

## ÍNDICE

3.6.3.10 -	Espeleologia .....	1/57
a.	Classes de Potencialidade Espeleológica .....	1/57
b.	Áreas Correspondentes às Classes de Potencialidade Espeleológica.....	6/57
c.	Cavidades da Área de Influência (Indireta e Direta) da LT na Região de Presidente Figueiredo: Área de Alto/Médio Potencial Espeleológico .....	7/57
d.	Relatório Descritivo .....	57/57
e.	Cavidades a 250 metros da LT.....	57/57

## ANEXOS

Anexo 3.6.3.10-1 Shapefile do Caminhamento - Via Digital



## Legendas

Quadro 3.6.3.10-1 - Classes de Pontencialidade Espeleológica .....	4/57
Figura 3.6.3.10-1 - Diagramas explicativos do processo de formação das cavidades naturais em Presidente Figueiredo. A) Sistema de cavernas sendo formado em subsuperfície influenciado pelas fraturas cretáceas. B) Movimentos tectônicos intensificando a formação das grutas. C) Afloramento das cavidades na meia encosta pelo processo de entalhe da rede de drenagem. ....	14/57
Figura 3.6.3.10-2 - Mapa hipsométrico com a distribuição espacial das cavidades naturais encontradas na área de estudo e perfil topográfico da seção A-B .....	19/57
Quadro 3.6.3.10-2 - Cavidades Naturais localizadas na AII da LT 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas .....	19/57
Quadro 3.6.3.10-3 - Cavidades Naturais localizadas na AID da LT 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas .....	20/57
Quadro 3.6.3.10-4 - Cavidades Naturais presentes na área de influência direta e indireta da LT, mas sem localização precisa. ....	21/57
Figura 3.6.3.10-3 - Exposição da Formação Alter do Chão com o topo laterizado coberto por colúvio .....	22/57
Figura 3.6.3.10-4 - Estratificação cruzada da Formação Nhamundá .....	23/57
Figura 3.6.3.10-5 - Folhelho próximo ao Rio Urubu da Formação Pitinga/Manacapuru .....	24/57
Figura 3.6.3.10-6 - Detalhe das duas entradas da primeira gruta mapeada .....	26/57
Figura 3.6.3.10-7 - Detalhe da segunda entrada da gruta, com conexão interna de 4,0 m até a dupla entrada ilustrada na figura anterior. A parte aberta desta entrada estende-se por 12,40 m com 1,80 m de altura .....	26/57
Figura 3.6.3.10-8 - Do outro lado do Sítio Santa Lúcia ocorrência de abrigos areníticos .....	27/57
Figura 3.6.3.10-9 - Abrigos de 2,0 m de extensão por 2,0 m de altura por 10,0 m de comprimento .....	27/57

Figura 3.6.3.10-10 - Abrigos presentes no Sítio Fortaleza das Águas.....	28/57
Figura 3.6.3.10-11 - Surgência em um córrego tributário ao Igarapé das Lajes .....	29/57
Figura 3.6.3.10-12 - Aspecto do relevo ruiforme presente no Sítio Fortaleza das Águas .....	29/57
Figura 3.6.3.10-13 - Arenito plano-paralelo com camadas mais competentes. Abrigos na base. Em torno da primeira cachoeira se observa pequenas fendas no arenito (UTM-e: 166669 / UTM-n: 9774277).....	30/57
Figura 3.6.3.10-14 - Fendas no arenito com exfiltração de água subterrânea (UTM-e: 166663 / UTM-n: 9763645) .....	30/57
Figura 3.6.3.10-15 - Pequeno córrego de água subterrânea .....	31/57
Figura 3.6.3.10-16 - Lajedo arenítico com pequena queda d'água a 533 m da diretriz da LT .....	32/57
Figura 3.6.3.10-17 - Arenito com estratificação plano-paralela e pequenas fendas horizontais.....	32/57
Figura 3.6.3.10-18 - Gruta do raio. Grande laje arenítica contendo diversas grutas associadas e estruturas arredondadas no teto devido à percolação d'água .....	33/57
Figura 3.6.3.10-19 - Vista de um dos lados do anfiteatro com seus pilares de sustentação .....	34/57
Figura 3.6.3.10-20 - Pequenas grutas são observadas no paredão interno do anfiteatro .....	34/57
Figura 3.6.3.10-21 - Uma das grutas observadas neste grande anfiteatro de 3,0 m de altura por 1,50 m de extensão .....	35/57
Figura 3.6.3.10-22 - Furos arredondados no teto do anfiteatro ratificando a ideia de formação de feições cársticas através da percolação d'água .....	35/57
Figura 3.6.3.10-23 - Lajedos areníticos com fendas horizontais .....	36/57
Figura 3.6.3.10-24 - Fraturas dissecadas, sendo uma delas utilizada como passagem. ....	37/57
Figura 3.6.3.10-25 - Estratos de arenito médio intercalados com arenitos finos, mais competentes, gerando feições de “escada” na parede frontal do paredão arenítico. ....	37/57

Figura 3.6.3.10-26 - Palácio do Galo da Serra. Vista da entrada principal .....	38/57
Figura 3.6.3.10-27 - Palácio do Galo da Serra. Vista da entrada lateral.....	39/57
Figura 3.6.3.10-28 - Palácio do Galo da Serra. Entrada principal onde é possível observar uma clarabóia e uma entrada vazada para os fundos do maciço arenítico .....	39/57
Figura 3.6.3.10-29 - Presença de morcegos dentro do Palácio do Galo da Serra.....	40/57
Figura 3.6.3.10-30 - Palácio do Galo da Serra. Vista interna da entrada principal .....	40/57
Figura 3.6.3.10-31 - Palácio do Galo da Serra. Vista da entrada secundária com a gruta sustentada por colunas areníticas .....	41/57
Figura 3.6.3.10-32 - Palácio do Galo da Serra. Vista lateral de uma das entradas da gruta.....	41/57
Figura 3.6.3.10-33 - Interior da Toca da Onça .....	42/57
Figura 3.6.3.10-34 - Entrada da Toca da Onça.....	42/57
Figura 3.6.3.10-35 - Vista lateral da Toca da Onça. Presença de pequenas grutas de 0,80 m de comprimento por 1,50 m de altura. Tais grutas são interconectadas, não sendo possível adentrá-las.....	43/57
Figura 3.6.3.10-36 - Catedral - Esta caverna apresenta inúmeras interconexões em seu interior.....	43/57
Figura 3.6.3.10-37 - Vista do teto da Catedral indicando o início da perda do mesmo pelo processo contínuo de erosão pluvial .....	44/57
Figura 3.6.3.10-38 - Vista pela outra entrada da Catedral mostrando a base mais ampla que o teto. Fato este corrobora para a ideia da dissecação de fraturas acentuada pela percolação d'água .....	44/57
Figura 3.6.3.10-39 - Vista de um dos lados do paredão, já sem o teto arenítico, com finas quedas d'água gerando um pequeno córrego .....	45/57
Figura 3.6.3.10-40 - Morro-testemunho com uma passagem. Teto sustentado pelo arenito fino muito coeso .....	45/57

Figura 3.6.3.10-41 - Fendas/abrigos horizontais no arenito possivelmente erodido em períodos de cheias do rio Urubuí .....	46/57
Figura 3.6.3.10-42 - Vista lateral da gruta com 2,00 m de altura (UTM-e: 827775 e UTM-n: 9779433).....	46/57
Figura 3.6.3.10-43 - Pequenas fendas geradas pela erosão fluvial em períodos de cheia no leito do rio urubuí .....	47/57
Figura 3.6.3.10-44 - Lagoa Azul. Esta lagoa concentra um grande número de frequentadores da região em busca de lazer .....	47/57
Figura 3.6.3.10-45 - Vista externa da nova ocorrência. Pequena queda d'água coberta por vegetação densa.....	48/57
Figura 3.6.3.10-46 - Início da Gruta. Exfiltração de um pequeno córrego. Presença de morcegos.....	49/57
Figura 3.6.3.10-47 - Vista frontal da entrada da gruta com o teto plano paralelo, a base bastante assoreada pelo desprendimento de arenito médio oxidado e a presença de um córrego.....	49/57
Figura 3.6.3.10-48 - Vista lateral da gruta .....	50/57
Figura 3.6.3.10-49 - Vista frontal da cachoeira de 2,50 m de altura, composta por arenito médio, com a base dissecada formando um abrigo. Na parte do fundo da imagem, à esquerda, há um túnel de cerca de 12,0 m de extensão que desemboca na abertura mostrada ao fundo da Figura 3.6.3.10-50.....	51/57
Figura 3.6.3.10-50 - Túnel de mais ou menos 12,0 m de extensão .....	51/57
Figura 3.6.3.10-51 - Cavidades presentes ao longo do depósito sedimentar arenítico. Foram observadas pelo menos mais duas reentrâncias similares, com rastros de onça.....	52/57
Figura 3.6.3.10-52 - Paredão de aproximadamente 8 metros formado no arenito. Na base drena um pequeno córrego.....	52/57
Figura 3.6.3.10-53 - Fenda exposta entre dois lajedos, acompanhando o set de fraturas preferencial.....	53/57

Figura 3.6.3.10-54 - Salão com presença de fratura bastante dissecada (UTM-e: 166416 / UTM-n: 9780003).....	53/57
Figura 3.6.3.10-55 - Cálice marcando um testemunho do antigo relevo .....	54/57
Figura 3.6.3.10-56 - Entrada estreita da Gruta da Onça .....	55/57
Figura 3.6.3.10-57 - Abertura no teto da gruta da Onça .....	55/57



### 3.6.3.10 - Espeleologia

#### a. Classes de Potencialidade Espeleológica

A Linha de Transmissão 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas atravessa, de N para S, porções da Bacia do Tacutu, do Cráton Amazônico (Almeida & Hasui, 1984) e da Bacia Sedimentar do Amazonas. Estes três domínios geológicos definem, sobremaneira, a potencialidade de ocorrência de cavernas ao longo do traçado da LT.

