



ANAIS do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia

Ouro Preto SP, 13-18 de junho de 2017 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br/34cbeanais.asp

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

ANGARTEN, N. B. O.; *et al.*. Caracterização da fauna de invertebrados em cavidades naturais no âmbito do licenciamento ambiental da ferrovia de integração oeste-leste. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. *Anais...* Campinas: SBE, 2017. p.9-21. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_009-021.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

A publicação dos Anais do 34º CBE contou com o apoio do Instituto Brasileiro de Mineração. Acompanhe a cooperação SBE-IBRAM em www.cavernas.org.br/sbe-ibram

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



IBRAM 40 anos
INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO
Brazilian Mining Association
Câmara Mineira de Brasil

CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA DE INVERTEBRADOS EM CAVIDADES NATURAIS NO ÂMBITO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE

CHARACTERIZATION OF INVERTEBRATE FAUNA IN CAVES ON SCOPE OF ENVIRONMENTAL LICENSING OF FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE-LESTE

Natália Bittencourt de Oliveira ANGARTEN (1); André Moreira RAMOS (1);
Emerson Marcello Ferreira ANASTÁCIO (1); Paula Durante TAGLIARI (1,2).

(1) VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S/A, Brasília DF.

(2) Universidade de Brasília, Brasília DF.

Contatos: natalia.bittencourt@valec.gov.br; andre.ramos@valec.gov.br; paula.tagliari@valec.gov.br.

Resumo

A Ferrovia de Integração Oeste Leste (FIOL) possui 1.527 km de extensão e promoverá a comunicação entre o porto em Ilhéus e as cidades baianas de Caetité e Barreiras à Figueirópolis, no Tocantins, ponto de interligação da FIOL com a Ferrovia Norte Sul (FNS). No Oeste Baiano, trecho que intercepta os municípios de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória, há uma área de carbonatos cársticos da Formação Sete Lagoas, os quais abrigam ocorrências de cavidades naturais subterrâneas. No âmbito do processo de licenciamento ambiental da FIOL foi realizada a caracterização da fauna de invertebrados em 9 cavidades naturais onde foram adquiridos dados que demonstram que as cavernas estudadas possuem alta riqueza e peculiaridades no que se refere à fauna de invertebrados.

Palavras-Chave: cavidades naturais; ferrovias; licenciamento ambiental.

Abstract

The Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) has 1527 km of extension and will promote the communication between the port of Ilhéus and the cities of Caetité and Barreiras, in Bahia, to Figueirópolis in Tocantins, the point of connection of this railroad with the Ferrovia Norte-Sul (FNS). On the stretch that intercepts the cities of São Félix do Coribe and Santa Maria da Vitória, in the west of Bahia, there is an area of karstic carbonates in the Sete Lagoas formation, that houses occurrences of natural underground cavities. In the context of the environmental licensing process of FIOL the characterization of the invertebrates fauna was realized in 9 natural cavities where data has been acquired, demonstrating that the studied caves are of great value and have peculiarities in regard to the invertebrate fauna.

Key-words: caves; railways; environmental licensing.

1. INTRODUÇÃO

A Ferrovia de Integração Oeste-Leste (EF 334/FIOL) é uma ferrovia aproximadamente longitudinal que interliga os municípios de Ilhéus, na Bahia, até Figueirópolis, no Tocantins, onde estabelece ligação com a Ferrovia Norte-Sul (EF 151/FNS). A implantação da FIOL tem por objetivo a redução dos custos de transporte de grãos, álcool e minérios destinados aos mercados internos e externos, bem como o aumento da competitividade dos produtos agroindustriais da região.

Ao longo dos seus 1.527 km de extensão, a FIOL transpassa terrenos geológicos dos mais diversos, sendo que à altura dos municípios baianos de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe a ferrovia cruza carbonatos cársticos da Formação

Sete Lagoas, os quais abrigam cavidades naturais subterrâneas.

Durante o licenciamento ambiental da FIOL foram elaborados o inventário espeleológico (VALEC, 2010) e a classificação de relevância de cavidades potencialmente impactadas irreversivelmente pelo empreendimento (VALEC, 2011), que culminaram na elaboração de Plano Básico Ambiental Espeleológico (PBAE) (VALEC, 2013) atualmente executado na área de estudo deste trabalho. Durante as campanhas de fauna realizadas na etapa de classificação de relevância das cavidades potencialmente impactadas e, posteriormente, durante a execução do PBAE, foram adquiridos dados que demonstram que estas cavidades apresentam alta riqueza e peculiaridades no que se refere à fauna de invertebrados.

O objetivo deste trabalho é apresentar o estado da arte dos aspectos bioespeleológicos (invertebrados) das cavernas localizadas na região cárstica atravessada pela FIOL, discutir sobre o conhecimento gerado pelos estudos executados, bem como compartilhá-los com a comunidade acadêmica, e apresentar as perspectivas para as fases futuras de implantação do empreendimento.

Serviço nº 40, conforme condicionante específica nº 2.16 da Licença de Instalação nº 750/2010 pela equipe constante da Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ACCTMB nº 469/2014) e constam do Relatório Final do Programa para o Patrimônio Espeleológico no Lote 06F da FIOL - Marco Zero

2. METODOLOGIA

Os dados apresentados neste artigo foram obtidos durante a execução dos Programas para o Patrimônio Espeleológico no Lote 06F da FIOL no âmbito do contrato nº 47/09 por meio da Ordem de

2.1 Área de Estudo e Cavidades Estudadas

A área de estudo contempla parte dos municípios baianos de São Félix do Coribe e Santa Maria da Vitória, sendo subdividida em duas Unidades Espeleológicas distintas, denominadas SMV e SFC, conforme a Figura 1 e a Tabela 1.

