



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.*. Licenciamento ambiental: os conhecimentos obtidos da execução do plano básico espeleológico 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.503-513. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_503-513.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

LICENCIAMENTO AMBIENTAL: OS CONHECIMENTOS OBTIDOS DA EXECUÇÃO DO PLANO BÁSICO ESPELEOLÓGICO DA FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE

ENVIRONMENTAL LICENSING: THE KNOWLEDGE OF IMPLEMENTATION OF THE SPELEOLOGICAL BASIC PLAN OF THE FERROVIA DE INTEGRAÇÃO OESTE LESTE

Natália Bittencourt de Oliveira ANGARTEN (1); Emerson Marcello Ferreira ANASTÁCIO (1); André Moreira RAMOS (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

O Plano Básico Ambiental Espeleológico (PBAE) da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) foi elaborado no âmbito do licenciamento ambiental do empreendimento, uma vez que a ferrovia transpassa áreas de ocorrência de cavidades naturais. No presente trabalho são apresentados os primeiros dados gerados a partir da execução de programas ambientais previstos no PBAE, anteriormente à construção da ferrovia (Marco Zero). A área cárstica presente na área de influência da FIOL foi física e bioticamente caracterizada, ampliando o conhecimento acerca do patrimônio espeleológico da região e promovendo ações para sua proteção.

Palavras-Chave: Plano Básico Ambiental; ferrovia; licenciamento.

Abstract

The Ferrovia de Integração Oeste-Leste – FIOL (West-East Integration Railway) crosses natural caves areas. Due to this fact, a Speleological Environmental Basic Plan (PBAE) was elaborated in the scope of the railway environmental licensing. This paper presents the first results of PBAE implementation before the railway construction. The karst area under the railway influence was physically and biotically characterized, improving the knowledge about the speleological heritage and making possible the promotion of actions for its protection.

Key-words: speleology, Environmental Basic Plan, railway, environmental licensing.

1. INTRODUÇÃO

A Ferrovia de Integração Oeste-Leste (EF334/FIOL), com aproximadamente 1.527 km de extensão, interliga os municípios de Ilhéus (BA) e Figueirópolis (TO) e transpassa áreas onde há ocorrência de cavidades naturais subterrâneas, nos municípios baianos de Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe.

O Plano Básico Ambiental Espeleológico (PBAE) da FIOL (VALEC, 2013) foi elaborado no âmbito do Licenciamento ambiental da ferrovia e é composto por Programas Ambientais que tem por objetivo propor medidas mitigatórias e compensatórias, bem como diretrizes para a realização do monitoramento de possíveis impactos ambientais gerados pela instalação e operação da ferrovia.

O PBAE é constituído pelos programas (i) Compensatório; (ii) de Mitigação; (iii) de

Monitoramento de Vibrações; (iv) de Monitoramento de vegetação no entorno das cavidades; e (v) de Resgate Espeleológico (Tabela 1).

O objetivo deste trabalho é apresentar os primeiros dados obtidos a partir da execução do Marco Zero de instalação da ferrovia. Todos os dados apresentados neste artigo, portanto, foram obtidos durante a execução dos programas previstos no PBAE da FIOL, especificamente no Lote 06F, 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).

Tabela 1: Programas Ambientais do PBAE da FIOL (VALEC, 2013).

Programa	Objetivo
Compensatório	Determinação do modelo de compensação ambiental a ser adotado em resposta aos impactos gerados, com a instalação e operação da ferrovia, sobre o patrimônio espeleológico, bem como a apresentação de proposta de compensação ambiental detalhada e específica para as cavidades impactadas negativa e irreversivelmente.
Mitigação	Determinação e delimitação das ações para redução da intensidade ou quantidade dos danos imputados ao patrimônio espeleológico devido à instalação da ferrovia, buscando manter as condições de preservação das cavernas e de suas áreas de influência por meio da fiscalização e acompanhamento das obras.
Monitoramento de Vibrações	Monitoramento do comportamento das vibrações sobre o patrimônio espeleológico afeto ao processo de licenciamento da ferrovia antes e durante sua instalação, com o intuito de gerar conhecimentos e parâmetros de comportamento dos sismos, bem como dos impactos decorrentes destes sobre o Patrimônio Espeleológico.
Monitoramento de vegetação no entorno das cavidades	Monitoramento e proteção do estado de conservação dos remanescentes florestais da área de influência das cavidades naturais subterrâneas afetadas ao processo de licenciamento ambiental do empreendimento, por meio do acompanhamento da evolução de uso e da conservação da vegetação, desde o momento anterior à instalação da ferrovia.
Resgate Espeleológico	Salvaguarda da parcela do patrimônio espeleológico a ser irreversivelmente impactado e promoção da melhora de seu conhecimento, estruturado a partir de depósito de elementos físicos e biológicos de significativo interesse científico em coleções apropriadas.

2. METODOLOGIA

Área de Estudo e Cavidades Estudadas

A área de estudo foi dividida nas Unidades Espeleológicas Santa Maria da Vitória (SMV) e São Félix do Coribe (SFC), em alusão aos municípios baianos onde estão inseridas, conforme ilustrado.