A bacia do Tacutu encontra-se na região próxima à cidade de Boa Vista e se caracteriza por uma sequência vulcano-sedimentar mesozóica. Esta bacia é formada por um *rift* limitado por um sistema de falhas normais, que originaram um ambiente de *horsts* e *grabens* (PEDREIRA DA SILVA et al., 2003). Os litotipos desta bacia, que afloram em uma pequena porção da área de influência indireta da linha, apresentam baixo potencial de ocorrência de cavidades, uma vez que são formados essencialmente por derramamentos basálticos.

O Cráton Amazônico constitui uma entidade geotectônica que, juntamente com suas análogas, os crátons do São Francisco, São Luís-Oeste Africano, dentre outros, integrou o supercontinente Gondwana, há cerca de 500 Ma, ao fim da sequência de episódios de colisão coletivamente denominados de Evento ou Orogênese Brasileira. O Cráton Amazônico encontra-se rodeado por rochas de idade Paleoproterozóica a Mesoproterozóica (SPIER & FERREIRA FILHO, 1999), formadas por complexos granito-gnáissicos com núcleo granulítico e faixas vulcano-sedimentares metamorfizadas desde a fácies xisto verde até migmatito.

O potencial de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas nas litologias cristalinas que compõe o Cráton Amazônico, em geral, é baixo. Estas litologias podem ser resumidas a granitóides, rochas máficas, meta-sedimentares, ortognaisses e paragnaisses, que são marcados por intenso metamorfismo e deformação. Quando ocorrem nestas litologias, as cavernas estão diretamente associadas ao grau de fraturamento do embasamento, uma vez que são formadas, predominantemente, por tombamento e queda de blocos.

A Bacia Sedimentar do Amazonas, por sua vez, apresenta litotipos de idades que variam do Paleozóico ao Mioceno. As deposições de sedimentos siliciclásticos na Bacia do Amazonas foram iniciadas ainda durante o Ordoviciano, tendo seguido até o Carbonífero, cujas rochas

representativas deste ciclo deposicional na All compõem o Grupo Trombetas e a Formação Properança. Tais litologias apresentam um potencial de ocorrência de cavidades que varia de médio a alto. Nestas rochas o processo de formação das cavernas se dá pela ação da percolação/infiltração das águas pluviais/fluviais, esculpindo formas e cavernas nas Formações sedimentares areníticas.

A inexistência de rochas carbonáticas e dolomíticas com alto potencial de cavernas (associados ao processo de dissolução cárstica) na All da LT faz com que o maior potencial de ocorrência de cavernas na área de estudo esteja relacionado aos arenitos Paleozóicos. Destes arenitos destacam-se os do Grupo Trombetas, que afloram próximo à cidade de Presidente Figueiredo.

Nesta localidade há uma grande concentração de cavernas que formam um verdadeiro complexo turístico que recebe milhares de visitas por ano. Dentre as cavernas existentes nesta região destaca-se a do Refúgio do Maroaga, protegida desde 1990 pela criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Maroaga.

#### Mapeamento do Potencial de Ocorrência de Cavidades Naturais Subterrâneas

Para realizar o mapeamento do potencial de ocorrência de cavernas ao longo da All/AID da LT foram cruzadas as informações do banco de dados georreferenciado do CECAV/ICMBio (2012) com as litologias mapeadas pelo CPRM (2006), as imagens orbitais SRTM e LANDSAT (TM-5) e os aspectos do relevo obtidos a partir do projeto RADAMBRASIL v.8 (1975), v.10 (1976) e v.18 (1978). Estes dados foram cruzados através de diversos planos vetoriais em ambiente SIG, para que fosse possível estabelecer uma avaliação do potencial espeleológico na área de estudo, integrando em uma mesma análise as características geológicas da região com as unidades de relevo locais.

Com relação ao relevo, foram buscadas nos mapeamentos feições que pudessem indicar a existência de cavidades, a exemplo de afloramentos rochosos (que concentram blocos tombados em suas bases, podendo existir cavernas por empilhamento), depressões fechadas (típicas da formação de dolinas), morros residuais (testemunhos), além de aspectos anômalos da rede de drenagem, como sumidouros.

Em relação à geologia, a abordagem utilizada no presente diagnóstico fundamentou-se na concepção desenvolvida por Jansen (2011), que atribui uma estimativa de potencial espeleológico à litologia. Dessa forma, as litologias relativas ao embasamento cristalino, que predominantemente datam do Eon Proterozóico, foram designadas como de baixa potencialidade. Já as formações sedimentares foram definidas com médio e alto potencial, conforme as rochas que compõe cada unidade geológica. Por fim, os depósitos cenozóicos inconsolidados foram definidos como de improvável ocorrência de cavidades.

O Quadro 3.6.3.10-1 apresenta a relação entre as litologias e o relevo presentes na AII/AID e seu respectivo potencial de ocorrência de cavernas (Quadro 3.6.3.10-1). A representação cartográfica de tais unidades pode ser observada no Mapa de Classes de Potencialidade Espeleológica - 2517-00-EIA-MP-2002-01 apresentado no Caderno de Mapas.

Quadro 3.6.3.10-1 - Classes de Pontencialidade Espeleológica

Era	Unidade Geológica	Sigla	Litologia	Relevo	Estado	Município de Ocorrência	Potencial
Cenozóico	Depósitos aluvionares	Q2a	Sedimentos aluvionares arenosos	Relevo plano	RR	Boa Vista/Mucajaí/Cantá	Ocorrência Improvável
	Depósitos aluvionares e de terraços	Qa	Depósitos aluvionares e de terraços	Relevo plano	RR/AM	Caracarái/Rorainópolis/Presidente Figueiredo	Ocorrência Improvável
	Formação Areias Brancas	Qab	Areias fluviais e eólicas	Relevo plano	RR	Boa Vista	Ocorrência Improvável
	Formação Boa Vista	Nbv	Arenito, Arenitos conglomeráticos, Arcóseos e Siltitos	Relevo plano/Suave ondulado	RR	Boa Vista/Mucajaí	Ocorrência Improvável
Mesozóico	Formação Apoteri	K1Bap	derrames e diques, andesito Basáltico	Morros com vertentes triangulares	RR	Boa Vista	Baixo Potencial
	Alter do Chão	K2E1ac	Quartzo Arenito	Relevo residual tabular	AM	Manaus/Rio Preto da Eva/Presidente Figueiredo	Médio Potencial
Paleozóico	Grupo Tombetas	O3D1t	Arenito, Diamictito, Folhelho, Siltito	Relevo dissecado em interflúvios tabulares	AM	Manaus/Rio Preto da Eva/Presidente Figueiredo	Alto Potencial
	Formação Prosperança	εOpr	Arenito arcóseo/subarcóseo	Relevo tabular	AM	Presidente Figueiredo	Baixo Potencial
Mesoproterozóico	Suíte Intrusiva Mucajaí	MP1γmu	Sienogranito, Quartzo sienito	Relevo dissecado em colinas de topo arredondado	RR	Cantá	Baixo Potencial

Era	Unidade Geológica	Sigla	Litologia	Relevo	Estado	Município de Ocorrência	Potencial
Paleoproterozóico	Grupo Iricoumé	PP3air	Aglomerado, Andesito basáltico, Dacito, Tufo lapillítico, Traquito, Riolito, Riodacito, Tufo de cristal, Latito, Brecha piroclástica	Relevo dissecado em colinas amplas com vertentes convexas	RR/AM	Caracarái/Presidente Figueiredo	Baixo Potencial
	Granito Curuxuim	PP3γ2cx	Sienogranito, Monzogranito	Colinas de topo amplo	RR	Cantá	Baixo Potencial
	Granito Igarapé Azul	PP3γ2ia	Monzogranito	Relevo dissecado em amplas e suaves colinas	RR	Rorainópolis/São Luiz/Caracarái	Baixo Potencial
	Suíte Água Branca	PP3γ3ab	Tonalito, Granodiorito, Quartzo monzodiorito, Quartzo diorito, Monzogranito	Relevo dissecado em colinas de topo arredondado	RR/AM	Caracarái/Rorainópolis/Presidente Figueiredo	Baixo Potencial
	Suíte Mapuera	PP3γma	Sienogranito, Granito, Monzogranito	Relevo de colinas arredondados de média amplitude	RR/AM	Caracarái/Presidente Figueiredo	Baixo Potencial
	Rochas Máficas	PP34Δmi	Gabro	Morro isolado	AM	Presidente Figueiredo	Baixo Potencial
	Suíte Serra da Prata	PP34γsp	Charnockito	Serras Isoladas	RR	Caracarái/Cantá	Baixo Potencial
	Suíte Jauaperi	PP3ja	Gnaisses	Relevo de baixa amplitude com colinas isoladas	AM/RR	Presidente Figueiredo/Rorainópolis	Baixo Potencial
	Suíte Murupu	PP3mu	Kinzigito, Paragnaisse	Serras Isoladas	RR	Caracarái	Baixo Potencial
	Rio Urubu	PP3ru1	Ortognaisses	Relevo dissecado em amplas e suaves colinas	RR	Caracarái/Cantá/Mucajái/Boa Vista	Baixo Potencial
	Rio Urubu	PP3ru2	Leucognaisses	Relevo suave ondulado	RR	Cantá	Baixo Potencial
	Rio Urubu	PP3ru4	Kinzigito	Relevo dissecado em colinas	RR	Caracarái	Baixo Potencial
	Grupo Uai-Uai	PP3u	Xisto, Filito	Serra Isolada	RR	Caracarái	Baixo Potencial

Coordenador:

Técnico:

## Considerações Finais

Através do presente levantamento foi possível observar o maior potencial de ocorrência de cavidades naturais na porção inicial do traçado da LT, próximo à cidade de Presidente Figueiredo. Neste local, apesar das cavidades já cadastradas na base do CECAV não estarem dentro da AII/AID da LT, uma série de fatores geológicos/geomorfológicos apontam uma suscetibilidade à existência de cavernas dentro da AII/AID do empreendimento. A conjugação de litologias com média favorabilidade (arenitos) à feições irregulares da rede de drenagem (capturas, cachoeiras, vales reilíneos) originadas por movimentação tectônica recente (neotectônica), definem a área de Presidente Figueiredo como a região de maior potencial de ocorrência de cavidades naturais ao longo do traçado da linha de transmissão.