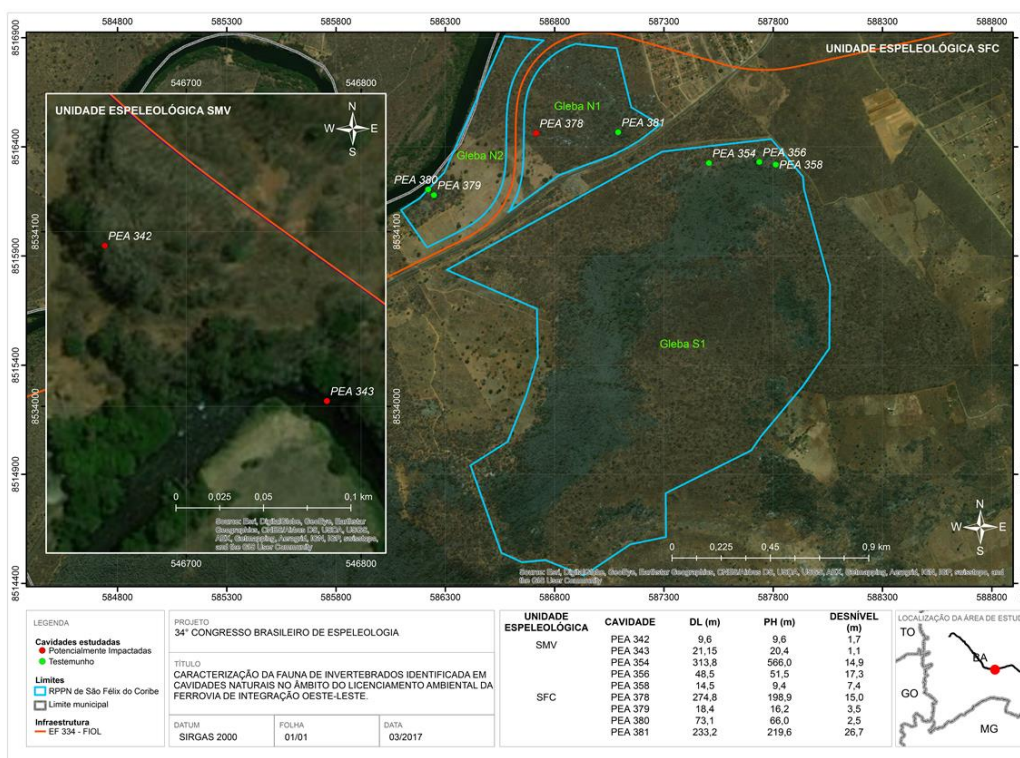


Figura 1: Delimitação da área de estudo no contexto da região de implantação da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL). Estão representadas as unidades espeleológicas de São Félix do Coribe-SFC (à direita) e de Santa Maria da Vitória-SMV (imagem ampliada à esquerda). Ao norte da Gleba N2 encontra-se o Rio Corrente.

Tabela 1: Cavidades estudadas no âmbito do licenciamento ambiental/espeleológico da FIOL, em que DL representa o Desenvolvimento Linear e PH representa a Projeção Horizontal das cavidades (adaptado de VALEC, 2013).

| UNIDADE ESPELEOLÓGICA | CAVIDADE | DL (m) | PH (m) | DESNÍVEL (m) |
|-----------------------|----------|--------|--------|--------------|
| SMV | PEA 342 | 9,6 | 9,6 | 1,7 |
| | PEA 343 | 21,15 | 20,4 | 1,1 |
| | PEA 354 | 313,8 | 566,0 | 14,9 |
| | PEA 356 | 48,5 | 51,5 | 17,3 |
| | PEA 358 | 14,5 | 9,4 | 7,4 |
| SFC | PEA 378 | 274,8 | 198,9 | 15,0 |
| | PEA 379 | 18,4 | 16,2 | 3,5 |
| | PEA 380 | 73,1 | 66,0 | 2,5 |
| | PEA 381 | 233,2 | 219,6 | 26,7 |

Nos domínios do município de Santa Maria da Vitória são observados paredões carbonáticos formando cânions ao longo do Rio Corrente, ao passo que no município de São Félix do Coribe a diretriz da FIOL margeia cerca de três quilômetros destes mesmos carbonatos fortemente carstificados. A área como um todo é bastante antropizada e as cavernas, bem como suas áreas de influência, encontram-se intensamente danificadas, sobretudo em áreas de pasto, de pedreiras clandestinas e até de um lixão, instalados em São Félix do Coribe (VALEC, 2010).

Geologicamente a área de estudo está inserida no contexto da Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí), que é caracterizada regionalmente pela sucessão de carbonatos de coloração roxa, esverdeada e cinza, dolomitos beges, e pelitos cinzas, cinza-esverdeados e avermelhados, além de níveis de silxito (VALEC, 2010).

O desenvolvimento do carste na área de estudo está intimamente ligado aos fatores geológico-estruturais e hídricos da região. Na SMV as rochas identificadas possuem maior contribuição de terrígenos, provavelmente silicosos, ao contrário do que ocorre nos carbonatos identificados na SFC, que possuem menos impurezas. Essa pequena variação faciológica diminui a capacidade de dissolução das rochas localizadas na SMV. Além destas variações de fácies, há também variações na direção dos fraturamentos, o que faz com que o desenvolvimento das galerias se dê conforme direções preferenciais (aproximadamente NNW/ENE) e padrões distintos. Na unidade SFC, os padrões de desenvolvimento das galerias das cavidades são similares entre si (VALEC, 2010).

As cavidades estudadas apresentam, no geral, pequenas dimensões, sobretudo na região da SMV. As entradas das cavidades configuram-se principalmente pelo alargamento das fraturas verticais e planos de acamamento horizontais, viabilizado pela elevação e rebaixamento sazonais dos níveis dos rios. As cavernas da SMV e da SFC possuem certa interação com os rios Do Meio e Corrente, respectivamente. Na SMV, à margem do rio, as cavidades apresentam indícios de inundação parcial ou total em algum momento de sua gênese e evolução, ao passo que na SFC há feições espeleogenéticas que indicam passagem turbulenta de um fluxo pretérito (*bell holes*), além de meandros e pendentes de teto, que indicam o preenchimento parcial ou total de condutos com contínua interação hídrica. Paredes polidas e *scallops* também foram observados (VALEC, 2010).