As cavidades estudadas foram selecionadas a partir dos resultados obtidos com o inventário espeleológico realizado entre junho e setembro de 2010 (VALEC, 2010). Tal estudo subsidiou a elaboração do PBAE, bem como a obtenção da Licença de Instalação nº 750/2010 para o Lote 06 da FIOL.

As cavidades potencialmente impactadas, definidas como de alta relevância, são as PEA 342, PEA 343 e PEA 378. As cavidades-testemunho, selecionadas para a compensação ambiental, são as PEA 354, PEA 356, PEA 358, PEA 379, PEA 380 e PEA 381, todas de relevância alta e com atributos similares às potencialmente impactadas. A área de estudo e as cavidades estudadas estão representadas na Figura 1.

2.2 Monitoramento de vegetação do entorno das cavidades

O inventário florestal foi realizado entre os dias 06 e 15 de abril de 2015 em São Félix do Coribe. Ao todo, 50 parcelas (20x20m) foram amostradas nas glebas N1, N2 e S1, por meio do método de amostragem aleatória estratificada

(Péllico Netto & Brena, 1997) (Figura 2). A diversidade florística foi avaliada utilizando-se os índices de Shannon-Wiener (H') e Pielou (J') na base logarítmica neperiana (Margurran, 1988).

2.3 Monitoramento de Vibrações e Resgate Espeleológico

Dentre as atividades previstas para o Programa de Vibrações, na etapa de Marco Zero, somente as atividades de monitoramento populacional da fauna cavernícola foram, até o momento, realizadas. Os dados apresentados neste artigo referem-se aos resultados obtidos do monitoramento da fauna cavernícola realizado conjuntamente com o resgate bioespeleológico.

2.3.1 Monitoramento de Invertebrados

A amostragem de invertebrados foi realizada no período 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), de modo a considerar a sazonalidade. Nas seis cavidades-testemunho, as amostragens foram realizadas em quadrantes de 4m², os quais variaram em número em função do tamanho das cavernas. As coletas foram realizadas manualmente, com auxílio de pinças, pincéis e puçás, dando especial atenção aos micro-habitats, método semelhante ao utilizado por Pellegrini & Ferreira (2012).

Nas cavidades potencialmente impactadas foi realizado o resgate, conforme previsto no PBAE aprovado pelo órgão licenciador. O *turnover* de espécies (diversidade β) foi calculado pelo índice de Harrison (1992), modificado de Whittaker (1960), para comparação de cavernas com diferentes números de amostras, conforme a fórmula $\beta_{Harrison} = \{[(S/a) - 1]/(N - 1)\} \times 100$, onde S = valores de riqueza total de espécies; a = valores de riqueza média de espécies; e N = números de eventos amostrais. A diferença na composição de espécies presentes em cada caverna e entre os períodos amostrais foi realizada por meio da análise da Análise Multidimensional Não-Métrica (*n*-MDS), utilizando o programa *Primer*.

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).

2.3.2 Monitoramento de Quirópteros

O levantamento de dados em campo, relativo ao monitoramento das cavidades-testemunho e resgate nas cavidades potencialmente impactadas, foi realizado entre os dias 11 e 28 de junho de 2014 (seca) e 16 e 31 de março de 2015 (chuva). Para a amostragem de morcegos foram utilizadas redes de neblina (09 x 2,5m = 22,5 m², 12 x 2,5m = 30 m² ou 6 x 2,5 m²) alocadas nas cavernas e em volta dos paredões de rochas. O número e o tamanho das redes em cada cavidade variaram em função da possibilidade de instalação em cada uma das cavernas. As redes foram abertas no crepúsculo e assim permaneceram por cinco horas, durante dois dias. O esforço amostral foi calculado conforme Straube & Bianconi (2002) por meio da fórmula m²xh. Foram calculados os índices de diversidade de Shannon e de Simpson, o índice de equitabilidade de Pielou e realizada a análise de *n*-MDS com distância de Bray-Curtis. Os descritores de dados foram obtidos por meio do pacote estatístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).

