

LEVANTAMENTO ESPELEOLÓGICO EM REGIÕES NÃO CÁRSTICAS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Jaime Mesquita de Souza ¹

Resumo – O órgão estadual responsável pelo licenciamento ambiental no Espírito Santo (IEMA) regulamentou o levantamento espeleológico como um dos temas a serem abordados nos estudos ambientais através do documento “Orientações Básicas a Realização de Estudos Espeleológicos”. O método utilizado para realização do levantamento espeleológico para duas linhas de transmissão no estado do Espírito Santo utilizou os princípios de mapeamento geológico para esta finalidade, ou seja, levantamento bibliográfico que trata dos aspectos geológicos da área juntamente com a busca de cavernas já catalogadas, interpretação de padrões de drenagem que referenciam a possível presença de cavernas, estruturas em afloramentos rochosos e depósitos de Tálus, todas estas etapas realizadas através do auxílio de foto aérea ou imagem de satélite e mapa geológico e o levantamento de campo. A área contemplada na busca destas cavernas é um aspecto de relevância quando se trata do levantamento de campo, quando a mesma não possui rochas calcárias ou com predisponência ao processo de dissolução. É necessária a perceptibilidade do impacto do empreendimento nestas cavernas para que não ocorra um superdimensionamento da área durante o levantamento de campo, dificultando a busca ou tornar pontual de modo que o empreendimento represente um risco a preservação destas cavernas. Neste sentido, o principal ponto para determinar a área diretamente afetada como também a área de impacto direto do empreendimento é ter a clareza sobre os danos que o empreendimento possa causar as cavernas. A experiência do profissional responsável pelo levantamento espeleológico em projetos de engenharia e implantação destes empreendimentos elevam substancialmente a chance de sucesso e precisão no diagnóstico.

Abstract – The state body responsible for environmental licensing in Espírito Santo (IEMA) regulated the speleological survey as one of the topics to be addressed in environmental studies through the document "Basic Guidelines for Performing Speleological Studies". The method used to perform the speleological survey for two transmission lines in the state of Espírito Santo used the principles of geological mapping for this purpose, that is, a bibliographical survey that deals with the geological aspects of the area together with the search of caves already cataloged, interpretation of drainage patterns that refer to the possible presence of caves, structures in rock outcrops and deposits of Thallus, all these steps accomplished through the aid of aerial photo or satellite image and geological map and the field survey. The area considered in the search of these caves is an aspect of relevance when it comes to the field survey, when it does not have calcareous rocks or with predisposition to the dissolution process. It is necessary the perceptibility of the impact of the enterprise in these caves so that it does not occur an oversizing of the area during the field survey, making it difficult to search or make it punctual so that the venture represents a risk to the preservation of these caves. In this sense, the main point to determine the area directly affected as well as the area of direct impact of the enterprise is to have clarity on the damages that the enterprise can cause the caves. The experience of the professional responsible for speleological survey in engineering projects and implementation of these ventures substantially increases the chance of success and precision in the diagnosis.

Palavras-Chave – Levantamento espeleológico; método; linha de transmissão; Espírito Santo.

¹ Geólogo, Msc, Colúvio Consultoria em Geologia e Geotecnia, (27) 99228-1096, jaime.souza@coluvio.com.br

1. INTRODUÇÃO

A definição mais utilizada internacionalmente para caverna consiste em uma abertura natural formada em rocha abaixo da superfície do terreno, larga o suficiente para a entrada do homem. Esta definição é adotada pela União Internacional de Espeleologia – UIS (CECAV, 2011). Segundo o Decreto Federal número 6.640, de 07/11/2008, “cavidade natural subterrânea é todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo ser humano, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, furna ou buraco, incluindo seu ambiente, conteúdo mineral e hídrico, a fauna e a flora ali encontrados e o corpo rochoso onde os mesmos se inserem, desde que tenham sido formados por processos naturais, independentemente de suas dimensões ou tipo de rocha encaixante” (CECAV, 2011).