Nesse sentido, um trabalho de campo detalhado foi realizado na Região de Presidente Figueiredo com vista à identificação de cavidades naturais dentro da AII/AID da LT, sobretudo nas rochas do Grupo Trombetas.

Ainda assim, para obliterar qualquer dúvida em relação à existência de cavidades ao longo de todo o traçado da linha, foram observadas nos trabalhos de campo do meio físico, feições geomorfológicas que apontassem o reconhecimento de cavidades no relevo, tais como: sumidouros, dolinas, uvalas, além de bocas (aberturas das cavernas). Com isso confirmou-se que as áreas que se estendem das proximidades do reservatório da UHE Balbina até Boa Vista possuem baixo potencial de ocorrência de cavidades, não sendo necessário, portanto, um trabalho de campo específico e detalhado sobre o embasamento cristalino do Cráton Amazônico, ressaltando o foco do trabalho sobre a região próxima à cidade de Presidente Figueiredo.

Sendo assim, no item abaixo serão descritas as cavidades levantadas no trabalho de campo detalhado, sucedido na área definida como de alto/médio potencial de ocorrência de cavidades naturais, especificamente nas litologias do Grupo Trombetas que afloram no município de Presidente Figueiredo.

### b. Áreas Correspondentes às Classes de Potencialidade Espeleológica

As informações solicitadas neste item são apresentadas no Mapa de Classes de Potencialidade Espeleológica (2517-00-EIA-MP-2002-01) e Mapa Geológico de Detalhe (2517-00-EIA-MP-2011-01), apresentados no Caderno de Mapas.

## c. Cavidades da Área de Influência (Indireta e Direta) da LT na Região de Presidente Figueiredo: Área de Alto/Médio Potencial Espeleológico

### 1. Introdução

O presente estudo apresenta as características das cavidades naturais observadas nas Áreas de Influência Direta (AID) e Indireta (AII) da Linha de Transmissão 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas, atendendo ao Termo de Referência estabelecido pelo IBAMA, em paralelo às orientações básicas para realização de estudos espeleológicos elaborado pelo Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas CECAV do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBIO. Para tanto, foi realizado um trabalho de campo no Município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas, no período de 10 à 15/04/2012 com o intuito de identificar e descrever as cavidades dentro do Grupo Trombetas que, de acordo com o mapeamento das classes de potencial espeleológico, apresentou a litologia com maior susceptibilidade à ocorrência de cavidades ao longo do traçado da LT.

Para a execução do campo tomou-se por base o conhecimento de grutas mapeadas em panfletos institucionais com pontos turísticos do município de Presidente Figueiredo, das ocorrências registradas no CECAV/ICMBio, além de informações locais dos moradores. O arcabouço da geologia regional deu-se através de pesquisas de trabalhos publicados, projetos realizados na Bacia Sedimentar do Amazonas, mapas geológicos (escala 1:500.000) e sensoriamento remoto.

O reconhecimento da geologia local foi possível devido aos diversos afloramentos presentes ao longo da BR-174 (cortes de estrada), onde foram obtidas medidas estruturais, assim como descrições litológicas detalhadas e do entorno das cavidades (flora, fauna, solos, relevo, córregos, cachoeiras e áreas antrópicas).

Sendo assim, no presente documento são apresentadas as espacializações geográficas das cavidades, o caminhamento de campo (Waytrack-GPS) e os resultados das investigações das grutas e cavernas, compondo um diagnóstico ambiental detalhado. O desenvolvimento do tema espeleologia na AII/AID tem por objetivo principal apresentar o inventário de cavidades subterrâneas presentes na área de estudo, de forma a permitir o conhecimento do patrimônio espeleológico associado.

## 2. Área de Estudo

O Município de Presidente Figueiredo situa-se na porção nordeste do Estado do Amazonas, Região Norte do Brasil e tem seus limites definidos de acordo com o Decreto N° 1.707 de 23 de outubro de 1985, publicado no Diário Oficial de 08/09/1986.

Ao norte, Presidente Figueiredo faz fronteira com o Estado de Roraima, a leste com os municípios de Uruará e São Sebastião do Uatumã, a sul com os municípios de Itapiranga, Rio Preto da Eva e Manaus e a oeste com o município de Novo Airão. O município está delimitado pela linha do Equador, pelo paralelo 3°00'00" e pelos meridianos 61°30'00" e 58°30'00" ocupando, parcialmente, as folhas SA.20.X-B, SA.20.X-D, SA.20.Z-B, SA.21.V-A, SA.21.V-C, SA.21.Y-A e perfazendo uma área de 24.781 km<sup>2</sup>.

O acesso é feito por via terrestre a partir da cidade de Manaus, pela BR-174, que corta o município de sul a norte. No km 107 desta rodovia está localizada a sede municipal.

## 3. Aspectos Metodológicos

Como citado no item 3.6.3.10.1, foi realizado primeiramente em escritório o mapeamento das áreas com potencialidade espeleológica. Nesse sentido, com base no mapa potencial de ocorrência de cavidades naturais foi realizada uma prospecção exocárstica sistemática em toda a AII/AID na região de Presidente Figueiredo. Neste trabalho de campo foi identificada uma série de cavidades onde foram feitas caracterizações detalhadas de todos os aspectos exo e endocársticos considerados relevantes, corroborando as informações preliminarmente levantadas na elaboração do mapa de potencialidade de cavidades.

Uma vez identificadas, as áreas de interesse foram caracterizadas com o auxílio de um GPS (GARMIN VISTA HCX), do qual foi possível extrair as coordenadas de localização, os dados de elevação, assim como os registros do caminhamento executado em campo. Com um erro aproximado de 5m (média), o sistema de projeção utilizado no GPS para captação do dado foi o UTM, com o DATUM SIRGAS 2000. Nos pontos das cavidades foram feitos trabalhos de identificação de suas entradas, profundidade (até quando era permitido o acesso por questões de segurança relativas ao guano), aspectos lito-estruturais com o auxílio de lupas, trena e bússola, contribuindo para a descrição litológica. Soma-se a estes dados, a caracterização ambiental do entorno das grutas, realizada a partir da observação e descrição dos aspectos geomorfológicos, pedológicos, vegetacionais, hidrológicos e socioeconômicos.

Outro fato relevante observado nos trabalhos de campo foi o levantamento da morfologia interna, do aporte sedimentar e da orientação geral das cavernas, que contribuíram tanto para o dimensionamento estimado das galerias, quanto para a caracterização dos recursos hídricos presentes nas cavidades. Todo este levantamento foi acompanhado de um amplo registro fotográfico, que buscou, na medida do possível, as melhores condições de iluminação natural para a documentação das imagens.

#### 4. Revisão Bibliográfica sobre os Aspectos Lito-estruturais da Região de Presidente Figueiredo

Na região do município de Presidente Figueiredo foram realizados mapeamentos em diversas escalas ao longo da década de 70. Dentre eles destacam-se o Projeto RADAMBRASIL (escala 1:1.000.000), o Projeto Norte da Amazônia - Domínio baixo Rio Negro (escala 1:500.000- CPRM, 1974), o Projeto Estanho de Abonari (escala 1:100.000- CPRM, 1976), o Projeto Sulfetos do Uatumã (escala 1.100.000 CPRM, 1979).

A síntese da geologia aqui apresentada é basicamente uma compilação de dados desses projetos com reinterpretações à luz de trabalhos mais recentes como Projeto Caracaraí (escala 1:500.000 CPRM, no prelo) e colaboração de pesquisadores do Departamento de Geologia da Universidade do Amazonas, no que se refere à geologia do Fanerozóico.

O município de Presidente Figueiredo pode ser dividido em dois domínios geológicos distintos. O primeiro, composto por rochas Proterozóicas, predominantemente ígneas e metamórficas que integram a porção sul do Escudo das Guianas, correspondendo à porção setentrional do Cráton Amazônico, situado a norte da Bacia do Amazonas (Baixo Potencial Espeleológico). O segundo, por rochas Fanerozóicas depositadas na própria bacia sedimentar intracratônica do Amazonas (Alto/Médio Potencial Espeleológico).

##### ▪ Domínio I

Composto pelos complexos ígneos e metamórficos como o Complexo Metamórfico Anauá, provavelmente o mais antigo da região, é constituído por migmatitos, gnaisses, granitos e charnockitos, com ocorrências restritas de metabasitos e anfibolitos; o granodiorito Água Branca; o Grupo Iricoumé foram definidos por Oliveira et al. (1975) para designar rochas vulcânicas de composição ácida a intermediária. Na área do município de Presidente Figueiredo essa unidade é representada por rochas vulcânicas e piroclásticas, tais como dacitos, traquidacitos e andesitos basálticos; a Suíte Intrusiva Mapuera é composta por

granitóides anorogênicos, constituída por granitos leucocráticos, róseos, equigranulares a inequigranulares de granulometria média a grossa, geralmente isotropos e homogêneos, que apresentam composição monzogranítica a sienogranítica; a Suíte Intrusiva Abonari composta por rocha granítica e pela Formação Prosperança de idade Neoproterozóica pertencente ao Grupo Purus que aflora em uma faixa estreita e descontínua de direção WSW-ENE, ao sul do município de Presidente Figueiredo, ou em *grabens* balizados por lineamentos WNW-ESE e NE-SW. As camadas desta unidade exibem mergulhos de até 9° para sul e consistem predominantemente em arenitos arcoseanos médios a grossos, em conglomerados e siltitos de coloração marrom avermelhada.