A relevância das cavidades estudadas foi definida conforme o que preconiza a IN 002/2009/MMA (VALEC, 2011). Como a FIOL impactará potencialmente três das cavidades estudadas, a legislação vigente (CONAMA 347/2004, Decreto 6640/2008), exige que o empreendedor responsável pela sua execução compense outras seis cavidades com atributos similares aos das impactadas. O órgão licenciador definiu que todas as nove cavidades estudadas são de alta relevância (VALEC, 2011). Um resumo dos atributos regionais e locais das cavidades consta da Tabela 2.

2.2 Amostragem

Os dados apresentados neste artigo foram obtidos durante a execução do Programa de Patrimônio Espeleológico no Lote 06F da FIOL, conforme condicionante específica nº 2.16 da Licença de Instalação nº 750/2010 (IBAMA, 2010) e Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ACCTMB nº 469/2014) (IBAMA, 2014).

A amostragem realizada nas cavernas objeto deste estudo foi realizada, considerando a sazonalidade, nos períodos de 21 a 27 de junho e 22 a 23 de novembro de 2014 (seca) e de 18 a 23 de março de 2015 (chuva). Cabe ressaltar que a metodologia aplicada nas nove cavidades foi diferenciada, uma vez que nas cavidades-testemunho foi realizado monitoramento por meio de quadrículas amostrais, ao passo que nas cavidades potencialmente impactadas foi realizado o resgate, conforme previsto no PBAE aprovado pelo órgão licenciador.

Foram instalados quadrantes amostrais de 4 m² nas cavidades-testemunho estudadas, contemplando preferencialmente locais que apresentavam melhores condições para localizar invertebrados (*e.g.* umidade, acúmulo de matéria orgânica, possíveis esconderijos, etc.). O número de quadrantes instalados em cada cavidade-testemunho variou em função de atributos como tamanho, área interna acessível, declividade e presença de áreas alagadas. A coleta foi realizada manualmente com auxílio de pinças, pincéis e puçás em cada cavidade segundo o esforço total empregado (VALEC 2015) (Tabela 3).

O monitoramento e o resgate foram realizados em conformidade com a ACCTMB nº 469/14 e todo o material coletado está depositado na Coleção de Invertebrados Subterrâneos do Centro de Estudos

em Biologia Subterrânea da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O *turnover* de espécies (ou diversidade β) foi calculado utilizando presença e ausência de espécies pelo índice de Harrison (1992), modificado de Whittaker (1960), para comparação de cavernas com diferentes números de amostras, conforme a fórmula:

$$\beta_{\text{Harrison}} = \{[(S/a) - 1]/(N - 1)\} \times 100,$$

em que S = valores de riqueza total de espécies; a = valores de riqueza média de espécies; e N = números de eventos amostrais. Os resultados do índice variam de 0 (nenhum *turnover*) até 100 (cada amostra apresenta espécies únicas) (KOLEFF et al. 2003). A diferença na composição de espécies presentes em cada caverna e entre os períodos amostrais foi realizada por meio da análise de *n*-MDS, utilizando o programa *Primer* (VALEC, 2015).

Tabela 2: Comparativo dos atributos de valoração entre as cavernas estudadas. Fonte: PBA Espeleológico da FIOLE (VALEC, 2013).

| Cavidade | Risco de impacto | Atributos de Valoração Regional | Atributos de Valoração Local | Cavidades Testemunho |
|----------|------------------|--|--|----------------------|
| PEA 342 | X | Médio Volume (18,2 m ³) Baixa abundância relativa | Média riqueza de espécies; Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais); População residente de quirópteros | PEA 379 PEA 358 |
| PEA 379 | | Média Área (10 m ²); Médio volume (23,3 m ³) | Média Riqueza de espécies | |
| PEA 358 | | Médio volume (2758 m ³) Média área (283,1 m ²) | Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais); População residente de quirópteros | |
| PEA 343 | X | Alta área (34,3 m ²) Alto volume (40,4 m ³) | População residente de quirópteros; Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais); Média riqueza de espécies. | PEA 356 PEA 380 |
| PEA 356 | | Alta área (136,6 m ²) Alto volume (258,5 m ³) | Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais); População residente de quirópteros | |
| PEA 380 | | Média área horizontal (197 m ²) Médio volume (990,1 m ³) | Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais); Média riqueza de espécies. | |
| PEA 378 | X | Media área (520 m ²) Médio Volume (1238,9 m ³) Alta riqueza de espécies. | Presença de água com importância na dinâmica hídrica e biológica; Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais). | PEA 354 PEA 381 |
| PEA 354 | | Alta área (1860,1 m ²) Alto volume (4608,9 m ³). | Presença de água com importância na dinâmica hídrica e biológica; Alta diversidade de substratos orgânicos (5 tipos ou mais) | |
| PEA 381 | | Média área (421 m ²) Alto volume (1334,8 m ³) Média riqueza de espécies. | Presença de água com importância na dinâmica hídrica e biológica; Espécie Troglomórfica; Baixa diversidade de substratos orgânicos; Baixa abundância relativa. | |

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Foi registrado um total de 8.374 indivíduos nas nove cavidades amostradas, sendo 4.338 na estação seca e 4.036 na chuvosa. Foram capturados no máximo três exemplares testemunhos de cada espécie em cada cavidade-testemunho em atendimento à ACCTMB nº 269/2014. Os demais indivíduos foram apenas contabilizados (VALEC, 2015).

A riqueza total observada nas duas campanhas foi de 287 espécies, sendo 229 registradas na estação seca e 188 na estação chuvosa, pertencentes a, pelo menos, 94 famílias, 38 ordens e 09 classes (VALEC, 2015).

Os resultados atribuem a maior riqueza (51 espécies e 15 famílias) à ordem Araneae e maior abundância às aranhas do gênero *Loxosceles* (Sicariidae), encontradas em todas as cavidades amostradas, conforme Tabela 4 (VALEC, 2015).