Guerra e Guerra (2011) definem caverna como cavidade de formas variadas que aparecem mais frequentemente nas rochas calcárias ou arenitos de cimento calcário. Estes buracos são realizados pela dissolução do carbonato de cálcio produzido pelo ácido carbônico, pela erosão mecânica e também pela pressão hidrostática. Outra teoria para explicar a formação das grutas é o desmoronamento ou escorregamento irregular de camadas, dando aparecimento a cavidades pequenas. Nas regiões onde afloram rochas eruptivas ou metamórficas, algumas vezes o amontoado irregular de blocos desmoronados dá o aparecimento ao que chamamos de furnas, geralmente confundida por leigos com as cavernas propriamente ditas.

Existe, uma contradição entre o Decreto Federal 6.640 e a definição de Guerra e Guerra (2011) quanto à inclusão de furna no conceito de caverna. Neste artigo o amontoado irregular de blocos será incluso no conceito de caverna, conforme determina o referido decreto.

A linha de transmissão (LT) 345 kV Viana II - João Neiva II tem extensão total de 75 km, passando por seis município do norte do Espírito Santo: Viana, Cariacica, Santa Leopoldina, Fundão, Ibirajú e João Neiva. A faixa de servidão de 50 metros de largura, sendo 25 metros para cada lado da LT determina a Área de Diretamente Afetada (ADA), já a AID é determinada através de uma faixa de 1 km para cada lado da LT. As torres serão estaiadas e autoportantes, sendo que as escavações para o mastro central e blocos de estai atingirão profundidades entre 2,5 m e 3,0 m.

A LT 230 kV Linhares 2 – São Mateus 2 com extensão total de 103 km, passando por seis município do norte do Espírito Santo: Jaguaré, São Mateus, Linhares, Rio Bananal, Sooretama e Vila Valério. Esta LT já apresentam informações mais consistentes do seu projeto e será executada com torres a cada 465 m num total de 220 aproximadamente, com altura máxima de 55 m. As torres serão estaiadas (155 torres) ou autoportantes (65 torres), sendo as dimensões das suas bases de 40 x 40 m e 30 x 30 m, respectivamente. O tipo de fundação a ser implantada para a LT é compatível com o terreno e poderá ser de 6 tipos com os respectivos quantitativos: sapata pré-moldada para o mastro central e blocos cilíndricos para os estais (70%); tubulão (21%); sapata (5%); estaca (3%) e bloco atirantado em rocha (1%). A faixa de servidão de 40 metros de largura, sendo 20 metros para cada lado da LT determina a Área de Diretamente Afetada (ADA), já a AID é determinada através de uma faixa de 1 km para cada lado da LT.

2. MÉTODO

O levantamento espeleológico na AID do empreendimento foi realizado a partir das etapas de escritório e visita a campo. A etapa de escritório consistiu no levantamento das informações acerca do tema e planejamento das atividades de campo. A visita à AID consistiu no levantamento de campo e descrição de 25 e 29 pontos, para as LT's Linhares 2 – São Mateus 2 e Viana 2 - João Neiva 2, respectivamente tendo como base a localização de pontos predeterminados na etapa de escritório e realizados caminhamentos em possíveis áreas de existência de cavernas. A Tabela 1 apresenta as etapas das atividades de escritório e campo realizadas neste estudo.

Tabela 1. Atividades realizadas para o estudo espeleológico (por etapa).

	Etapa de escritório	Etapa de campo
Atividades	Levantamento bibliográfico	Execução do caminhamento
	Fotointerpretação	Descrição dos pontos
	Planejamento do levantamento de campo	Registro fotográfico
	Organização dos dados coletados no levantamento de campo	Busca através de moradores da região por cavernas
	Confecção do relatório	

O levantamento bibliográfico apresentou publicações técnico-científicas e normas utilizadas para embasar a etapa de fotointerpretação e planejamento do levantamento de campo através dos softwares ArcGis® e GoogleEarth®, tal como a elaboração do relatório. A determinação de alvos potenciais para existência de cavernas é oriundo da fotointerpretação da AID. Foram observadas quatro características principais do terreno, dentre outras: presença de afloramento rochoso, padrão de drenagem radial, presença de Depósito de Tálus e margem dos córregos e rios da AID.

Com a determinação dos locais de interesse a serem visitados foram buscados os melhores acessos aos pontos e o melhor caminhamento a ser realizado de modo que se alcançasse todos os pontos e que se percorresse preferencialmente dentro da AID. Esta etapa foi iniciada com a determinação dos pontos de interesses durante a etapa de planejamento e materializada no GPS para execução do caminhamento.