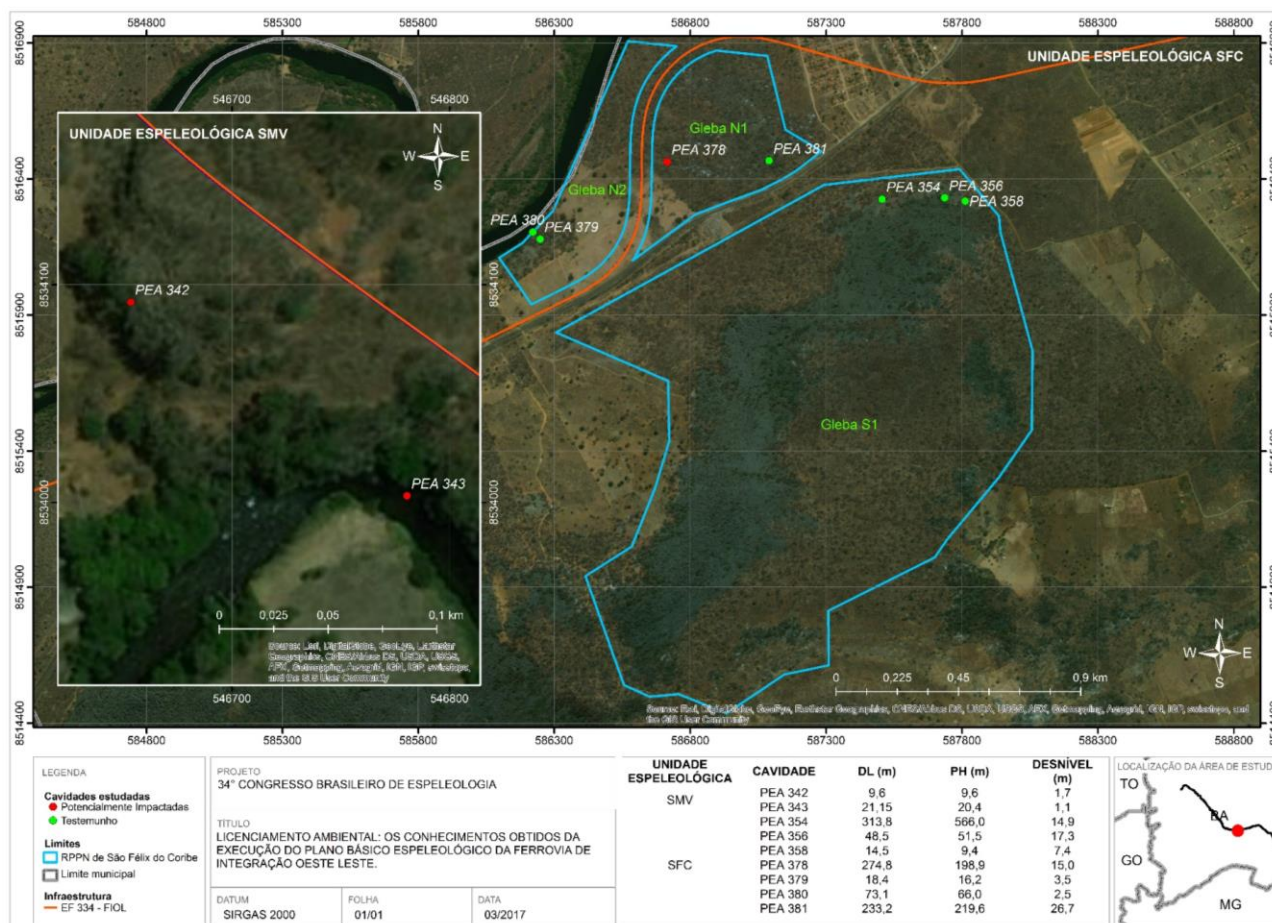


Figura 1: Delimitação da área de estudo no contexto da região de implantação da Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL). Fonte: Elaborada pelo autor, baseado em informações do PBAE da FIOL (VALEC, 2013).