Tabela 3: Esforço amostral aplicado nas cavidades, em que NQ representa o número de quadrantes, NC o número de coletores e t o tempo empregado na atividade (VALEC, 2015).

| CAVIDADE | ATIVIDADE | NQ | | NC | | t | |
|----------|---------------|------|-------|------|-------|---------|---------|
| | | SECA | CHUVA | SECA | CHUVA | SECA | CHUVA |
| PEA 354 | Monitoramento | 15 | 15 | 3 | 3 | 9h14min | 6h15min |
| PEA 356 | Monitoramento | 1 | 1 | 3 | 3 | 2h10min | 0h50min |
| PEA 358 | Monitoramento | 1 | 1 | 1 | 1 | 2h00min | 0h30min |
| PEA 379 | Monitoramento | 2 | 2 | 3 | 3 | 1h45min | 0h50min |
| PEA 380 | Monitoramento | 4 | 4 | 3 | 3 | 2h30min | 2h15min |
| PEA 381 | Monitoramento | 9 | 9 | 1 | 3 | 5h40min | 5h12min |
| PEA 378 | Resgate* | - | - | 3 | 3 | 7h00min | 2h20min |
| PEA 342 | Resgate* | - | - | 3 | 3 | 1h00min | 1h25min |
| PEA 343 | Resgate* | - | - | 3 | 3 | 1h35min | 1h25min |

* Não foram aplicados quadrantes durante o resgate.

Tabela 4: Dados-resumo dos organismos registrados nas cavidades estudadas (adaptado de VALEC, 2015).

| GRUPOS TAXONÔMICOS | CAVIDADE ESTUDADA (PEA) | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 342 | 343 | 378 | 354 | 356 | 358 | 379 | 380 | 381 | |
| ARACHNIDA | | | | | | | | | | |
| Amblypygi | | | | | | | | | | |
| Charinidae | | | | x | x | | | | | |
| Phrynidae | | | x | | | | | | | |
| Araneae | | | | | | | | | | |
| Caponidae | | | | x | | | | | | |
| Ctenidae | x | x | x | x | x | x | x | | x | |
| Lycosidae | | | x | | | | | | | |
| Nemesiidae | | | x | x | | | | | x | |
| Ochyroceratidae | | | x | | | | x | | x | |
| Oonopidae | | | x | x | | | | x | | |
| Pholcidae | x | x | x | x | x | | x | x | x | |
| Salticidae | x | | x | x | | | x | | x | |
| Scytodidae | | | | x | x | | x | x | | |
| Sicariidae | x | x | x | x | x | x | x | x | x | |
| Symphytognatidae | | | x | | | | | | | |
| Tethragnatidae | | | x | x | x | | x | | | |
| Tetrablemmidae | | | x | x | | | x | x | | |

| GRUPOS TAXONÔMICOS | CAVIDADE ESTUDADA (PEA) | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 342 | 343 | 378 | 354 | 356 | 358 | 379 | 380 | 381 | |
| Theridiidae | x | x | x | x | x | | x | x | x | |
| Uloboridae | | x | | | | | | | | |
| Ixodida | | | x | | | | | | | |
| Argasidae | x | x | | x | | | | x | | |
| Mesostigmata | | | | | | | | | | |
| Ascidae | | | | | | | | | | |
| Macrochelidae | | | | | | | | | | |
| Macronyssidae | | | x | | | | | | | |
| Ologamasidae | | | x | | | | | | | |
| Parantenuidae | | | x | | | | | | | |
| Podocinidae | | | x | | | | | | | |
| Opilioacarida | | | | | | | | | | |
| Opilioacaridae | | | | x | | | | | | |
| Opiliones | | | | | | | | | | |
| Gonyleptidae | | | | | x | | | | | |
| Zalmoxidae | | | x | x | | | | | | |
| Prostigmata | | | | | | | | | | |
| Anystidae | | | x | x | x | | | | x | |
| Cunaxidae | | | | x | | | | | x | |
| Eupodidae | | | | x | | | | | | |
| Labidostommidae | | | | | | | | | x | |
| Penthaleidae | | | | x | | | | | | |
| Rhagidiidae | | | | x | | | | | x | |
| Smarididae | | | x | | | | | | | |
| Pseudoescorpiones | | | | | | | | | | |
| Cheliferidae | | | | x | x | | | x | | |
| Chernetidae | | | x | | | | | | | |
| Chthoniidae | | | x | | | | | | | |
| Sarcoptiforme | | | x | x | | | | | x | |
| Acaridae | | x | | | | | | | | |
| Trombidiforme | | | | | | | | | | |
| Bdellidae | | | | x | x | | | | | |
| INSECTA | | | | | | | | | | |
| Blattodea | | | x | x | | | | x | x | |
| Coleoptera | | | | | | x | | | x | |
| Bostrichidae | | | | x | | | | | | |
| Carabidae | x | | x | x | x | | | x | | |
| Cholevidae | | | | x | | | | | | |
| Chrysomelidae | | | x | | | | | | | |
| Curculionidae | | | | x | | | | | | |
| Dermestidae | x | x | x | x | | | | x | | |
| Elateridae | | | | | | | | x | | |

| GRUPOS TAXONÔMICOS | CAVIDADE ESTUDADA (PEA) | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 342 | 343 | 378 | 354 | 356 | 358 | 379 | 380 | 381 | |
| Nitidulidae | | | | | | | | X | | |
| Ptiliidae | | | X | | | | | | | |
| Ptilodactylidae | | | | | | | | X | | |
| Scarabaeidae | | | | | | | | | | |
| Staphylinidae | | | X | X | | | | | | |
| Tenebrionidae | X | X | | X | | | | X | | |
| Collembola | | | X | X | X | X | X | | X | |
| Dermaptera | | | | | | | | | | |
| Diplatyidae | | | | X | | | | | | |
| Diptera | | | | | | | | | | |
| Cecydomiidae | | | | X | | | | | | |
| Chironomidae | | X | | | | | | | | |
| Culicidae | | X | | | | | | X | | |
| Dolichopodidae | X | | X | X | | | | X | | |
| Drosophilidae | X | | | | | | | | | |
| Heleomyzidae | X | | | | | | | | | |
| Muscidae | | | | | | | | | | |
| Mycetophilidae | | | X | X | | | | | | |
| Pholcidae | | | X | | | | | | | |
| Phoridae | | | | X | X | | | | | |
| Psychodidae | X | X | X | X | X | | | | | |
| Sciaridae | X | X | X | X | | | | | | |
| Tipulidae | | | X | | | | | | | |
| Trichoceridae | | | X | | | | | | | |
| Embioptera | | | | | | | | | X | |
| Ensifera | | | | | | | X | X | | |
| Phalangopsidae | | X | X | X | | | | | | |
| Ephemeroptera | | X | | | | | | | | |
| Hemiptera | | | | | | | X | | X | |
| Cixiidae | X | | X | X | X | | | X | | |
| Hebridae | | | X | X | | | | | | |
| Hemiptera | | | X | | | | | | | |
| Reduviidae | X | X | X | X | X | | | | | |
| Hymenoptera | | | | | | | | | X | |
| Apidae | X | | | | | | | | | |
| Formicidae | X | | X | X | X | X | | | | |
| Myrmicinae | | | X | | | | | | | |
| Ponerinae | | | X | | | | | | | |
| Vespidae | | X | | | | | | | | |
| Isoptera | | | | | | | | | | |
| Termitidae | X | | X | X | | | | | | |
| Lepidoptera | X | | | | | | X | X | X | |