A execução do caminhamento foi a etapa seguinte a ser executada já no campo. Cada ponto já determinado como potencial para ocorrência de cavernas foi visitado, descrito em ficha padrão com dados do meio físico (coordenadas, data da descrição, dimensionamento das cavernas, presença de erosão, presença de área de empréstimo, etc.) registrados através de fotos que são descritas e orientadas, conforme a direção mostrada. A bussola de Geólogo foi utilizada para orientação das descontinuidades e a trena para mensurar as cavidades encontradas. Durante o levantamento de campo os moradores da região foram perguntados sobre a ocorrência de cavernas na região e estes locais foram visitados para ratificar a presença dessas formações.

Os dados foram todos organizados onde cada ponto recebe uma denominação salva em GPS, juntamente com o caminho percorrido entre os pontos. Estes pontos e caminhamentos são baixados no software TrackMaker® e salvos para serem organizados no ArcGis®. A confecção do relatório finaliza o presente estudo, onde são mostrados todos os aspectos oriundos da revisão bibliográfica e apresentada uma conclusão.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

3.1. Caracterização geológica e geomorfológica da LT 345 kV Viana 2 - João Neiva 2

A AID da LT entre Viana e João Neiva apresenta 6 unidades geológicas distribuídas espacialmente de acordo com a Tabela 2 (Econservation, 2017a):

Tabela 2. Distribuição das unidades Geológicas por área na AID.

Unidade Geológica	Área ocupada na AID	
	km ²	%
Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes	14,16	9,11
Maciço Fundão - Charnockito	0,79	0,51

Maciço Fundão - Granito	3,56	2,29
Suíte Ataléia	20,64	13,28
Ortognaisse Jequitibá	27,66	17,80
Complexo Nova Venécia	88,56	57,00

Quando se trata da subdivisão geomorfológica da AID são diferenciadas 2 unidades, apresentadas abaixo juntamente com as áreas ocupadas por estas (Tabela 3) (Econservation, 2017a):

Tabela 3. Distribuição das unidades Geomorfológicas por área na AID.

Unidade Geológica	Área ocupada na AID	
	km ²	%
Acumulação Fluvial	14,16	9,11
Patamares Escalonados do Sul Capixaba	0,79	0,51

Na AID, em geral os depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes são constituídos por argilas e areias intercaladas, de cor negra ou cinza, não consolidados. Encontram-se assentados discordantemente em rochas do Complexo Nova Venécia, Granitoides foliados (tonalito Jequitibá) e pouco foliados (granada-biotita granito Ataléia) e dos Maciços de Fundão (Charnockito e Granito), bordejando toda a planície de inundação dos corpos hídricos que compõem as bacias do rios Jucu, Santa Maria da Vitória, Reis Magos e Riacho e compõe a unidade geomorfológica Acumulação fluvial. As linhas de drenagem compostas por sedimentos inconsolidados não foram alvo deste levantamento de campo e não tiveram nenhum ponto descrito devido esta unidade geológica não apresentar potencialidade para formação de cavernas.

Na AID o Maciço Fundão é um complexo composto por dois plútons de composições distintas: granítico e charnockítico, cartografados por Fortes *et al.* (2014) *apud* CPRM (2015), que ocorrem nas imediações da localidade de Fundão. Somente na AID os maciços de origem granítica e charnockítica são encontrados. O contato entre o charnockito e o Complexo Nova Venécia em região escarpada de cultivo predominantemente de café no município de Fundão, ocorre na estrada de acesso a Encruzo. A composição granítica do Maciço Fundão está representado na ES 264 no distrito de Djalma Coutinho, no município de Santa Leopoldina.

A Suíte Ataléia está concentrada na AID a partir da cidade de João Neiva e Ibirajú numa faixa continua somada a uma pequena porção já no município de Fundão. Esta suíte está representada por granada-biotita granito e possuem restitos de biotita-granada gnaisse e de rocha calcissilicática (Fortes *et al.*, 2014) *apud* CPRM (2015) e a sudeste da localidade de Fundão a rocha está afetada por falha ou zona de cisalhamento transtraccional dextral cujos marcadores são porfiroclastos de feldspato que indicam movimento dextral (CPRM, 2015). Ainda segundo o CPRM (2015) a componente normal pode ser visualizada em paredão verticalizado e o produto da desagregação das rochas do maciço em depósito de Tálus.