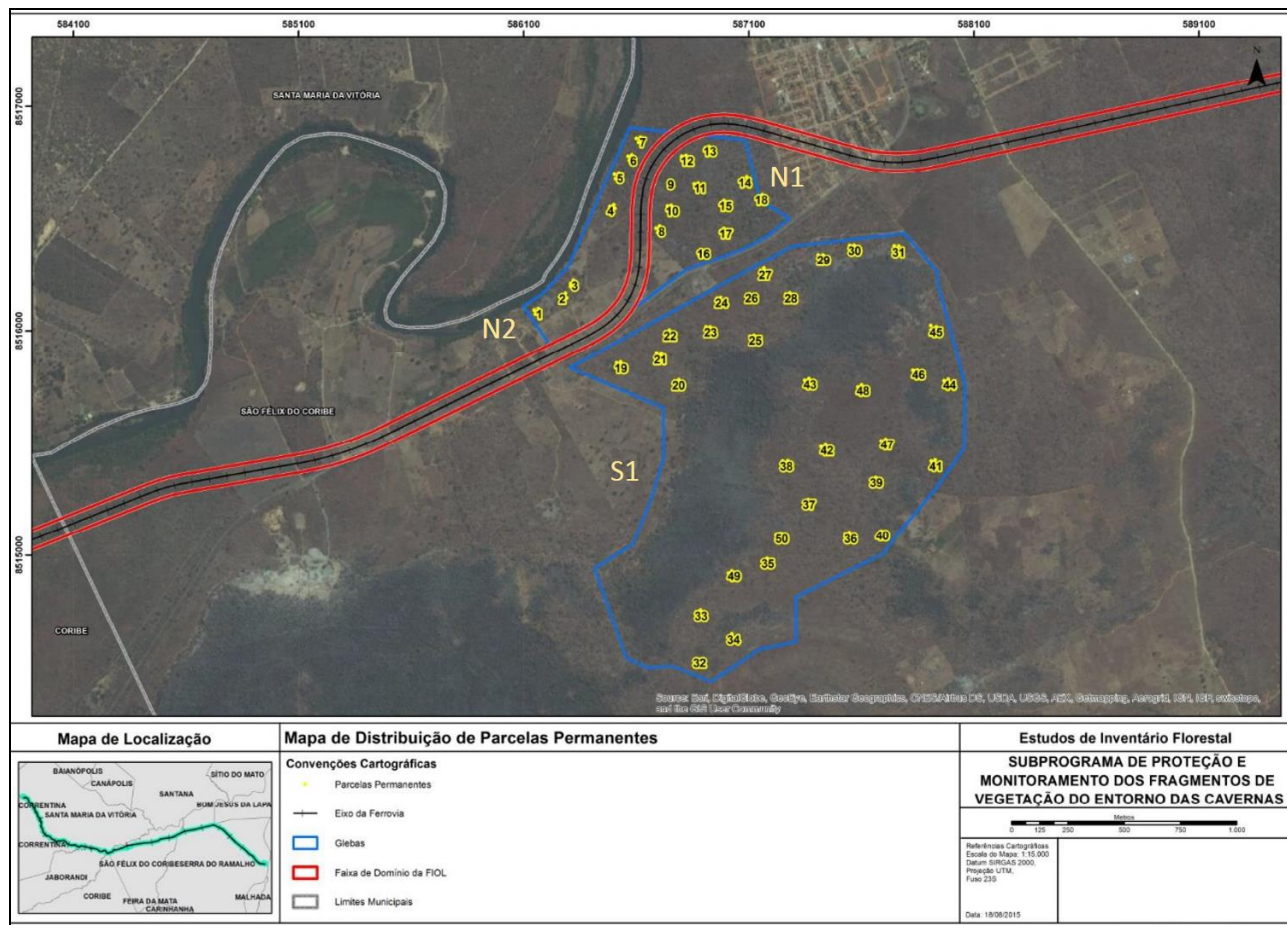


Figura 2: Mapa de distribuição de parcelas nas glebas S1, N1 e N2 (VALEC, 2015).

O monitoramento e o resgate foram realizados em conformidade com a ACCTMB nº 469/14 e todo o material coletado está depositado na Coleção Adriano Lúcio Peracchi (ALP), Laboratório de Mastozoologia do Instituto de Biologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

3. DISCUSSÃO E RESULTADOS

3.1 Programa Compensatório

Dentre as atividades relacionadas a esse programa, foi realizada a prospecção (caminhamentos) e mapeamento espeleológico das Glebas N1, N2 e S1, bem como a caracterização espeleológica das cavidades PEA 342, PEA 343, PEA 378, PEA 379, PEA 380, PEA 381, PEA 354, PEA 356 e PEA 358.

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 FIOLE margeia cerca de três quilômetros destes mesmos carbonatos fortemente carstificados.

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 silexito.

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.

As cavidades estudadas (Figura 1; Tabela 2) 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. Foram observados *bell holes*, meandros e pendentes de teto, que indicam o preenchimento parcial ou total de condutos com contínua interação hídrica e posterior carreamento de sedimentos para patamares mais baixos ou para fora do sistema (VALEC, 2010). Também foram observadas paredes polidas e *scallops* em trechos dos condutos das cavernas PEA 378 e PEA 381.

A relevância das cavidades estudadas foi realizada conforme o que preconiza a IN nº 002/2009/MMA. Como a FIOL potencialmente impactará três das cavidades estudadas, a legislação vigente (CONAMA nº 347/2004, Decreto nº 6640/2008), exige que o empreendedor responsável pela sua execução compense outras seis cavidades com atributos similares aos das impactadas. Ao final dos estudos, o órgão licenciador definiu que todas as nove cavidades são de alta relevância. Um resumo dos atributos regionais e locais das cavidades consta da Tabela 2.

Outra ação de compensação ambiental em resposta aos potenciais danos gerados ao patrimônio espeleológico afetado pelos trechos da ferrovia, é a criação de uma área de proteção permanente (Figura 1; Figura 2) no município de São Félix do Coribe. A área é composta por três polígonos definidos de modo a garantir a proteção do maior número de cavidades já conhecidas (cavidades-testemunho e outras cavidades estudadas), do maciço carbonático localizado ao sul da ferrovia (com potencialidade de ocorrência de outras cavidades), das bacias de contribuição hídrica locais e dos fragmentos de mata ao redor das cavidades.

A unidade de proteção espeleológica também prevê a preservação das áreas de influência das cavidades estudadas. Na FIOL, estas áreas de influência são formadas pela junção das áreas de integridade física e de manutenção do equilíbrio

ecológico das cavidades. A área de integridade física das cavidades foi estabelecida com base nos resultados obtidos de estudos sísmicos realizados nas sequências clasto-carbonáticas da Estrada de Ferro Carajás (AMPLO, 2010) em consonância com os parâmetros estabelecidos nas normas internacionais SN 640312 e DIN 4150-3/1999, que tratam dos efeitos físicos das vibrações sobre estruturas frágeis, incluindo cavernas.