| GRUPOS TAXONÔMICOS | CAVIDADE ESTUDADA (PEA) | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| | 342 | 343 | 378 | 354 | 356 | 358 | 379 | 380 | 381 | |
| Noctuidae | | x | x | | | | | | | |
| Tineidae | | x | x | x | | | | | | |
| Neuroptera | | | | | | | x | | | |
| Myrmeleontidae | x | x | | x | | | | x | | |
| Psocoptera | | | | | | | | | | |
| Epipsocidae | | | x | | | | | | | |
| Liposcelididae | x | x | x | x | | | | | | |
| Prionoglarididae | x | x | | x | | | | x | | |
| Psoquilidae | | x | | x | | | | | | |
| Psyllipsocidae | x | x | x | x | x | | | | | |
| Ptiloneuridae | | x | x | | | | | | | |
| Thysanoptera | | | x | | | | | | | |
| Zygentoma | | | | | | | | | | |
| Lepismatidae | x | | | x | | | | | | |
| Nicoletiidae | | | x | | | | | | | |
| DIPLOPODA | | | | | | | | | | |
| Polydesmida | | | | x | | | | | x | |
| Chelodesmidae | | | x | | | | | | | |
| Polyxenida | | | x | | | | | | | |
| ENTOGNATHA | | | | | | | | | | |
| Diplura | | | | | | | | | | |
| Japygidae | | | | x | | | | | | |
| Projapygidae | | | | x | | | | x | | |
| MALACOSTRACA | | | | | | | | | | |
| Isopoda | | | x | x | x | | | x | x | |
| Styloniscidae | | | | | | x | | | | |
| Platyarthridae | | | | | | | | | | |
| CLITELLATA | | | | | | | | | | |
| Haplotaxida | | | | x | | | | | x | |
| GASTROPODA | | | x | | | | x | | | |
| Pulmonata | | | | | | | | | x | |
| CHILOPODA | | | | | | | | | | |
| Geophilomorpha | | | | | | | | | x | |
| Scolopendromorpha | | | | | | | | | | |
| Cryptopidae | | | | x | | | | x | x | |
| Scutigeromorpha | | | | x | | | | | | |
| Spirostreptida | | | | | | | | | | |
| Pseudonannolenidae | | | x | x | | | | x | x | |
| OUTRAS | | | | | | | | | | |
| Symphyla * | | | | x | | | | | x | |

* A ordem Symphyla pertence ao subfilo Myriapoda, porém atualmente a classe está sendo atualizada.

Das cavidades potencialmente impactadas, nas quais foram realizados os resgates, a PEA 378 foi a que apresentou maior riqueza (110 espécies e 675 indivíduos), resultado esperado pelo fato desta ser a maior (1238,9 m³; Tabela 2) das cavidades deste grupo, oferecendo maior disponibilidade de micro-habitats e, conseqüentemente, possibilitando a ocorrência de maior número de espécies. As cavidades PEA 342 (18,2 m³; Tabela 2) e PEA 343 (40,2 m³; Tabela 2) apresentaram 33 e 37 espécies, respectivamente (VALEC, 2015).

Dentre as cavidades-testemunho, por sua vez, a maior riqueza foi registrada na PEA 354 (130 espécies), seguida da PEA 381 (98 espécies) e da PEA 379 (43 espécies). As cavidades PEA 356, PEA 380 e PEA 358 apresentaram menores valores de riqueza (Tabela 5) (VALEC, 2015).

Em se tratando de riqueza relativa, a PEA 356 apresentou maior valor seguida da PEA 379 com 32 e 21,5 espécies//m² (Tabela 5).

Outro aspecto importante observado nas cavidades-testemunho é a presença de organismos singulares, no que se refere aos estudos bioespeleológicos. Na cavidade PEA 354, por exemplo, foi registrado ácaro do gênero *Neocarus*, pertencente à família Opilioacaridae e à ordem Opilioacarida (VALEC, 2015).

A classificação deste organismo, entretanto, não foi concluída e possivelmente se trata de uma nova espécie (VALEC, 2015). Segundo Bernardi (2015) ainda há grande desconhecimento no que se refere à taxonomia, comportamento e ecologia desta ordem, que é constituída por 46 espécies atualmente descritas e são distribuídas por todos os continentes (exceto Antártida). No Brasil foram registradas oito espécies, embora outras muitas careçam de descrição (Silvestri, 1905; Bernardi et al, 2012; Bernardi et al, 2013; Bernardi et al, 2013; Bernardi et al, 2014; Vázquez et al, 2014; Vázquez et al, 2015).

Na cavidade PEA 380 foi registrada a espécie *Neotrogla curvata* (Prionoglaridiidae), pertencente à ordem Psocoptera, coletada nos primeiros estudos relacionados à FIOL e descrita por Lienhard e Ferreira (2013). O que torna esses organismos peculiares é a presença de órgão semelhante ao pênis masculino nas fêmeas, denominado de *gynosoma* por Lienhard (2010) (VALEC, 2015).