#### ▪ Domínio II

Este domínio, o mais importante do ponto de vista espeleológico, é composto pelo Grupo Trombetas (Formações Autás Mirim, Nhamundá, Pitinga, Manacapuru e Jatapu), pela Formação Alter do Chão (Grupo Javari) e por Lateritos, coberturas argilosas e depósitos colúvio-aluvionares que recobrem as demais litologias.

**Grupo Trombetas:** Segundo Caputo (1984) e Cunha et al. (1994) *apud* Souza & Nogueira (2009), o Grupo Trombetas é composto, da base para o topo, pelos depósitos siliciclásticos das Formações Nhamundá, Pitinga e Manacapuru. Estudos recentes, publicados por Cunha *et al.* (2007), apontam que as rochas da sequência sedimentar do Grupo Trombetas abarcam ainda as formações Autás Mirim (GRAHN, 2005 *apud* CUNHA et al., 2007) e Jatapu, que anteriormente era associada à Formação Maecuru (do sobreposto Grupo Urupadi). O Grupo Trombetas é a unidade sedimentar mais expressiva da parte sul do município de Presidente Figueiredo, aflorando em uma faixa de direção WSW-ENE, com acamamento geralmente subhorizontal e localmente subvertical, quando próximo a zonas de falha. Este grupo recobre os sedimentos da Formação Prosperança ao norte, e ao sul é sobreposto discordantemente pelos depósitos da Formação Alter do Chão, coberturas lateríticas, argilosas e colúvioaluvionares.

**Formação Autás Mirim:** a Formação Autás-Mirim, segundo Caputo et al. (1971) *apud* Cunha et al. (2007), é o membro mais basal do Grupo Trombetas, sendo criado para designar a sequência inferior não aflorante desta formação, em substituição aos membros Urubu publicado em Lange (1967) e Cajari segundo Breitback (1957a) *apud* Cunha et al. (2007). As rochas da Formação Autás Mirim consistem em intercalações de arenito com siltitos e, secundariamente, folhelhos. A granulometria dos arenitos que compõe esta unidade varia de

fina a média, laminadas, duras, com grau variável de silicificação e considerável matriz caulínica (CARDOSO, 2005 *apud* CUNHA et al., 2007).

Formação Nhamundá: é constituída predominantemente de quartzo-arenitos finos a muito grossos, de coloração branca acinzentada, que alcançam espessuras aflorantes de até 7 m, com grãos arredondados e grânulos de quartzo disseminados. Os pelitos são subordinados e as estruturas sedimentares predominantes são estratificação cruzada tabular, estratificação plano-paralela e acamamento maciço, associados com traços fósseis de *Arthropycus* e *Skolithos*. Porções mais deformadas desta unidade são caracterizadas por camadas de diamictitos pelítico-arenosos e quartzo-arenitos finos com abundantes estruturas glacioteclônicas.

Formação Pitinga: é constituída por folhelhos com finas intercalações de arenitos finos com laminação ondulada, depositada em ambiente de plataforma marinha. A melhor exposição desta unidade, que alcança 5 m de espessura, localiza-se no km 108 da rodovia BR-174, quando recobre bruscamente os sedimentos da Formação Nhamundá.

Formação Manacapuru: é formada por uma sucessão granocrescente ascendente constituída por folhelhos negros e piritosos ricos em quitinozoários e acritarcos, ritmitos folhelho/arenito com marcas onduladas, bioturbação e traços fósseis e arenitos maciços bioturbados depositados na transição do ambiente litorâneo para o ambiente de plataforma marinha. As melhores exposições dessa unidade, que alcança até 18 m de espessura, encontram-se no trecho da BR-174 entre a cachoeira da Asframa (km 96) até a ponte sobre o rio Urubu, no km 99.

Formação Jatapu: esta formação pertencia anteriormente à Formação Maecuru (do sobreposto Grupo Urupadi) e seu deslocamento para o Grupo Trombetas, proposto por Cunha et al. (2007), alterou sua categoria hierárquica de membro para formação. A Formação Jatapu é composta por arenitos e siltitos marinhos parálícos, que foram datados por Loboziak (2003) *apud* Cunha et al. (2007) como de idade lochkoviana a eo-emisiana através de registros palinológicos.

**Formação Alter do Chão:** de idade Cretácica superior ao Paleógeno, pertencente ao Grupo Javari, forma uma extensa faixa ao sul do município de Presidente Figueiredo e, muitas vezes, ocorre confinada em *grabens* encaixados nas rochas siluro-devonianas. É constituída, principalmente, por arenitos feldspáticos/caulínicos, quartzo-arenitos e conglomerados (seixos de quartzo, pelito e arenito) com estratificações cruzadas acanalada e tabular, interpretados como depósitos de canais fluviais. Pelitos de inundação ocorrem subordinadamente e, em geral, são bioturbados.

**Lateritos, coberturas argilosas e depósitos colúvio-aluvionares:** As crostas lateríticas formam horizontes de até 40 m de espessura sobre as Formações Prosperança, Nhamundá, Alter do Chão e rochas ígneas, definindo uma paleosuperfície irregular que trunca a topografia atual. São recobertas por argilas que podem alcançar até 20 m de espessura, sustentando platôs com altitudes em torno de 250 m, onde é comum a presença de horizontes gibsíticos. Os colúvios formam camadas métricas e, às vezes, preenchem paleovales, sendo constituídos basicamente de areias argilosas maciças e conglomerados com arcação fechado e seixos de crosta laterítica, gibsita, quartzo, folhelhos ferruginosos, arenitos e caulim semi-*flint*.

Um trabalho feito pelo CECAV baseado no grau de potencialidade obtido através da análise litológica fornecida pelo mapa geológico na escala de 1:500.000 do CPRM, gerou um mapa de potencialidades na escala de 1:8.500.000, definindo cinco classes de potencialidade de ocorrência de cavernas no Brasil, e revela que para a área de estudo (Presidente Figueiredo - AM) há um potencial médio para a existência de feições cársticas, visto a presença majoritária de arenitos, ao longo na cobertura Fanerozóica da Bacia do Amazonas.

Outros trabalhos foram considerados relevantes para este levantamento espeleológico como o mapa geológico de Presidente Figueiredo na base 1:500.000 de 1998; uma dissertação realizada no município pela Universidade Federal do Amazonas, (ALVES, 2007) abordando a presença de artrópodes cavernícolas em três cavernas, sendo uma delas a Gruta do Maroaga; e, outros trabalhos no âmbito geológico, citando as deformações pós-Paleozóicas, (SANTOS *et al.*, 2011); e a geologia regional de área, (SOUZA & NOGUEIRA, 2009) ambos os trabalhos publicados na revista brasileira de geociências.

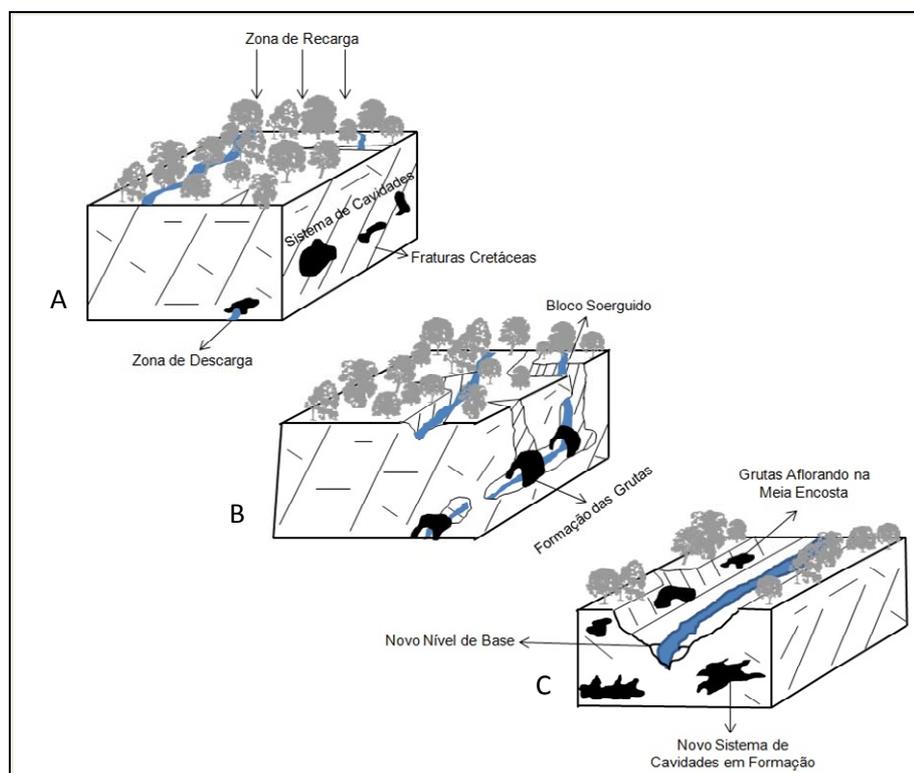
Quanto à literatura especializada nos fenômenos espeleológicos, são poucos os trabalhos que abordam a formação do processo de carstificação em rochas areníticas e consequente delimitação destas áreas. Para o regime de intemperismo tropical vigente, sugere-se que o principal fator para a formação de cavernas e desenvolvimento de um ambiente cárstico em rochas areníticas é o padrão de fraturamento da rocha passível de percolação de água (MONTEIRO & RIBEIRO, 2001).

Por sua vez, estudos voltados para processos de carstificação em quartzitos, além de apontar para a existência de descontinuidades (fraturas, juntas), assinalam também uma condição físico-química específica das águas percolantes (Wiegand *et al.*, 2004). Os fenômenos de arenitização e *pipping* são considerados como os principais processos de carstificação de rochas areníticas.