Segundo CPRM (2015) o corpo de composição granítica, unidade Jequitibá, foi individualizado nas proximidades da localidade de Santa Leopoldina e possui uma forma alongada segundo a direção norte-sul, denominado ortognaisse granítico por Vieira (1997) *apud* CPRM (2015). Os pontos 20 e 21 representam esta unidade geológica e estão localizado em encosta. O maciço que aflora no ponto 20 é provavelmente uma continuidade do maciço do ponto 21. Em ambos os maciços não foram notados padrões de descontinuidades, somente esfoliação esferoidal.

O Complexo Nova Venécia é a unidade geológica mais significativa dentro da AID e contempla a maioria dos pontos descritos neste levantamento. Trata-se de paragnaises peraluminosos, ricos em biotita, cordierita, granada e/ou sillimanita, com intercalações de cordierita granulito e rocha calcissilicática (CPRM, 2015). O ponto 8 representa maciço rochoso que recobre encosta de baixa inclinação e que apresenta a esfoliação esferoidal a fonte de geração de blocos in situ. Os pontos 8 e 9 se apresentam em áreas contiguas bordejados pela

mesma linha de drenagem. O ponto 8 apresenta descontinuidades que individualizaram blocos que sofreram tombamento. Nos arredores do ponto 9 o extenso depósito de tálus está depositado em área de menor inclinação da encosta e na linha de drenagem. Os pontos 26, 28 e 29, descritos na etapa complementar do levantamento de campo mostram características comuns nos seus afloramentos rochosos, estruturas marcadas por esfoliação esferoidal, tal como nos pontos anteriores desta unidade geológica, porém sem a presença dos depósitos de Tálus.

Todas as unidades geológicas de origem ígnea e metamórfica compõem os Patamares Escalonados Capixabas que cobre a quase totalidade da AID da Linha de Transmissão. O relevo na região é caracterizado encostas íngremes condicionadas por duas famílias de fraturas nas direção NW-SE e NE-SW. Outra características geomorfológica marcante, condicionada pelas fraturas é a formação de depósitos de Tálus. Estes cobrem as linhas de drenagem onde as escarpas depositam os blocos provenientes dos maciços rochosos.

3.2. Caracterização geológica e geomorfológica da LT 230 kV Linhares 2 - São Mateus 2

Os dados oriundos do relatório de geologia - geomorfologia e do levantamento de campo na AID da Linha de Transmissão 230kV Linhares 2 – São Mateus 2 apresenta 5 unidades geológicas distribuídas espacialmente de acordo com a Tabela 4 (Econservation, 2017b):

Tabela 4. Distribuição das unidades Geológicas por área na AID.

Unidade Geológica	Área ocupada na AID	
	km ²	%
Depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes	14,13	6,78
Depósitos aluvias e coluviais indiferenciados	14,57	6,99
Grupo Barreiras	131,64	63,16
Suíte Intrusiva Aimorés	1,07	0,51
Suíte Ataléia	25,61	12,29
Complexo Nova Venécia	20,67	9,92

Quando se trata da subdivisão geomorfológica da AID são diferenciadas 3 unidades, apresentadas abaixo juntamente com as áreas ocupadas por estas (Tabela 5) (Econservation, 2017b):

Tabela 5. Distribuição das unidades Geomorfológicas por área na AID.

Unidade Geológica	Área ocupada na AID	
	km ²	%
Tabuleiros Costeiros	132,00	63,33
Acumulação Fluvial	29,00	13,91
Patamares Escalonados do Sul Capixaba	49,00	23,51

Os Depósitos fluviais, depósitos fluviais argilo-arenosos e arenosos recentes são constituídos por argilas e areias intercaladas, de cor negra ou cinza, não consolidados. Encontram-se assentados discordantemente em rochas do Grupo Barreiras e do Complexo Nova Venécia, bordejando principalmente os córregos Nativo, Capivara, Veado e rio São José.