Esta espécie também foi identificada nas cavidades PEA 342, PEA 343, PEA 378, PEA 380, PEA 381, PEA 383 e PEA 341. Já na Caverna PEA 358 foram registradas duas espécies de isópodes aquáticos da família Stytoniscidae, cuja presença estaria associada ao afloramento do lençol freático na cavidade. Diante disso, era esperada uma maior abundância de indivíduos na estação chuvosa, fato que não se concretizou devido à severa estiagem que acometeu a região na estação chuvosa, fazendo com que o nível de água no interior da caverna não alcançasse a cota esperada. Com isso, estes isópodes foram registrados somente durante a amostragem da estação seca (VALEC, 2015). Muitas das espécies dessa família são altamente endêmicas, pois habitam micro-habitats específicos, especialmente poças que se formam em represas de travertino (Souza et al, 2015).

As duas espécies identificadas apresentam troglomorfismos como anofthalmia e despigmentação, o que poderia caracterizá-las como troglóbias (VALEC, 2015). Entretanto, no Brasil, são conhecidas ao menos trinta espécies de isópodes de ambientes cavernícolas, mas apenas as espécies *Xangoniscus odara* (Campos-Filho et al., 2015), *Iuiuniscus iuiuensis* (Souza et al, 2015), *Spelunconiscus castroi*, *Xangoniscus aganju*, *Leonardoscia hassalli*, *Amazoniscus leistikowi* (Campos-Filho et al, 2014), *Amazoniscus eleonora* (Souza et al, 2006), *Circoniscus buckupi*, *Circoniscus carajasensis* (Campos-Filho & Araujo, 2011) e *Trichorhina guanophila* (Souza-Kury, 1993) foram classificadas como troglóbias.

Tabela 5: Valores de riqueza absoluta e relativa em cada uma das cavernas amostradas para o monitoramento de fauna nos períodos de seca e chuva nas cavidades localizadas na região da FIOL (VALEC, 2015).

| Cavidade | Riqueza | | | Riqueza / m ² | | |
|----------|---------|------|-------|--------------------------|------|-------|
| | Total | Seca | Chuva | Total | Seca | Chuva |
| PEA 354 | 130 | 96 | 68 | 8,66 | 4,5 | 6,4 |
| PEA 356 | 32 | 22 | 12 | 32,0 | 12,0 | 22,0 |
| PEA 358 | 07 | 02 | 05 | 7,0 | 5,0 | 2,0 |
| PEA 379 | 43 | 32 | 19 | 21,5 | 9,5 | 16,0 |
| PEA 380 | 34 | 22 | 21 | 8,5 | 5,25 | 5,5 |
| PEA 381 | 98 | 64 | 61 | 10,9 | 6,8 | 7,1 |
| PEA 378 | 110 | 59 | 78 | - | - | - |
| PEA 342 | 33 | 18 | 22 | - | - | - |
| PEA 343 | 37 | 23 | 26 | - | - | - |

Um opilião da família Zalmoxidae, uma espécie da ordem Polydesmida e uma aranha da família Tetrablemmidae, todos possivelmente troglomórficos, também foram registrados. O opilião apresenta despigmentação e redução de estruturas oculares, sendo registrado nas cavidades PEA 354, PEA 378, PEA 379 e PEA 381. Os Polydesmida, por sua vez, foram encontrados nas mesmas cavidades, com exceção da PEA 379, e apresentam despigmentação. A aranha, a qual apresenta anofthalmia, foi observada apenas nas cavidades PEA 378 e PEA 380. Considerando que o opilião também foi identificado no entorno da caverna PEA 379 (durante a campanha da estação chuvosa); e que os Polydesmida e a aranha da família Tetrablemmidae não apresentaram outras características (*e.g.* apêndices alongados) em comum com outros organismos troglóbios do mesmo grupo, não é possível afirmar, neste trabalho, que tais organismos são exclusivos de ambientes cavernícolas (VALEC, 2015).

3.1 Análise comparativa entre as cavidades

Da análise de *turnover* foi possível observar uma substituição de pelo menos 50% de espécies entre as estações amostradas (Tabela 6) (VALEC, 2015). Ferreira e colaboradores (2016) também observaram uma alta substituição de espécies entre as estações amostradas no âmbito de estudos realizados em quatro cavernas calcárias em Dianópolis/TO. Estes autores atribuíram o resultado ao enorme “*pool*” de potenciais colonizadores presentes em sistemas subterrâneos contíguos ou sistemas externos, responsáveis por promover uma migração diferenciada para as cavernas, dependente da estação do ano, levando ao aumento do *turnover*.

Tabela 6: Valores de riqueza média e turnover das nove cavernas amostradas nos períodos de seca e chuva (VALEC, 2015).

| Cavidade | Riqueza Média | Turnover (%) |
|----------|---------------|--------------|
| PEA 354 | 82 | 59,8 |
| PEA 356 | 17 | 88,2 |
| PEA 358 | 3,5 | 100 |
| PEA 379 | 25,5 | 68,6 |
| PEA 380 | 21,5 | 58,1 |
| PEA 381 | 62,5 | 56,8 |
| PEA 378 | 62,5 | 62 |
| PEA 342 | 20 | 65 |
| PEA 343 | 24,5 | 51 |

A análise de similaridade, no período seco, apontou que as cavidades PEA 342 e PEA 343 são as mais similares na composição de espécies, fato que pode ser atribuído à proximidade entre estas duas cavidades. Dentre as demais estudadas, a cavidade que apresentou maior similaridade com as PEA 342 e PEA 343 foi a PEA 380 (VALEC, 2015).

Há duas possíveis explicações para esse fato, que seriam a proximidade das três cavidades ao Rio Corrente (o que pode ter possibilitado a colonização por grupos semelhantes de fauna) e a semelhança do substrato predominantemente seco, que pode ter atuado como uma barreira limitando a colonização de um determinado grupo de espécies adaptadas a essas condições (Figura 2) (VALEC, 2015).