A área de manutenção do equilíbrio ecológico, por sua vez, é representada pelos remanescentes de floresta estacional semi-decidual, considerados como os principais responsáveis pela atual taxa e qualidade de aporte energético, pela estabilidade da infiltração das águas meteóricas e pelo equilíbrio do clima interno e da fauna associada às cavernas (VALEC, 2012).

3.2 Programa de Mitigação

Na fase de Marco Zero, foi elaborada a cartografia básica da região integrando a planialtimetria do terreno, as estruturas previstas no plano executivo e a planialtimetria das cavernas. Essas informações somadas às características do solo e cobertura vegetal foram utilizadas na definição de Mapa de Fragilidade. Este mapa aponta áreas de maior fragilidade estrutural e de maior potencial de escorregamento de solos superficiais na região das cavidades. Após a identificação, tais áreas serão demarcadas e monitoradas de forma intensiva durante a fase de instalação, uma vez que irão indicar áreas com potencial fluxo de massa e restrição de acesso de pessoas e máquinas.

3.3 Programas de Monitoramento de Vibrações e de Resgate Espeleológico

3.3.1 Monitoramento de Invertebrados

A riqueza total de invertebrados observada nas nove cavidades e nas duas campanhas foi de 287 espécies, sendo 229 registradas na estação seca e 188 na estação chuvosa (Tabela 3), pertencentes a, pelo menos, 38 ordens e 94 famílias (Tabela 4). Foi contabilizado um total de 8.374 indivíduos, dos quais 4.338 foram registrados no período seco e 4.036 no período de chuva.

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

Cavidade	Risco de impacto	Atributos de Valoração Regional	Atributos de Valoração Local	Cavernas 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.	

Tabela 3: Valores de riqueza e turnover das nove cavernas amostradas nos períodos de seca e chuva (NQ=número de quadrantes) (VALEC, 2015).

Cavidade	Atividade	NQ	Riqueza			Riqueza Média	Turnover (%)
			Total	Seca	Chuva		
PEA 354	Monitoramento	15	130	96	68	82	59,8
PEA 356	Monitoramento	1	32	22	12	17	88,2
PEA 358	Monitoramento	1	07	02	05	3,5	100
PEA 379	Monitoramento	2	43	32	19	25,5	68,6
PEA 380	Monitoramento	4	34	22	21	21,5	58,1
PEA 381	Monitoramento	9	98	64	61	62,5	56,8
PEA 378	Resgate*	-	110	59	78	62,5	62
PEA 342	Resgate*	-	33	18	22	20	65
PEA 343	Resgate*	-	37	23	26	24,5	51

Tabela 4: Invertebrados registrados nas cavidades amostradas da FIOL (VALEC, 2015).

Ordem	Família
Amblypygi	Charinidae, Phrynidae
Aranea	Ctenidae, Sicariidae, Tetrablemmidae, Nemesiidae, Oonopidae, Theridiidae, Pholcidae, Tetragnathidae, Caponidae, Lycosidae, Salticidae, Ochyroceratidae, Scytodidae, Symphytognathidae, Uloboridae
Blattodea	
Coleoptera	Curculionidae, Dermestidae, Staphylinidae, Cholevidae, Tenebrionidae, Carabidae, Bostrichidae, Chrysomelidae, Ptiliidae, Ptilodactylidae, Nitidulidae, Elateridae, Scarabaeidae
Collembola	
Dermaptera	Diplatyidae
Diplopoda	Chelodesmidae
Diplura	Japygidae, Projapygidae
Diptera	Psychodidae, Phoridae, Mycetophilidae, Sciaridae, Cecydomiidae, Pholcidae, Tipulidae, Trichoceridae, Muscidae, Dolichopodidae, Drosophilidae, Heleomyzidae, Chironomidae, Culicidae
Embioptera	
Ensifera	Phalangopsidae
Ephemeroptera	
Gastropoda	
Geophilomorpha	
Hemiptera	Cixiidae, Reduviidae, Hemiptera, Hebridae
Hymenoptera	Formicidae, Myrmicinae, Ponerinae, Vespidae, Apidae
Isopoda	Styloniscidae, Platyarthridae
Isoptera	Termitidae
Ixodida	Argasidae
Lepidoptera	Tineidae, Noctuidae
Mesostigmata	Macronyssidae, Parantenuidae, Podocinidae, Ologamasidae, Ascidae, Macrochelidae
Neuroptera	Myrmeleontidae
Oligochaeta	Oligochaeta
Opilioacarida	Opilioacaridae
Opiliones	Zalmoxidae, Gonyleptidae
Polydesmida	Chelodesmidae
Polyxenida	
Pseudoescorpiones	Chthoniidae, Cheliferidae, Chernetidae
Psocoptera	Liposcelididae, Prionoglarididae, Psyllipsocidae, Psoquilidae, Epipsocidae, Ptiloneuridae
Pulmonata	
Sarcoptiforme	Acaridae
Scolopendromorpha	Cryptopidae
Scutigermorpha	
Spirostreptida	Pseudonannolenidae
Symphyla	
Thysanoptera	
Thysanura	Lepismatidae, Nicoletiidae
Trombidiforme	Penthaeidae, Anystidae, Bdellidae, Cunaxidae, Eupodidae, Rhagidiidae, Smarididae, Labdostomatidae

A partir de análises de *turnover* (Tabela 3) foi possível observar uma substituição de pelo menos 50% de espécies entre as estações amostradas, sendo a maior substituição encontrada na PEA 358.