Os sedimentos argilo-arenosos que compõe os Depósitos aluvias e coluviais indiferenciados caracterizam as baixadas de inundação dos córregos Tibiriça, Vargem Alegre, Senador Jonas, Paraisópolis, Paraju, Areinha, Boa Sorte, Tesouro, do Deve, do Dezoito, São Braz, Jirau, da Areia, da Onça, além do rio Preto do Sul e córrego Grande do Norte.

Acumulação Fluvial ou Planície Fluvial representa um modelado de acumulação fluvial, pouco profundo, denominada planície de inundação, decorrente de processos atuais, nos quais são depositados aluviões a partir de sedimentos continentais carreados pelos rios e córregos ou por sedimentos carreados diretamente das encostas que cercam esses vales e ali se depositam. Ambos os depósitos inconsolidados de origem fluvial e aluvionar bordejam as rochas metamórficas e graníticas da AID, como pode ser observado no ponto 1. A Suíte Ataléia ocorre separada pelos sedimentos inconsolidados pela Lagoa Juparanã e os sedimentos inconsolidados numa praia na própria lagoa.

Os arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos a grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos e variegados (textura mosqueada) constituem o Grupo Barreiras que se estende pelos municípios de Linhares, Rio Bananal, Sooretama, Vila Valério, Jaguaré e São Mateus.

Os Tabuleiros Costeiros, compostos por arenitos e argilitos semiconsolidados representam um modelado de aplanamento com dissecação homogênea, decorrente de processos atuais e subatuais, resultando em feições de topo aplanados, levemente convexados e abaulados. Esse modelado de aplanamento é também resultante da fraca resistência das rochas sedimentares terciárias do Grupo Barreiras.

Na AID as rochas da Suíte Intrusiva Aimorés, se destacam em um pequeno trecho entre os Municípios de Rio Bananal e Sooretama, na bacia do rio São José. São constituídas por ortopiroxênios granitoides e noritos sob a forma de batólitos e *stocks*.

A Suíte Ataléia é constituída por granitos brancos acinzentados de granulação fina a média, constituídos de quartzo, feldspato, biotita e granada. Possuem restitos de biotita granada gnaisse e de rocha calcissilicática. Ocorre formando batólitos desde as proximidades da localidade de Nova Venécia, ao norte, estendendo-se para sul até Santa Maria de Jetibá. Na AID se destacam em extensos trechos entre os Municípios de Rio Bananal, Sooretama e Vila Valéria, destacando-se próximos aos córregos Capivara e Veado, na bacia do rio São José.

Os gnaisses com intercalações de calcissilicáticas do Complexo Nova Venécia encontram-se recobertos por sedimentos do Grupo Barreiras, aflorando em talwegues, se destacam em extensos trechos entre os Municípios de Rio Bananal, Sooretama e Vila Valéria, iniciando-se no córrego Cedro, na bacia do rio São José, e reaparecendo na bacia do córrego Areinha no município de Jaguaré.

Todas as rochas de origem ígnea e metamórfica que compõem a AID estão representadas pela Unidade geomorfológica dos Patamares Escalonados do Sul Capixaba. Possui características de um elevado bloco basculado para leste e um conjunto de relevos que funcionam como degraus de acesso aos seus diferentes níveis topográficos, com morfologia de aspecto preferencialmente homogêneo. A morfologia do planalto é alongada com vertentes retilíneas ou convexas e topos convexizados (Mendes *et al.*, 1987). Os terrenos representados pelos Patamares Escalonados também são utilizados como áreas agricultáveis, tal como os terrenos dos Tabuleiros Costeiros. No contato entre as unidades geológicas representadas pelos sedimentos inconsolidados e as rochas ígneas e metamórficas ocorrem acumulações de rochas nas margens dos rios e córregos, além do solo carreados. O relevo composto por rochas ígneas e metamórficas também podem ser representados por espessos perfis de solos circundados pelos rios e córregos da região ou por rochas aflorantes muito fraturadas.

4. CONCLUSÕES

4.1 Caracterização geológica e geomorfológica da LT 345 kV Viana 2 - João Neiva 2

As rochas metamórficas e ígneas perfazem 90,89% da AID tal como a unidade geomorfológica Patamares Escalonados do Sul Capixaba, representada pelo mesmo grupo de rochas na sua totalidade. Os sedimentos inconsolidados representam o restante da AID.