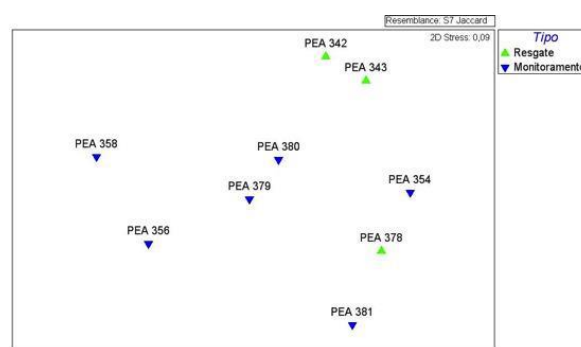


Figura 2: Análise de n-MDS pelo índice de Jaccard (seca). Em verde são representadas as cavidades potencialmente impactadas e em azul, as cavidades-testemunho (VALEC, 2015).

No período de chuva, a caverna PEA 358 se destacou das demais no que se refere à composição de espécies (Tabela 6) devido à dificuldade de amostragem na cavidade, uma vez que grande parte do seu substrato se encontra inundado. Ao retirar a PEA 358 da análise foi possível verificar uma similaridade ainda maior entre as cavidades PEA 342 e PEA 343, que se sobrepõem na Figura 3 (VALEC, 2015).

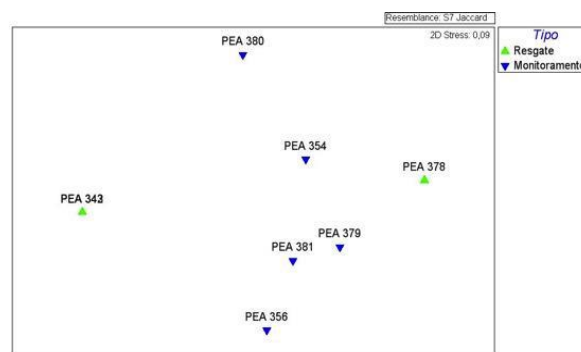


Figura 3: Análise de n-MDS pelo índice de Jaccard (chuva) excluindo a PEA 358. Em verde são representadas as cavidades potencialmente impactadas e em azul, as cavidades-testemunho (VALEC, 2015).

Com relação às demais cavidades foi observada uma baixa similaridade entre a maior parte delas durante o período chuvoso, resultado que pode ser atribuído às características únicas de cada sistema, como luminosidade e declividade, que influenciam no aporte de recursos para o seu interior. A análise de similaridade, considerando os dois períodos amostrais, mostra que as cavidades apresentam alguma similaridade na composição da fauna (Figura 4), o que evidencia uma estabilidade de seus elementos faunísticos (VALEC, 2015).

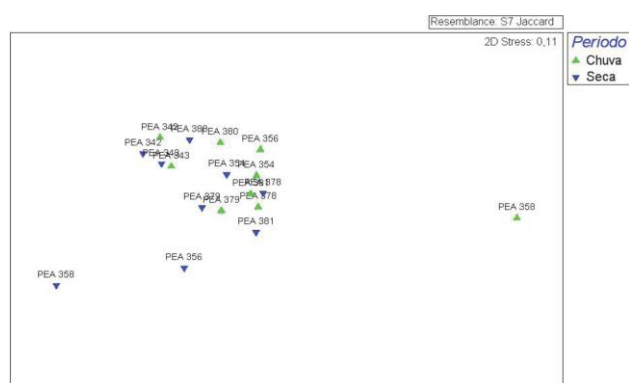


Figura 4: Análise de n-MDS pelo índice de Jaccard (seca e chuva). Em verde são representados os dados da estação chuvosa e em azul, os dados da estação seca (VALEC, 2015).

As menores similaridades foram observadas nas cavidades PEA 358 e PEA 356, que apresentaram, respectivamente, 100% e 88,2% de *turnover*. A alta dissimilaridade pode ser reflexo da dificuldade de amostragem nestas cavidades, seja por conta do substrato submerso (PEA 358) ou pela abundância de blocos abatidos (PEA 356) (VALEC, 2015).

4. CONCLUSÕES

Os estudos inéditos para a região cárstica de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe,

realizados no âmbito do licenciamento ambiental da FIOLE, permitiram um melhor conhecimento da fauna espeleológica da região, apresentando mais de 8.000 indivíduos em nove cavidades amostradas, dentre os quais uma provável nova espécie de ácaro do gênero *Neocar*.

O monitoramento contínuo dessas cavidades, durante a implantação e operação do empreendimento, permitirá o aprofundamento dos conhecimentos sobre os invertebrados cavernícolas, grupo de organismos ainda pouco estudado na região, um melhor entendimento sobre os padrões de similaridade e composição faunística das cavidades; e a compreensão do comportamento do ecossistema subterrâneo da região atravessada pela ferrovia.

O conhecimento gerado subsidiará a aplicação de ações de preservação, previstas no PBAE, visando a evitar a perda de biodiversidade nas cavidades naturais subterrâneas, uma vez que estes ambientes são sensíveis e possuem capacidade regenerativa baixa. Qualquer evento que modifique a situação original da caverna pode resultar em impactos relevantes que devem ser identificados e, de acordo com o princípio da prevenção, os riscos devem ser evitados. Portanto, um ambiente com características singulares como este deve ter garantido o seu direito de proteção integral. Dessa forma, ações como a criação de uma Unidade de Conservação do tipo Reserva Particular do Patrimônio Natural, na área de São Félix do Coribe, contribuirão ainda mais para a preservação do patrimônio espeleológico local, composto por cerca de 20 cavidades naturais, assim como para a produção de dados e informações científicas.

Este estudo foi concebido no âmbito da fase de Marco Zero da instalação da FIOLE, e tem como intuito possibilitar a padronização de procedimentos que levarão a uma eficácia maior na preservação e no desenvolvimento econômico sustentável.

