., and DAVID C. C. **Biology of Caves and Other Subterranean Habitats (The biology of habitats series).** Oxford University Press, 2009.
- PIPAN, T., and DAVID C. C. **Shallow Subterranean Habitats: Ecology, Evolution, and Conservation.** Oxford and New York: Oxford University Press. 2014
- PILÓ, L. B.; COELHO, A. E REINO, J. C. R., 2015. **Espeleologia em rochas ferríferas: Cenário atual e conservação.** 126-149 pp. In: Ruchkys U. A. Travassos, L. E. P. Rasteriro, M. A. Faria, L. E. (Eds.). Patrimônio Espeleológico em Rochas Ferruginosas: propostas para sua conservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. Campinas/SP, Sociedade Brasileira de Espeleologia, 351 p.
- PILÓ L. B. RIBEIRO, A. F. REINO, J. C. R., CRUZ, J. B., MAIOLINO, D. R. **Espeleologia na Flona Carajás - cenários para conservação e mineração.** In: Projeto cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás / Frederico Drumond Martins, Luciana Hiromi Yoshino Kamino e Katia Torres Ribeiro (organizadores). – 1. ed. – Tubarão (SC): Copiart, 2018. 207-258pp.
- SOARES. G. A.; AULER, A. S. **Iron-rich rocks: A little recognized habitat for troglifauna colonization.** In: 17th International Congress of Speleology, 2017, Penrith. Proceedings 17th International Congress of Speleology. Sydney: Australian Speleological Federation, 2017. v. 1. p. 399-399.
- SOARES, G.; ANDRADE, R.; PERRONI, G. **Troglomorphic fauna sampling methods in canga formations, Minas Gerais State, Brazil.** 23rd International Conference on Subterranean Biology. 2016
- SOUZA-SILVA, M, MARTINS R. P. & R. L. FERREIRA 2011. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation** 8 (20):1713-1729.
- TRAJANO, E.; BESSI, R. A classificação Schiner-Racovitza dos organismos subterrâneos: uma análise crítica, dificuldades para aplicação e implicações para conservação. **Espeleo-tema**, v. 28, n. 1, p. 87-102, 2017. Disponível em: <[http://www.sbe.com.br/espeleo-tema/espeleo-tema\\_v28\\_n1\\_087-102.pdf](http://www.sbe.com.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v28_n1_087-102.pdf)>.