As análises de similaridade apontam que as cavidades PEA 342 e 343 apresentam

maiores semelhanças na composição de invertebrados. Com relação às demais cavidades, foi observada alguma similaridade na composição da fauna, o que pode evidenciar uma estabilidade de seus elementos faunísticos (Figura

3

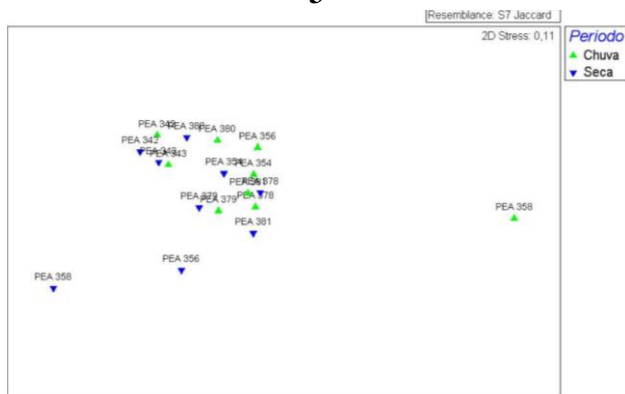


Figura 3).

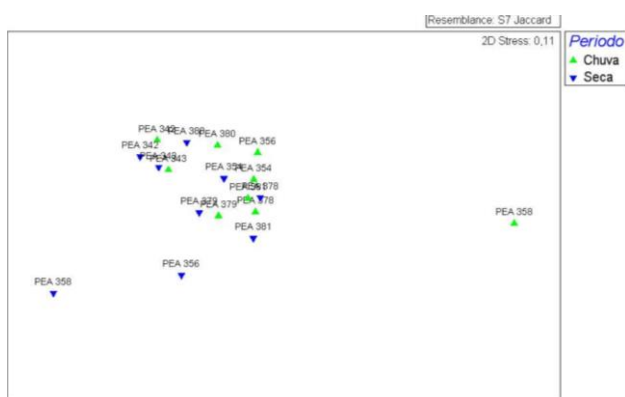


Figura 3: Análise de n-MDS pelo índice de Jaccard (seca e chuva) (VALEC, 2015).

3.3.2 Monitoramento de Quirópteros

A riqueza total de quirópteros observada nas duas campanhas realizadas foi de 28 espécies pertencentes a três famílias e 22 gêneros. Foram

capturados 853 indivíduos, sendo 433 na estação seca e 420 na estação chuvosa. A Tabela 5 apresenta os dados de capturas, a riqueza e os índices de diversidade espécies das cavidades potencialmente impactadas e das cavidades-testemunho amostradas.

A Tabela 6 resume os dados de número de indivíduos capturados em cada uma das cavidades, esforço amostral aplicado e sucesso de captura.

As espécies mais abundantes foram *Artibeus planirostris*, *Platyrrhinus lineatus*, *Phyllostomus hastatus* e *Glossophaga soricina*. Para toda a região amostrada do empreendimento, somente *Xeronycteris vieirai* consta da lista nacional de espécies ameaçadas (MMA, 2014). Outras espécies, contudo, são classificadas como “Dados Deficientes”: *Micronycteris sanborni*, *Tonatia bidens* e *Vampyressa pusilla*. Dentre as espécies capturadas destacam-se, ainda, *Molossus pretiosus*, *Saccopteryx leptura* e *Nyctinomops macrotis*, pois representam o primeiro registro de ocorrência para o Estado do Bahia.

Análises de similaridade (Figura 4), considerando todas as cavidades e ambos os períodos sazonais, mostrou grande proximidade da PEA 342 e da PEA 343, e maior similaridade destas com a PEA 380. A cavidade PEA 379 é a mais distante das demais, destacando-se como a mais dissimilar em termos de abundâncias e composição de espécies. As PEAs 356, 378 e 381, apresentam-se muito próximas nos eixos, demonstrando alta similaridade nos dois componentes da análise (abundâncias e composição de espécies).

Tabela 3: Abundância e índices de riqueza e diversidade total e por grupo de cavidade (intervalo de confiança - 0,95%) (VALEC, 2015).

Análise	Cavidades potencialmente impactadas		Cavidades-testemunho		Total
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	
Número de Capturas	126	141	307	279	853
Riqueza	14	10	24	15	28
Chao-1	19	9	31	19	37
Shannon H'	1,64	1,52	2,06	1,4	2,20
Simpson 1-D	0,69	0,72	0,80	0,57	0,82
Equitabilidade	0,62	0,69	0,65	0,52	0,64

Tabela 4: Esforço amostral e sucesso de captura da quiropterofauna dos estudos de Marco Zero da FIOLE (VALEC, 2015).