REFERÊNCIAS

- BERNARDI, L.F.O.; ZACARIAS, M.S.; FERREIRA, R.L. A new species of *Neocar* Chamberlin & Mulaik, 1942 (Acari: Opilioacarida) from Brazilian caves and karst áreas. **Zootaxa**, 3416, p. 53-68, 2012.
- BERNARDI, L.F.O.; KLOMPEN, H.; ZACARIAS, M.S.; FERREIRA, R.L. A new species of *Neocar* Chamberlin & Mulaik, 1942 (Opilioacarida, Opilioacaridae) from Brazil, with remarks on its postlarval development. **ZooKeys**, 358, p. 69–89, 2013.

- BERNARDI, L.F.O.; KLOMPEN, H.; FERREIRA, R.L. *Neocarus caipora*, a new mite species (Parasitiformes: Opilioacarida: Opilioacaridae) from Brazilian Amazon caves. **Acarologia**, 54 1, p. 47–56, 2014.
- BERNARDI, L.F.O. Filogenia, Biogeografia e Ecologia de Ácaros Opilioacarida With 1904 (Acari: Parasitiformes). 2015. 233 f. **Tese** (Doutorado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2015.
- CAMPOS-FILHO, I. S.; ARAUJO, P. B. Two new troglobitic species of Scleropactidae (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) from Pará, Brazil. **Nauplius**, vol.19, n.1, 2011.
- CAMPOS-FILHO, I.S.; ARAUJO, P.B.; BICHUETTE, M.E.; TRAJANO, E; TAITI, S. Terrestrial isopods (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) from Brazilian caves. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 172, p. 360–425, 2014.
- CAMPOS-FILHO, I. S.; BICHUETT, M. E.; TAITI, S. Three new species of terrestrial isopods (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) from Brazilian caves. **Nauplius**, 2015.
- CONAMA, 2004. Resolução CONAMA 347/2004. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Brasília, DF. Setembro de 2004.
- Decreto 6640/2008. Presidência da República, Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, DF. Novembro de 2008.
- FERREIRA, R.L.; CARDOSO, R. C.; SOUZA-SILVA, M. Composição, riqueza e diversidade de invertebrados em cavernas de Dianópolis (TO). **Revista Brasileira de Espeleologia**, v.2, nº 7, 2016.
- HARRISON, S., ROSS, S.J. & LAWTON, J.H. Beta diversity on geographic gradients in Britain. **Journal of Animal Ecology**, 61, 151–158, 1992.
- IBAMA, 2010. Licença de Instalação nº 750/2010 – Ferrovia de Integração Oeste-Leste (retificada). Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. Agosto de 2010.
- IBAMA, 2014. Autorização de Captura, Coleta e Transporte de Material Biológico (ACCTMB) nº 469/2014. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. Maio de 2014.
- KOLLEF, P.; GASTON, K.J.; LENNON, J.J. Measuring beta diversity for presence–absence data. **Journal of Animal Ecology**, v. 72, p. 367–382. 2003.
- LIENHARD, C.; CARMO, T.O.; FERREIRA, R.L. A new genus of Sensitibillini from Brazilian caves (Psocodea: ‘Psocoptera’: Prionoglarididae). **Revue suisse de Zoologie**, v.117, n. 4, p. 611-635, 2010.
- LIENHARD, C.; FERREIRA, R.L. A new species of *Neotroglia* from Brazilian caves (Psocodea: ‘Psocoptera’: Prionoglarididae). **Revue suisse de Zoologie**, 120 (1), p. 3-12, 2013.
- Ministério do Meio Ambiente, 2009. Instrução Normativa nº 002/2009. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE / INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Brasília, DF. Agosto de 2009.
- PELLEGRINI, T.G; FERREIRA, R.L. Management in a neotropical show cave: planning for invertebrates conservation. **International Journal of Speleology**, v. 41, p. 361-368, 2012.
- SILVESTRI, F. Note Aracnologiche I-III. **Redia**, 2, 239–261,1905.

- SOUZA, L.A.; BEZERRA, A.V.; ARAÚJO, J.P. The first troglobitic species of Scleropactidae from Brazil (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). **Subterranean Biology**, 4, p. 37–43. 2006.
- SOUZA, L.A.; FERREIRA, R.L.; SENNA, A.R. Amphibious shelter-builder Oniscidea species from the New World with description of a new subfamily, a new genus and a new species from Brazilian Cave (Isopoda, Synocheta, Styloniscidae). **PLoS One**, 10(5), 2015.
- SOUZA-KURY, L.A. Notes on *Trichorhina* I. Two new species from northeastern Brazil (Isopoda, Oniscidea, Platyarthridae). **Revue Suisse de Zoologie**, 100, p. 157-210, 1993.
- SOUZA-SILVA, M.; MARTINS, R.P. & FERREIRA, R.L. Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n.8: 1713-1729, DOI: 10.1007/s10531-011-0057-5, 2011.
- VALEC, 2010. Inventário Espeleológico nas Áreas de Alta Potencialidade e na Área Diretamente Afetada pela FIOL; volumes I e II. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. Setembro de 2010.
- VALEC, 2011. Caracterização Espeleológica de 10 Cavidades Naturais Subterrâneas Presentes na Área de Influência do Lote 06 da Ferrovia de Integração Oeste-Leste, Estado da Bahia; volumes I e II. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. Outubro de 2011.
- VALEC, 2013. PLANO BÁSICO AMBIENTAL da Ferrovia de Integração Oeste – Leste (FIOL): PROGRAMAS PARA O PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO. Volume único. VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias. Brasília, DF. Outubro de 2013.
- VALEC, 2015. Relatório Final do Programa para o Patrimônio Espeleológico no Lote 06F da FIOL - Marco Zero. v. I, II e III.
- VÁZQUEZ, M.M.; ARAÚJO, M.S.; FERES, R.J.F. A new genus and two new species of Opilioacaridae (Acari: Parasitiformes) from Amazonia, Brazil with a key to world genera. **Zootaxa**, 3814 (2), p.151–176, 2014.
- VÁZQUEZ, M.M.; ARAÚJO, M.S.; FERES, R.J.F. *Brasilacarus cocaris* (Acari: Opilioacaridae), a new genus and species from Amazonia, Brazil. **Zootaxa**, 3915 (3), p. 375-389, 2015.
- WHITTAKER, R.H. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**, 30, 279–338, 1960.