#### 5. Processo de Formação das Cavidades Naturais na Região de Presidente Figueiredo

O processo de formação das cavidades na região de Presidente Figueiredo está diretamente associado aos processos erosivos subterrâneos, onde o fluxo hidrológico infiltrado nos arenitos porosos do Grupo Trombetas concentra-se em caminhos preferenciais das estruturas rochosas (fraturas, falhas, descontinuidades estratigráficas, etc.), promovendo a formação de túneis erosivos que evoluem para formação de cavidades. Nogueira (2001) associa também a formação destas cavernas à solubilização química que os quartzoarenitos da Formação Nhamundá (Grupo Trombetas) sofreram no final do Neógeno. As variações no nível freático, somadas à ação dos ácidos orgânicos provenientes da floresta tropical, foram fundamentais para que o fluxo subterrâneo promovesse a remoção mecânica das porções friáveis dos arenitos (NOGUEIRA, 2001). Este fenômeno deu origem aos tuneis, galerias e colunas controladas fundamentalmente por estruturas tectônicas cretáceas (Figura 3.6.3.10-1 A).

Durante o período Quaternário (2.588 Ma), esforços tectônicos recentes (neotectônica) ocasionaram à rede de drenagem um eventual reordenamento, especialmente sobre as linhas estruturais de falhas e fraturas com o *trend* preferencial na direção NE-SW. Esta movimentação tectônica ocasionou o soergimento de blocos, influenciando tanto na formação de cachoeiras, quanto no desenvolvimento de cavidades subterrâneas. O ajuste do fluxo subsuperficial a um novo nível freático impôs uma aceleração no processo de erosão das paredes das cavidades, onde os grãos dos arenitos da Formação Nhamundá foram removidos por meio da ação hidrodinâmica subterrânea (Figura 3.6.3.10-1 B).



Fonte: adaptado de Nogueira (2011)

Figura 3.6.3.10-1 - Diagramas explicativos do processo de formação das cavidades naturais em Presidente Figueiredo. A) Sistema de cavernas sendo formado em subsuperfície influenciado pelas fraturas cretáceas. B) Movimentos tectônicos intensificando a formação das grutas. C) Afloramento das cavidades na meia encosta pelo processo de entalhe da rede de drenagem.

Com a posterior incisão promovida pelos igarapés tributários aos rios Urubu e Uatumã, as cavidades naturais formadas outrora em subsuperfície afloraram nas meias encostas dos interflúvios tabulares que compõem a paisagem do planalto de Presidente Figueiredo (Figura 3.6.3.10-1 C). Tais cavidades são encontradas nas áreas de influência direta e indireta da LT, sobretudo nos igarapés das Lajes, Veados e Urubuí, onde além das grutas são identificadas feições como abrigos - formados pela diferença de competência das camadas sedimentares que compõem os arenitos - cavidades em blocos empilhados, cavidades em juntas presentes nas fraturas nos arenitos do Grupo Trombetas e cavidades nos paredões rochosos formados por afloramentos da Formação Nhamundá. Estes litotipos apresentam os mergulhos suaves das camadas sedimentares (entre três e cinco graus) que promovem, por vezes, um relevo de *cuestas* e morros de vertentes assimétricas.

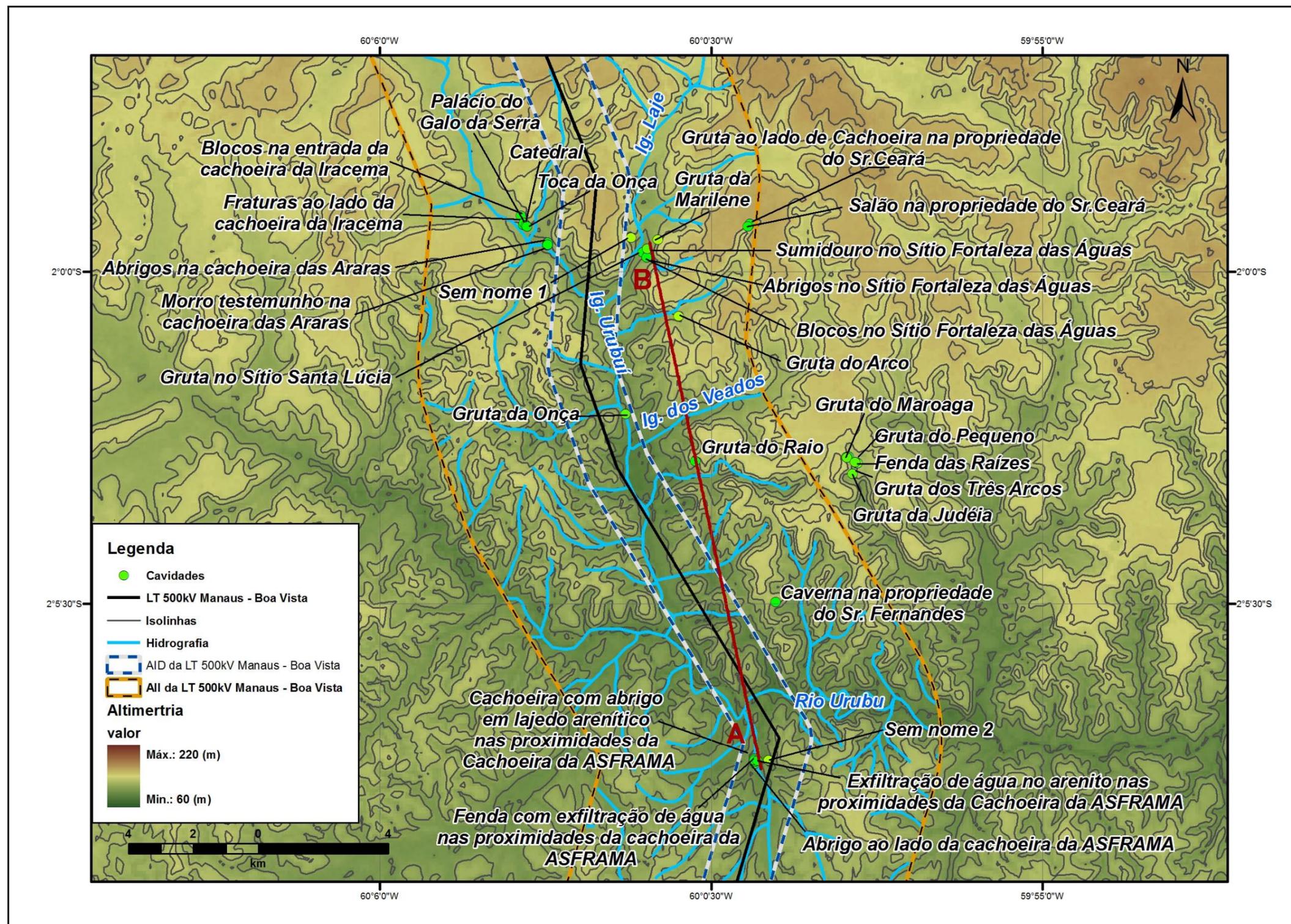
## 6. Resultados

Ao longo de quatro dias de campo (10 a 15/04/2012) visitou-se as áreas de conhecidas estruturas espeleológicas, além de sítios onde moradores da região citaram haver ou ouviram falar da existência de grutas e cavernas. Desta forma, foram feitas visitas técnicas à Gruta do Raio, Toca da Onça, Catedral, Palácio do Galo da Serra, cavidades na propriedade do Sr.Ceará, Gruta da Onça, ocorrências de abrigos e grutas no Sítio Santa Lúcia, no Sítio Fortaleza das Águas, na cachoeira da ASFRAMA e na cachoeira das Araras, além de uma nova área encontrada e outras quatro onde não foi autorizada a entrada da equipe.

A Figura 3.6.3.10-2 apresenta, além do mapa hipsométrico, o perfil topográfico em uma seção dentro da Área de Influência Indireta da LT, ilustrando a distribuição espacial das cavidades mapeadas ao longo do trabalho de campo, ressaltando sua localização na meia encosta dos interflúvios tabulares de Presidente Figueiredo. Nesse mesmo perfil topográfico é possível observar as coberturas argilosas predominando nos topos tabulares. Estas coberturas são inclusive citadas no capítulo de vulnerabilidade geotécnica como áreas preferenciais para a alocação de torres, em função de sua baixa friabilidade e não apresentarem sistemas de cavernas.

A título de ilustração foram inseridas nesta figura as cavidades registradas na base de dados do CECAV/ICMBio. Observa-se que estas cavidades registradas no CECAV/ICMBio encontram-se fora da All do empreendimento, mas foram representadas na figura em função de sua proximidade com os limites da All e sua importância regional para o presente estudo (Gruta do Maroaga, Gruta do Pequeno, Fenda das Raízes, Gruta dos Três Arcos, Gruta da Judéia).