A ausência de cavernas em terrenos onde as unidades geológicas de sedimentos inconsolidados está embasada na gênese de formação desta unidade, que não possui processos formadores de qualquer tipo que justifique a presença de cavidades naturais. A presença de cavernas em rochas metamórficas e ígneas está condicionada à formação das mesmas ou a processos esculpidores e transformadores do relevo, como por exemplo movimentos de massa e transporte de blocos de rocha através dos cursos d'água. Na AID da Linha de Transmissão 345 kV Viana 2 - João Neiva 2 e das subestações a presença de cavernas é potencializada devido a característica do relevo escarpado, com linhas drenagens bem marcadas no terreno a partir de descontinuidades. Estas descontinuidades também são responsáveis pela individualização de blocos de rocha ou pela fragmentação *in situ* do maciço rochoso. A Tabela 6 apresenta o grau de potencialidade de ocorrência de cavernas associado a um litotipo (Jansen *et al.*, 2012).

Tabela 6. Grau de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil de acordo com a litologia.

Litotipo	Grau de Potencialidade
Calcário, Dolomito, Evaporito, Metacalcário, Formação ferrífera bandada, Itabirito e Jaspilito.	Muito Alto
Calcrete, Carbonatito, Mármore e Marga.	Alto
Arenito, Conglomerado, Filito, Folhelho, Fosforito, Grauvaca, Metaconglomerado, Metapelito, Metassiltito, Micaxisto, Milonito, Quartzito, Pelito, Riolito, Ritmito, Rocha calcissilicática, Siltito e Xisto.	Médio
Anortosito, Arcóseo, Augengnaise, Basalto, Charnockito, Diabasio, Diamictito, Enderbitto, Gabro, Gnaise, Granito, Granitóide, Granodiorito, Hornfels, Kinzigito, Komatito, Laterita, Metachert, Migmatito, Monzogranito, Olivina gabro, Ortoanfíbolito, Sienito, Sienogranito, Tonalito, Trondhjemitto, entre outros litotipos.	Baixo
Aluvião, Areia, Argila, Cascalho, Lamito, Linhito, Turfa e outros sedimentos.	Ocorrência Improvável

Em síntese, os litotipos associados ao calcário, de origem sedimentar ou metamórfica e as formações ferríferas, apresentam as maiores potencialidades para ocorrência de cavernas. Especificamente na área de influência direta do empreendimento são reconhecidas as ocorrências de rochas calcissilicáticas, gnáissicas e sedimentos inconsolidados a semiconsolidados. As rochas calcissilicáticas apresentam grau médio de ocorrência de cavernas devido a sua maior predisponência a dissolução. As rochas gnáissicas e os sedimentos possuem grau baixo e pouco provável, respectivamente. O caminhamento realizado dentro da AID em busca de locais com presença de afloramento rochosos *in situ* ou acumulações de blocos em drenagens ou estas mesmas acumulações em sopé de morros os montanhas representados pelos depósitos de Talús, encontraram muitas exposições de rochas. Na Tabela 7 seguem os pontos descritos durante o levantamento de campo onde foram identificadas cavernas e a dimensão das mesmas.

Tabela 7. Cavernas identificadas durante o levantamento de campo.

Denominação	Ponto	Dimensão (m) (A x L x P)	Localização
C1	P1	1,50 x 4,50 x 0,80	AID
C2	P1	2,40 x 12,00 x 1,50	AID

C3	P8	0,40 x 0,80 x 0,90	AID
C4	P9	1,20 x 2,00 x 1,20	AID
C6	P25	2,40 x 4,80 x 3,00	AID