Cavidade	Atividade	Esforço Total (m ² xh)	Nº de indivíduos		Sucesso de captura Nx100/(m ² xhora)	
			Seca	Chuva	Seca	Chuva
PEA 342	Resgate	750	49	53	10,88	1,8
PEA 343	Resgate	600	41	20	13,67	0,6
PEA 378	Resgate	1.762,5	36	68	4,00	7,88

PEA 354	Monitoramento	2.175	160	122	10,67	8,79
PEA 356	Monitoramento	1.950	55	45	4,19	7,05
PEA 358	Monitoramento	1.425	10	52	1,40	7,29
PEA 379	Monitoramento	750	03	02	0,53	1,06
PEA 380	Monitoramento	1.200	11	16	1,83	2,6
PEA 381	Monitoramento	2.137,5	68	42	6,04	4,14
TOTAL	-	12.750	433	420	5,80	7,9

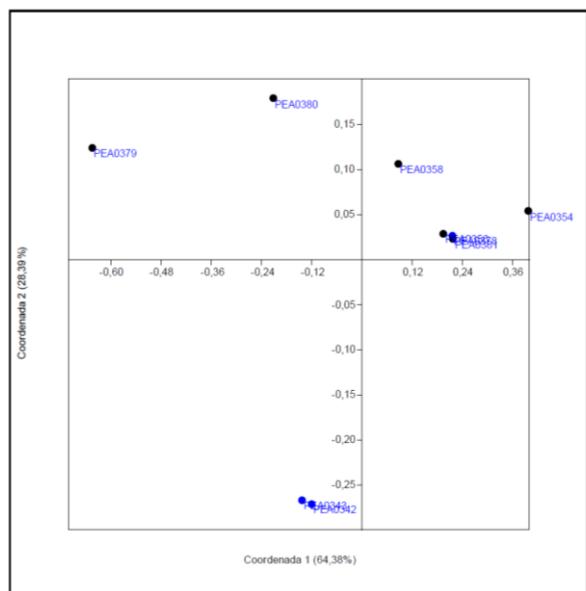


Figura 4: Ordenação das cavidades amostradas com os dados das duas estações (seca e chuva). Formas em preto correspondem a cavidades-testemunho e formas em azul referem-se às cavidades com risco de sofrer impactos ambientais negativos; Stress = 0,0458 (VALEC, 2015).

A cavidade PEA 378 será compensada com a preservação da PEA 354 e da PEA 381. A PEA 342 será compensada pelas cavidades PEA 379 e PEA 358, enquanto que a PEA 343, pelas PEA 356 e PEA 380. As análises de similaridade, portanto, apontam que, no que diz respeito à fauna de quirópteros, e considerando as espécies registradas até o momento, o conjunto biótico encontrado nas cavidades com risco de sofrer impactos ambientais poderá ser preservado nas cavidades testemunho.

3.4 Programa de Monitoramento de vegetação do entorno das cavidades

Os fragmentos florestais nas áreas das glebas S1, N1 e N2 podem ser classificados como Floresta Estacional Decidual e se encontram em diferentes estados de sucessão ecológica. A área, de uma forma geral, encontra-se antropizada com a presença de atividades relacionadas à agropecuária, à mineração, à retirada de madeira nativa e à produção de tijolos em áreas de afloramentos calcários. A Tabela 5 apresenta dados relativos ao uso e ocupação do solo da área de estudo.

Tabela 5: Ocupação, uso do solo e número de parcelas das glebas que compõem o inventário florestal em São Félix do Coribe-BA (VALEC, 2015).

GLEBA	USO DO SOLO	ÁREA (HA)	ÁREA (%)	Nº PARCELAS	ÁREA (%) AMostrada DO ESTRATO
N1	Área Amostral	22,36	83,6	11	2,0
	Afloramentos	1,61	6,0		
	Sem Vegetação	2,78	10,4		
	Subtotal	26,76	10,1		
N2	Área Amostral	10,37	49,9	7	2,7
	Sem Vegetação	10,42	50,1		
	Subtotal	20,80	7,8		
S1	Área Amostral	132,03	60,6	32	1,0
	Afloramentos	81,80	37,5		
	Sem Vegetação	4,16	1,9		
	Subtotal	217,98	82,1		
Total		265,54	100,0	50	1,2

Apesar do registro de atividades impactantes nas glebas, a área inventariada exibiu riqueza e estrutura florística (espécies, famílias e gêneros) muito semelhante com o padrão encontrado em

estudos realizados em floresta estacional decidual sobre afloramento rochoso do Brasil Central. Foi registrado um total de 1.302 fustes, pertencentes a 1.016 indivíduos arbóreos, distribuídos em 24

famílias, 22 gêneros e 59 espécies. A Figura 5 apresenta a distribuição das famílias registradas no inventário florestal.