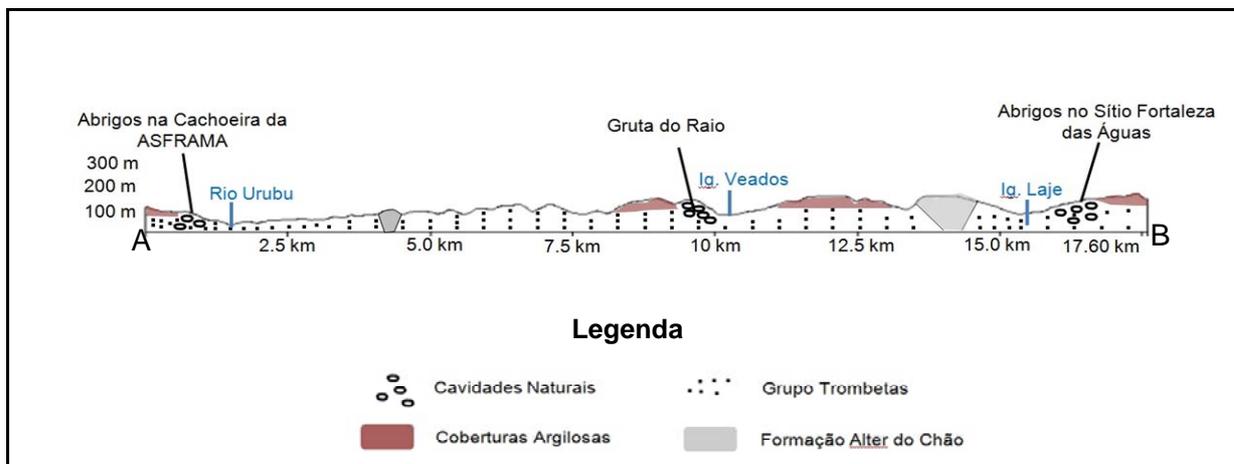


Figura 3.6.3.10-2 - Mapa hipsométrico com a distribuição espacial das cavidades naturais encontradas na área de estudo e perfil topográfico da seção A-B

Dentro da All da LT foram encontradas 16 cavidades naturais: Blocos na entrada da Cachoeira da Iracema, Palácio do Galo da Serra, Fraturas ao lado da Cachoeira da Iracema, Toca da Onça, Catedral, Morro Testemunho na Cachoeira das Araras, Abrigos na Cachoeira das Araras, Gruta perto da Cachoeira das Araras, Gruta no Sítio Santa Lúcia, Sumidouro no Sítio Fortaleza das Águas, Abrigos e Blocos no Sítio Fortaleza das Águas, Salão na propriedade do Sr. Ceará, Gruta ao lado de Cachoeira na propriedade do Sr. Ceará, Gruta do Raio e a Caverna na propriedade do Sr. Fernandes. O Quadro 3.6.3.10-2 apresenta o par de coordenadas para localização de tais cavidades.

Quadro 3.6.3.10-2 - Cavidades Naturais localizadas na All da LT 500 kv Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas

Nome	E	N	Fuso	Distância em relação ao traçado da LT (metros)	Verificação in loco / Fonte
Blocos na entrada da Cachoeira da Iracema	826982	9780341	20S	2.237	Sim/trabalho de campo.
Palácio do Galo da Serra	827075	9780116	20S	2.123	Sim/guia local
Fraturas ao lado da Cachoeira da Iracema	827062	9780053	20S	2.130	Sim/trabalho de campo
Toca da Onça	827146	9780041	20S	2.045	Sim/guia local
Catedral	827174	9780019	20S	2.016	Sim/guia local
Morro Testemunho na Cachoeira das Araras	827802	9779512	20S	1.344	Sim/guia local
Abrigos na Cachoeira das Araras	827803	9779455	20S	1.338	Sim/trabalho de campo
Gruta perto da Cachoeira das Araras	827775	9779433	20S	1.343	Sim/trabalho de campo
Gruta no Sítio Santa Lúcia (Paredão das Lajes)	830736	9779221	20S	1.604	Sim/guia local
Sumidouro no Sítio Fortaleza das Águas	830873	9779333	20S	1.729	Sim/guia local

Nome	E	N	Fuso	Distância em relação ao traçado da LT (metros)	Verificação in loco / Fonte
Abrigos no Sítio Fortaleza das Águas	830856	9779061	20S	1.738	Sim/guia local
Blocos no Sítio Fortaleza das Águas	830887	9779122	20S	1.763	Sim/trabalho de campo
Salão na propriedade do Sr. Ceará	166416	9780003	21S	4.756	Sim/trabalho de campo
Gruta ao lado de Cachoeira na propriedade do Sr. Ceará	166438	9780073	21S	4.816	Sim/trabalho de campo
Gruta do Raio	832348	9772846	20S	2.161	Sim/guia local
Caverna na propriedade do Sr. Fernandes	167296	9768535	21S	2.052	Sim/trabalho de campo

Fonte: Campanha de Campo. Sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS 2000.

Já na AID da LT foram encontradas 6 (seis) cavidades naturais, sendo elas: Gruta da Onça, Abrigo ao lado da Cachoeira da ASFRAMA, Fenda com exfiltração de água nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA, cachoeira com abrigo em lajedo arenítico nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA, exfiltração de água no arenito nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA e Abrigos nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA. O Quadro 3.6.3.10-3 apresenta a localização geográfica destas cavidades.

Quadro 3.6.3.10-3 - Cavidades Naturais localizadas na AID da  
LT 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas

Nome	E	N	Fuso	Distância em relação ao traçado da LT (metros)	Verificação in loco / Fonte
Gruta da Onça	830203	9774277	20S	795	Sim/trabalho de campo
Abrigo ao lado da Cachoeira da ASFRAMA	166669	9763593	21S	481	Sim/trabalho de campo
Fenda com exfiltração de água nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA	166663	9763645	21S	503	Sim/trabalho de campo
Cachoeira com abrigo em lajedo arenítico nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA	166647	9763701	21S	533	Sim/trabalho de campo
Exfiltração de água no arenito nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA	166651	9763751	21S	543	Sim/trabalho de campo
Abrigos nas proximidades da Cachoeira da ASFRAMA	166748	9763681	21S	430	Sim/trabalho de campo

Fonte: Campanha de Campo. Sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS 2000.

Além das cavidades descritas acima, existem, ainda, dentro da área de influência direta e indireta do empreendimento, quatro cavidades relatadas pelos moradores locais, cujo acesso não foi permitido. Dentre estas, cabe destacar a Gruta do Arco, que localiza-se próximo ao km 110 da rodovia BR-174 e a Gruta da Marilene que está no km 113 da BR-174. Com base nos relatos dos

moradores foi realizada uma espacialização de tais cavidades no mapa, gerando um par de coordenadas estipulado para cada ponto. Apesar da baixa precisão deste método, optou-se por este procedimento para que tais grutas não fossem descartadas no presente estudo (Quadro 3.6.3.10-4).

Quadro 3.6.3.10-4 - Cavidades Naturais presentes na área de influência direta e indireta da LT, mas sem localização precisa.

Nome	E	N	Fuso	Localização	Verificação in loco / Fonte	Área de Influência
Sem Nome 1	830373	9779673	20S	Próximo ao km 114 da BR-174, margem esquerda sentido Manaus - Boa Vista	Não/Harry - Trabalhador do Sítio Santa Lúcia	AID
Gruta da Marilene	831206	9779610	20S	Próximo ao km 113 da BR-174, margem direita sentido Manaus - Boa Vista	Não/Herman, Guia turístico cadastrado de Presidente Figueiredo	All
Sem Nome 2	166868	9763756	21S	Próximo ao km 96 da BR-174	Não/Frequentador da ASFRAMA	All
Gruta do Arco	831840	9777267	20S	Próximo ao km 110 da BR-174	Não/Caseiro do Sítio Cachoeira do Arco	All

Fonte: Campanha de Campo. Sistema de projeção UTM, DATUM SIRGAS 2000.

Vale destacar que não foram observadas em campo, nem relatadas pelos moradores locais cavidades naturais que estejam a uma distância igual ou inferior a 250 metros da diretriz da LT. Por este motivo não foi necessária a realização do item 3.6.3.10 letra (e) do TR.

No mapa geológico de detalhe estão localizadas espacialmente as cavidade naturais dentro da Área de Influência Direta e Indireta da Linha de Transmissão 500 kV Manaus - Boa Vista (Mapa Geológico de Detalhe - 2517-00-EIA-MP-2011-01 e Mapa Geológico de Detalhe (Detalhe das áreas das Cavidades 2517-00-EIA-MP-2012-01) apresentado no Caderno de Mapas).

## 7. Caracterização da Campanha de Campo na Região de Presidente Figueiredo

Abaixo segue uma descrição sobre cada cavidade natural visitada durante a campanha de campo, atendendo as exigências do Termo de Referência para LT 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas, conforme o IBAMA/MMA. Antes da descrição dos pontos das cavidades foi realizada a descrição litológica em três afloramentos na região com Médio/Alto potencial espeleológico, para caracterizar localmente as rochas da Formação Alter do Chão e das Formações Nhamundá e Pitinga/Manacapuru.

A campanha de campo para o levantamento de cavidades, com vistas à implantação da LT 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas, ocorreu entre os dias 10 e 15 de abril de 2012 e contou com a presença de três técnicos: Anderson Costa (Geólogo), Felipe Fraifeld (Geógrafo) e Bernardo Bastos (Biólogo). No total foram percorridos mais de 600 km dentro da área mapeada com o alto potencial de ocorrência de cavidades, registrando em GPS tanto os pontos de campo, quanto o caminhamento realizado (Mapa Geológico de Detalhe - 2517-00-EIA-MP-2011-00 apresentado no Caderno de Mapas; Anexo 3.6.3.10-1 - Shapefile do Caminhamento - Via Digital).

### Afloramento 1 - Formação Alter do Chão

Na rodovia BR-174, saindo da cidade de Manaus em direção a cidade de Presidente Figueiredo, por um trecho de aproximadamente 85 km, foram encontrados em cortes de estrada e voçorocas, exposições da Formação Alter do Chão lateritizada (Figura 3.6.3.10-3), a qual hospeda depósitos de caulim e espodossolos de areias brancas desferrificadas. Segundo Costa & Moraes (1998), os depósitos de caulim na região ocorrem nos horizontes inferiores dos perfis lateríticos, possuem teores relativamente altos em  $\text{SiO}_2$  e baixos em  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e foram desenvolvidos a partir do Paleógeno. Horbe et al., (2004) consideram que os depósitos de areia branca, amplamente utilizados no setor de construção civil na região, são produtos de podzolização sobre horizontes lateríticos caulinizados, cuja gênese teria ocorrido por volta de 3.000 anos atrás.