No ponto 1 foram descritas duas cavernas, C1 e C2 (Figuras 1a e 1b), cuja formação está condicionada a duas direções de descontinuidades abertas que individualizaram blocos e através de movimentos de massa denominados queda e tombamento (Varnes, 1978) se depositaram no sopé da encosta e na drenagem. Ambas as cavernas estão contidas na Suíte Ataléia e em encosta de declividade superior a 45°, o que as torna de difícil acesso. As cavernas C3 e C4 (Figuras 2a e 2b) estão contidas no Complexo Nova Venécia e estão associadas a blocos de rocha resultado também de quedas e tombamentos formando depósitos de blocos empilhados. A caverna C6 identificada em linha de drenagem é composta por ortognaisses da unidade Jequitibá. Os blocos são de grande dimensão e estão empilhados na linha de drenagem de direção NW-SE condicionada por zona de fraturamento que gerou descontinuidades que são responsáveis pela individualização de blocos contidos no córrego. A cavidade está acima do nível do córrego e se encontra cercada por vegetação, fato que prejudicou o registro fotográfico, principalmente do seu entorno. A área é acessada pelos moradores e pelos trabalhadores que realizam a colheita de bananas.

A implantação da linha de transmissão somente trará impacto se a torre ou o acesso para implantação da mesma interferir diretamente nos locais onde existem estas cavidades. Nenhuma das cavidades é formada por terreno cárstico ou oriundo de dissolução de algum tipo de rocha, pois não foram identificadas tais feições em escala de detalhe na AID, como drenagem do tipo radial. Todas as cavidades encontradas, com exceção do ponto 1, são de acesso livre de pessoas e gado, como já ocorre atualmente. O grau de relevância é determinado através da Instrução Normativa N° 2, de 20 de agosto de 2009, que no 4° inciso explana que “entende-se por cavidade natural subterrânea com grau de relevância máximo aquela que possui pelo menos um dos atributos listados”: gênese única ou rara; morfologia única, dimensões notáveis em extensão, área ou volume; espeleotemas únicos; isolamento geográfico, abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais; hábitat essencial para preservação de populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relíctos; hábitat de troglóbio raro; interações ecológicas únicas; cavidade testemunho; ou destacada relevância histórico-cultural ou religiosa. Neste artigo serão tratados somente os temas relacionados a geologia e espeleologia, que são: gênese única ou rara, morfologia única, dimensões notáveis em extensão, área ou volume, espeleotemas únicos, isolamento geográfico ou cavidade testemunho. Nenhum destes 6 atributos está presente na AID do empreendimento, o que não exclui totalmente o grau máximo de relevância para as cavernas contidas na área do empreendimento, pois os demais 5 itens não são discutidos neste artigo. Caso seja necessário tratar o grau de relevância destas cavernas a referência é a mesma Instrução Normativa N° 2 do Decreto N° 6.640.



(a)



(b)

Figura 1. Vista frontal da cavidade 1 (ponto 1) (a). Vista lateral da cavidade 2 (ponto 1) (b).



Figura 2. Visão lateral da cavidade 3. Em destaque local de entrada da cavidade (ponto 8) (a). Visão frontal da cavidade 4 formada por blocos empilhados (ponto 9) (b).

4.2. Caracterização geológica e geomorfológica da LT 230 kV Linhares 2 - São Mateus 2

Os terrenos pertencentes ao Grupo Barreiras dominam cerca de 63% da AID com seus sedimentos semiconsolidados, compostos por areia e argila. Os sedimentos inconsolidados de origem fluvial, eluvial e coluvial perfazem cerca de 14% da mesma AID. Deste modo, cerca de 77% da AID apresentam terrenos de sedimentos semiconsolidados e inconsolidados.

A ausência de cavernas em terrenos onde as unidades geológicas de sedimentos inconsolidados e seminconsolidados está embasada na formação genética destas unidades, que não possuem processos formadores de qualquer tipo que justifique a presença de cavidades naturais. A presença de cavernas durante a evolução destes terrenos, de dissecação homogênea para os Tabuleiros Costeiros e de constante carreamento nas Planícies Fluviais, é refutada devido à baixa resistência destes solos quando escavados, ou seja, de sustentarem qualquer tipo de escavação natural por curtos períodos.

A presença de cavernas em rochas metamórficas e ígneas está condicionada a formação das mesmas ou a processos esculpidores e transformadores do relevo, como por exemplo movimentos de massa e transporte de blocos de rocha através dos cursos d'água.