Para toda a área amostrada, o valor de diversidade (H') encontrado é de 2,98 e o de equitabilidade é de 0,73. A maior diversidade de espécies arbóreas ocorreu na Gleba S1 ($H' = 4,17$), de maior extensão, seguida da Gleba N1 ($H' = 3,89$) e da Gleba N2 ($H' = 2,6$).

O estudo registrou espécies típicas do Cerrado e Caatinga, uma vez que a área de amostragem está localizada em área de transição entre os dois biomas. As espécies mais comuns foram: *Anadenanthera colubrina*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Cavanillesia umbellata*, *Cedrela fissilis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Handroanthus impetiginosus* e *Myracrodruon urundeuva*. Na área inventariada também foi encontrada a espécie *Ficus rupicola*, recentemente descrita como nova para a Ciência (Pereira *et al.*, 2011). Cinco espécies estão incluídas em uma das listas de espécies protegidas e/ou ameaçadas de extinção: *Cedrela fissilis*, *Handroanthus impetiginosus*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* e *Zeyheria tuberculosa*.

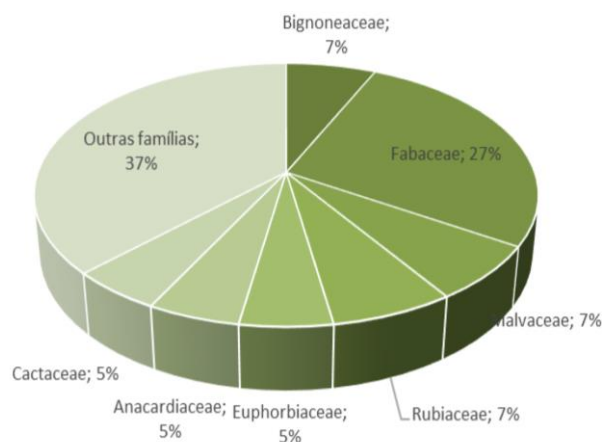


Figura 5: Distribuição taxonômica (Famílias) das espécies encontradas na área de influência das cavernas das glebas N1, N2 e S1 da FIOL (VALEC, 2015).

4. CONCLUSÕES

A execução do PBAE, no âmbito do licenciamento da FIOL, permitiu a geração de conhecimentos acerca dos atributos físicos e bióticos das áreas cársticas presentes na área de influência da ferrovia, em Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe.

Como ação compensatória aos potenciais impactos gerados pela instalação e operação da ferrovia, foi definida uma área de preservação permanente (glebas N1, S1 e S2), a qual abriga cavidades naturais além daquelas descritas no presente estudo, possibilitando um importante incremento em ações de preservação do patrimônio espeleológico nacional.

A continuidade da execução dos programas do PBAE, ao longo da instalação e operação da ferrovia, permitirá o melhor conhecimento dos atributos espeleológicos presentes na região e poderá proporcionar maiores parâmetros para discussões que visem o aprimoramento dos processos relacionados ao licenciamento ambiental, à caracterização e ao monitoramento das cavidades naturais, bem como à proteção do patrimônio espeleológico.

REFERÊNCIAS

Amplo Treinamento Consultoria. **Estudo Ambiental (EA) e Plano Básico Ambiental (PBA)**. Projeto de Capacitação Logística Norte. e 4ª Etapa de Duplicação da Estrada de Ferro Carajás. Linha Tronco - Fases 1 e 2 e Áreas de Empréstimo (primeiro lote); pag. 245. 2010.

CONAMA. **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.

DIN 4150-3/1999. STRUCTURAL VIBRATION - EFFECTS OF VIBRATION ON STRUCTURES. 1999.

- HAMMER, Ø; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica** 4(1): 1-9. 2001.
- IBAMA. **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. **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.
- MAGURRAN, A. E. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton: **Princeton University Press**, p.81-99, 1988.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Instrução Normativa 002/2009**. Ministério do Meio Ambiente / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Brasília, DF. Agosto de 2009.
- MMA. **Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção**. Portaria nº 444 de 17 de dezembro de 2014 - Anexo I. Diário Oficial da União - Seção 1, 18/12/2014.
- 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.
- PÉLICO NETTO, S.; BRENA, D.A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 316p. 1997.
- PEREIRA, B. A. S.; VENTUROLI, F. & CARVALHO, F. A. Florestas Estacionais no Cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, p. 446-455, 2011.
- SN 640312. **Efeitos das Vibrações nas Estruturas**. 1978 (em francês).
- STRAUBE, F. C. & BIANCONI, G. V.. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes de neblina. **Chiroptera Neotropical** 8(1-2):150-152, 2002.
- VALEC. **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. **Relatório Final do Programa para o Patrimônio Espeleológico no Lote 06F da FIOL - Marco Zero**, v. I, II e III. 2015.
- 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. **Nota Técnica 0009/2012/SUAMB/SUPRO/DIPLAN**. Respostas às solicitações do §2 e §3 do Ofício nº151/2012/COTRA/CGTMO/DILIC. 2012.