Figura 3.6.3.10-3 - Exposição da Formação Alter do Chão com o topo laterizado coberto por colúvio

### Afloramento 2 - Formação Nhamundá

Aflorando em um corte de estrada na BR-174, cujas coordenadas são UTM-e: 830199 / UTM-n: 9751161; elevação: 76 m, foram observados litotipos típicos da Formação Nhamundá. Tais litologias consistem de quartzo-arenitos intemperizados (coloração creme-amarelada) com estratificação cruzada e plano-parelela por vezes intercalados com folhelhos/siltitos representativos da Formação Manacapuru (Figura 3.6.3.10-4). Perto de zonas de falhas, foram observados folhelhos verticalizados (dip 90°) contrastando com arenitos plano-paralelos de zonas distais ao falhamento.



Figura 3.6.3.10-4 - Estratificação cruzada da Formação Nhamundá

### Afloramento 3 - Formação Pitinga/Manacapuru

O terceiro afloramento também se deu em um corte de estrada próximo ao Rio Urubu, cujas coordenadas são UTM-e: 167150 / UTM-n: 9766154; elevação: 50 m, onde se observou a transição arenito fino/pelitos a arenito/folhelho que, em termos de estratigrafia, corresponde ao empilhamento (da base para o topo) representado pela Formação Nhamundá e pelas Formações Pitinga/Manacapuru (Figura 3.6.3.10-5) cujo mergulho das camadas ( $S_0$ ) medido foi de 195/07.



Figura 3.6.3.10-5 - Folhelho próximo ao Rio Urubu da Formação Pitinga/Manacapuru

Após a observação destas três Formações que possuem Médio/Alto potencial espeleológico, deu-se início à busca das cavidades dentro da área de influência direta e indireta da Linha de Transmissão 500 kV Manaus - Boa Vista e Subestações Associadas.

#### Ponto 01 - Cachoeira do Arco e Gruta da Marilene

O primeiro ponto consistiu em uma tentativa de visita técnica no Sítio Cachoeira do Arco, próximo ao Sítio Fortaleza das Águas ao longo da BR - 174 (km 110). Esta vistoria não foi possível ser realizada porque tanto o caseiro, quanto o proprietário, não autorizaram a entrada da equipe. Vale ressaltar o interesse neste ponto, pois é constatada a presença de lajedos contendo cavernas, onde se destaca a Gruta do Arco. Com base no relato do caseiro a respeito da distância da referida gruta, foi estipulado que a mesma estaria a aproximadamente a 2,8 km da LT.

O mesmo caseiro advertiu que a Gruta da Marilene (km 113 da BR-174) também não poderia ser visitada, uma vez que os proprietários responsáveis pelo terreno não estavam no local. A equipe tentou conseguir o contato telefônico, mas o caseiro não soube indicar o número.

#### Ponto 02 - Sítio Santa Lúcia

O Sítio Santa Lúcia localiza-se próximo às margens do Rio Urubuí. As coordenadas do ponto estudado dentro dessa propriedade são UTM-e: 830736 / UTM-n: 9779221; elevação: 64 m. Neste local foi possível observar um complexo de lajedos areníticos com “abrigos” e cavernas que encontram-se a 1,6 km do traçado da linha de transmissão. Neste ponto, chamado localmente de Paredão das Lajes, foram caracterizados alguns dos afloramentos, e assumiu-se, por analogia, as mesmas características para os demais.

O primeiro local observado foi uma gruta arenítica de dimensão 14,0 x 12,40 x 35 m (laterais) x 8,0 m de altura, com frente de 14,0 m, apresentando duas entradas sobrepostas de 1,0 m e 1,40 m, respectivamente (Figura 3.6.3.10-6). Esta gruta possui uma conexão interna de 3,0 m de frente por 4,0 m de lado, que sai em sua lateral, onde há uma outra entrada com 1,8 m de altura por 12,4 m de extensão (Figura 3.6.3.10-7). Neste ponto foi observada uma clarabóia de 1,0 m de diâmetro no interior da entrada dupla e cúpulas arredondadas no teto da segunda entrada.

O litotipo presente nesta gruta é o arenito de cor branca, fino, equigranular, com estratificação plano-paralela, onde foi detectada uma forte dissecação nos estratos intercamadas (sequências deposicionais), cujo  $S_0$  medido foi de 180/05. Na porção lateral esquerda deste afloramento observou-se outro lajedo com as mesmas características. Neste local observa-se apenas variações nas dimensões das aberturas das cavernas (mais hiperbólicas e altas), cuja extensão aproximou-se dos 70,0 m. (Figura 3.6.3.10-8 e Figura 3.6.3.10-9). Neste lajedo foram observados abrigos com aproximadamente 1,6 m de altura intercalados por pequenos pilares.

Neste ponto o solo possui uma pequena espessura, caracterizando-se pelo contato lítico abrupto. A classe predominante identificada foi a do Neossolo Quartzarênico, dado a predominância de arenitos no terreno. Esta característica, de solo raso e arenoso, influencia diretamente na estrutura da cobertura florestal, que é representada por indivíduos arbóreos de pequeno DAP (5 a 10 cm), porte mediano (10 a 15 m), dossel relativamente espaçado, com raízes aparentes infiltrando-se nas fendas. Foram observados muitos indivíduos arbóreos jovens e um estrato arbustivo considerável, formando um manto herbáceo-arbustivo sobre o solo. Sobre o Neossolo Quartzarênico havia uma espessa camada de serrapilheira, que foi acumulada em função da baixa velocidade de decomposição da matéria orgânica neste tipo de solo. Esta camada holorgânica é responsável pela ciclagem de nutrientes nestes solos que tem a fertilidade natural baixa e que sustenta a floresta ali presente. Essa característica foi observada nas demais cavidades vistoriadas em campo, à exceção da Gruta do Raio, que será abordada na descrição do ponto 05.



Figura 3.6.3.10-6 - Detalhe das duas entradas da primeira gruta mapeada



Figura 3.6.3.10-7 - Detalhe da segunda entrada da gruta, com conexão interna de 4,0 m até a dupla entrada ilustrada na figura anterior. A parte aberta desta entrada estende-se por 12,40 m com 1,80 m de altura



Figura 3.6.3.10-8 - Do outro lado do Sítio Santa Lúcia ocorrência de abrigos areníticos



Figura 3.6.3.10-9 - Abrigos de 2,0 m de extensão por 2,0 m de altura por 10,0 m de comprimento

### Ponto 03 - Sítio Fortaleza das Águas

No Sítio Fortaleza das Águas foi observado um enorme lajedo arenítico (extensão total do sítio) que está a 1,7 km de distância da LT, nas coordenadas UTM-e: 830857 e UTM-n: 9779061. Tal afloramento possui a característica de bordas arredondas em seu topo, ressaltando o forte trabalho erosivo que reafeiçoou as quinas angulosas do depósito plano-paralelo da Formação Nhamundá (Figura 3.6.3.10-10). De maneira geral, a paisagem dentro do sítio encontra-se bastante antropizada. Além da presença de diversas espécies exóticas plantadas com fins

paisagísticos na propriedade, foram observadas estruturas de construção civil adjacentes aos afloramentos rochosos. Através de relatos foi constatado que o sítio foi alvo de diversos eventos e festas musicais.



Figura 3.6.3.10-10 - Abrigos presentes no Sítio Fortaleza das Águas

Nas coordenadas UTM-e: 830873 e UTM-n 9779333 foi identificado o sumidouro de um córrego tributário ao Rio Urubuí (Figura 3.6.3.10-11) a 1,7 km da LT. Este rio corre por dentro da propriedade e paralelo à estrada, encaixado nos sistemas de fraturas do arenito fino de cor branca. Neste local, que serve de balneário para os proprietários do terreno, a água surge de dentro do mesmo arenito que aflora no ponto anterior. Com 1,10m de altura por 1,30 de largura, esta cavidade prolonga-se por um complexo sistema de dutos por pelo menos 30 metros. Dadas as pequenas dimensões desta cavidade, não foi possível adentrar na mesma.



Figura 3.6.3.10-11 - Surgência em um córrego tributário ao Igarapé das Lajes

Vale ressaltar ainda a presença de diversos blocos querdados/tombados do mesmo litotipo dos pontos anteriores no Sítio Fortaleza das Águas. A presença destes blocos, associados ao processo de percolação d'água nas fraturas do arenito, ratificam a idéia de que o relevo ruuiforme está relacionado à ocorrência de cavernas (UTM-e: 830887 e UTM-n 9779122). Neste local são observadas pequenas cavidades nas juntas presentes entre os matações que estão a 1,7 km da LT (Figura 3.6.3.10-12).

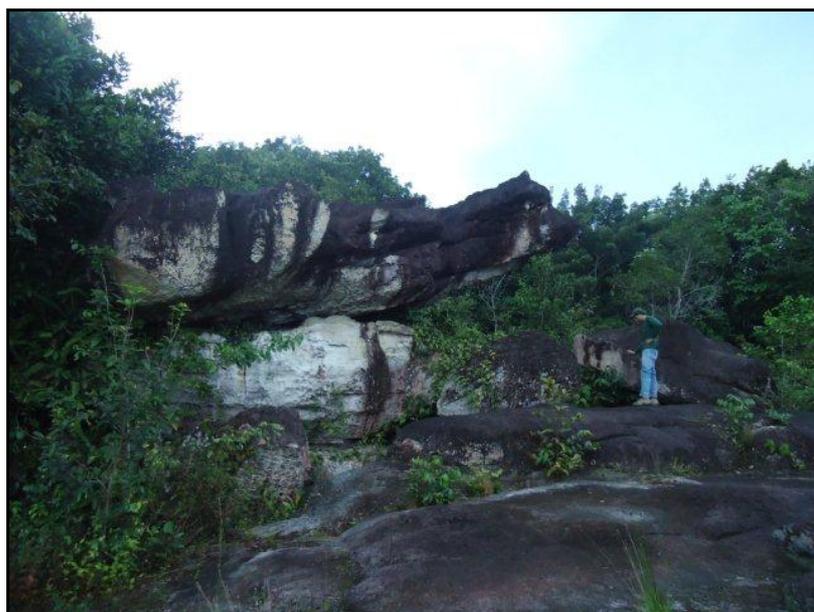


Figura 3.6.3.10-12 - Aspecto do relevo ruuiforme presente no Sítio Fortaleza das Águas

#### Ponto 04 - Cachoeira da ASFRAMA

Nas margens da cachoeira da ASFRAMA (afluente do rio Urubu), nas coordenadas UTM-e: 166669 / UTM-n: 9763593; elevação: 65 m, foram observados pacotes espessos de arenito do Grupo Trombetas com estratificação plano-paralela contendo abrigos gerados pela erosão fluvial dos períodos de cheia (Figura 3.6.3.10-13), assim como a presença de fraturas dissecadas (UTM-e: 166663 / UTM-n: 9763645) pela percolação d'água que podem ser observadas na Figura 3.6.3.10-14. Estes dois pontos estão, respectivamente, a 481 m e 503 m da LT, localizando-se dentro da área de influência direta (AID) do empreendimento.