Em síntese, os litotipos associados ao calcário, de origem sedimentar ou metamórfica e as formações ferríferas, apresentam as maiores potencialidades para ocorrência de cavernas. Especificamente na área de influência direta da LT são reconhecidas as ocorrências de rochas calcissilicáticas, gnáissicas e sedimentos inconsolidados a seminconsolidados. As rochas calcissilicáticas apresentam grau médio de ocorrência de cavernas. As rochas gnáissicas e os sedimentos possuem grau baixo e pouco provável, respectivamente. Os caminhamentos realizados dentro da AID em busca de locais com presença de afloramento rochosos in situ ou acumulações de blocos em drenagens ou estas mesmas acumulações em sopé de morros os montanhas representados pelos Depósitos de Talús, encontraram poucas exposições de rochas. Os pontos 6 e 18 apresentaram as mais expressivas presenças de rocha na AID. O ponto 6 apresenta um típico depósito de margem fluvial com presença de rocha, trazida de montante ou erodida de parte do maciço presente na margem. O material está envolto em solo que em estação chuvosa de maior volume do curso d'água será provavelmente erodida. O ponto 18, apresentam reentrâncias na rocha devido à queda de blocos de rocha que não configuram cavernas devido não estarem em subsuperfície e por serem locais de grande instabilidade, notada pela quantidade de blocos caídos e de descontinuidades abertas e não preenchidas.

A presença dos litotipos associados a sedimentos inconsolidados a semiconsolidados já apontava para a ausência de cavernas em mais de 75% da AID. O foco nas rochas de origem calcilásticas presentes na Suíte Ataléia e Complexo Nova Venécia e a ausência de feições características de terrenos com cavernas na Suíte Intrusiva Aimorés diminuíram as chances de encontrar alguma feição espeleológica. Por fim, o caminhamento realizado e os pontos descritos dentro da AID não detectou nenhuma caverna, ficando assim o empreendimento desobrigado de cumprir qualquer exigência proveniente do tema espeleologia.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a Econservation – Estudo e Projetos Ambientais pelo apoio e incentivo na publicação deste artigo.

REFERÊNCIAS

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS – CECAV. (2011) III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Apostila%20Curso%20de%20Espeleologia%20e%20Licenciamento%20Ambiental.pdf>

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais. / Valter Salino Vieira, Ricardo Gallart de Menezes, Orgs. Belo Horizonte, CPRM, 2015, 289 p.

DECRETO Nº 6.640. Ano 2012. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/Decreto_6640_Comentado.pdf. Acessado em: 11 jul. 2017.

ECONSERVATION. (2017a). Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da Linha de Transmissão 345 KV - SE Viana II - SE João Neiva II.

ECONSERVATION. (2017b). Relatório de Controle Ambiental (RCA) da Linha de Transmissão 230 KV - SE Linhares 2 - SE São Mateus 2 e Subestação 230/138-13,8 KV São Mateus 2.

FORTES, P. T. F. O.; BASTOS, A. C.; LANA, C. E.; ALTHOFF, F. J.; ESPINOZA, J. A. A.; CAMPOS, R. S.; SILVA, L.C.(Coord.); VIEIRA, V.S.(Rev.). Folha Aracruz (SF.24-Y-D-IV), escala 1:100.000. Rio de Janeiro: CPRM, 2014. Programa Geologia do Brasil. Disponível em: <www.cprm.gov.br/geobank/mapas_executados_pelas_Universidades (contrato).

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 9ª edição, Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil. 2011, 648p.

JANSEN, D.C.; CAVALCANTI, L.F.; LAMBLÉM, H.S. Mapa de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas no Brasil, na Escala 1:2.500.000. Revista Brasileira de Espeleologia, Volume 2, Número 1, Ano 2012. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/RBEsp/article/view/255/pdf_255. Acessado em: 11 jul. 2017.

MENDES, I. A.; DANTAS, M. & BEZERRA, L. M. M. Geomorfologia. In: BRASIL. Folha SE 24 Rio Doce: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra. IBGE. Rio de Janeiro, 1987.

VARNES, D.J. (1978), "Slope Movement and Types and processes". In: Schuster, R.L. e Krizek, R.J.(eds), Landslides: Analysis and Control. Transportation Research Board Special Report 176. National Academy of Sciences, Washington DC, 11-33pp.

VIEIRA, V. S. Geoquímica da suíte Lagoa Preta, MG/ES: exemplo de plutonismo no domínio do arco magmático Rio Doce. 1997. 91 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.