Figura 3.6.3.10-13 - Arenito plano-paralelo com camadas mais competentes. Abrigos na base. Em torno da primeira cachoeira se observa pequenas fendas no arenito (UTM-e: 166669 / UTM-n: 9774277)



Figura 3.6.3.10-14 - Fendas no arenito com exfiltração de água subterrânea (UTM-e: 166663 / UTM-n: 9763645)

O ponto seguinte, cujas coordenadas são UTM-e: 166651 / UTM-n: 9763751; elevação: 68 m, foi observado um volume considerável de água minando do arenito (Figura 3.6.3.10-15). Neste local, sobre o substrato geológico, existe uma espessa camada de matéria orgânica com uma densa malha de raízes e folhas (serrapilheira) que dá suporte à floresta de grande porte ali existente. Abaixo dos indivíduos arbóreos há um forte estrato arbustivo, onde um manto herbáceo-arbustivo denso dificulta a penetração na floresta. Apesar de estar a apenas 160 m do ponto anterior, este local apresenta uma perturbação antrópica bem inferior, uma vez que os frequentadores da cachoeira da ASFRAMA não se deslocam até este local.



Figura 3.6.3.10-15 - Pequeno córrego de água subterrânea

Nas coordenadas UTM-e: 166647 / UTM-n: 9763701; elevação: 73 m,  $S_0 = 189/07$ , foi notada uma continuidade lateral do lajedo arenítico citado acima, apresentando abrigos mais amplos (2,5 m de altura por 7,0 m de comprimento) com finas intercalações de arenito fino entre os estratos do arenito médio (Figura 3.6.3.10-16).



Figura 3.6.3.10-16 - Lajedo arenítico com pequena queda d'água a 533 m da diretriz da LT

O próximo ponto, cujas coordenadas são UTM-e: 166651 / UTM-n: 9763751; elevação: 76 m, S<sub>0</sub> 193/04, aflora o mesmo arenito médio com estratificação plano-paralela (Figura 3.6.3.10-17). Na base do lajedo são observadas areias inconsolidadas que dão origem aos Neossolos Quartzarênicos.



Figura 3.6.3.10-17 - Arenito com estratificação plano-paralela e pequenas fendas horizontais

### Ponto 05 - Gruta do Raio

Localizada no Parque Municipal Galo da Serra, com coordenadas UTM-e: 832348 e UTM-n: 9772846; elevação: 105 m, a Gruta do Raio é caracterizada por um enorme lajedo de arenito médio com grandes entradas formando um anfiteatro com pequenas grutas adentrando o maciço. A aba desta estrutura apresenta 8,90 m e a parte frontal arenítica possui três vãos com 17,20 m, 16,40 m e 70,0 m de extensão com profundidade média de 11,30 m (Figura 3.6.3.10-18 a Figura 3.6.3.10-22). Várias quedas d'água foram observadas ao longo do anfiteatro, possivelmente em função do alto grau de saturação do solo provocado pelas chuvas que precipitaram no dia anterior ao da visita técnica. Diferentemente do solo arenoso presente em sua base, um espesso manto argiloso foi encontrado sobre a gruta, onde Latossolos Vermelho Amarelo e Latossolos Amarelos desenvolveram-se. Neste local, que apresenta um estágio sucessional avançado, foram observados alguns indivíduos arbóreos com um DAP superior a 1 metro. Este ponto está a 2,1 km da LT, estando apenas dentro da área de influência indireta da linha.



Figura 3.6.3.10-18 - Gruta do raio. Grande laje arenítica contendo diversas grutas associadas e estruturas arredondadas no teto devido à percolação d'água



Figura 3.6.3.10-19 - Vista de um dos lados do anfiteatro com seus pilares de sustentação

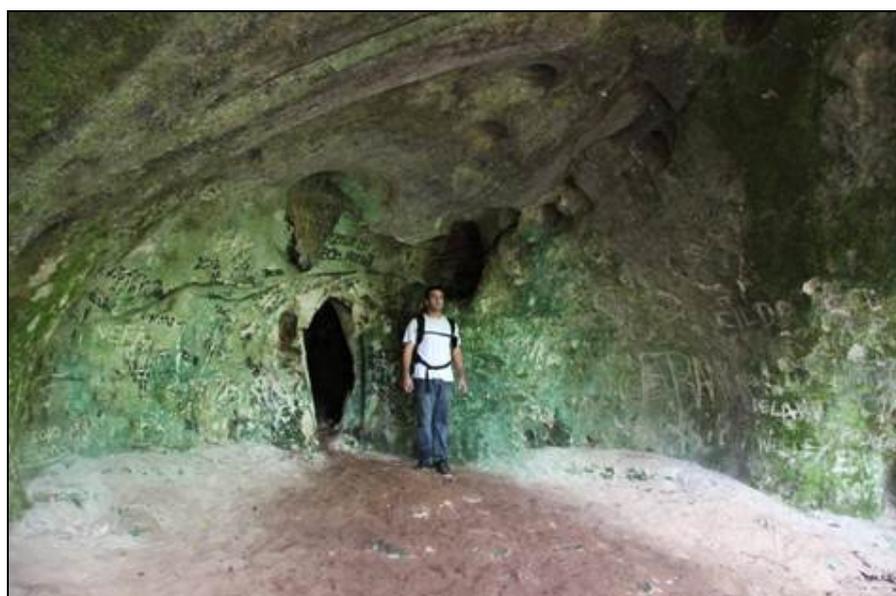


Figura 3.6.3.10-20 - Pequenas grutas são observadas no paredão interno do anfiteatro

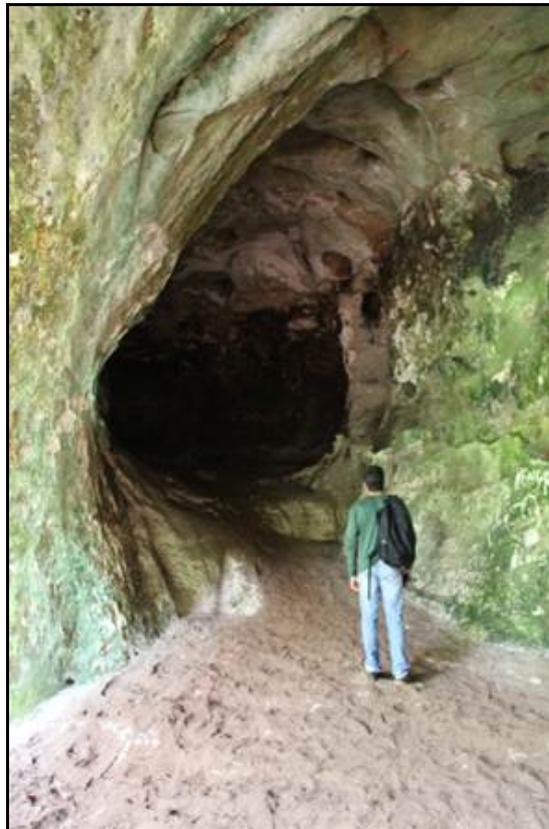


Figura 3.6.3.10-21 - Uma das grutas observadas neste grande anfiteatro de 3,0 m de altura por 1,50 m de extensão



Figura 3.6.3.10-22 - Furos arredondados no teto do anfiteatro ratificando a ideia de formação de feições cársticas através da percolação d'água

A visita técnica à Gruta do Raio foi possível através de autorização concedida pela secretaria municipal de meio ambiente de Presidente Figueiredo, uma vez que o parque municipal da gruta estava fechado por conta do período reprodutivo do Galo da Serra. Ao longo do anfiteatro que compõem a gruta foram observadas diversas cicatrizes deixadas pelos visitantes, como nomes riscados nas paredes e concreções quebradas.

#### Ponto 06 - Cavidades na Cachoeira da Iracema

O primeiro ponto visitado na cachoeira da Iracema, cujas coordenadas são UTM-e: 826982 / UTM-n: 9780341; elevação: 135 m, é caracterizado pela presença de um lajedo de arenito médio com abrigos. Neste local, que está a 2,2 km da LT, é possível observar a presença de raízes robustas em meio aos estratos de sedimentação, favorecendo a infiltração d'água corroborando para uma maior erosão deste litotipo (Figura 3.6.3.10-23). Próximo a este ponto foi encontrado um sulco erosivo de escoamento superficial sobre o solo arenoso, de baixa coesão, na trilha de acesso para a Cachoeira da Iracema.



Figura 3.6.3.10-23 - Lajedos areníticos com fendas horizontais

O ponto seguinte, cujas coordenadas são UTM-e: 827062 / UTM-n: 9780053; elevação: 116 m, a caminho do Palácio do Galo da Serra, foram observadas fraturas no arenito onde uma delas, fortemente dissecada, serve de passagem para os visitantes irem a outros pontos da área (Figura 3.6.3.10-24 e Figura 3.6.3.10-25). Arenitos finos intercalados com arenitos médios formam a feição de escada devido à erosão diferenciada. As medidas destas fraturas são: F1 = 304/81; F2 = 291/88 e F3 = 281/85.

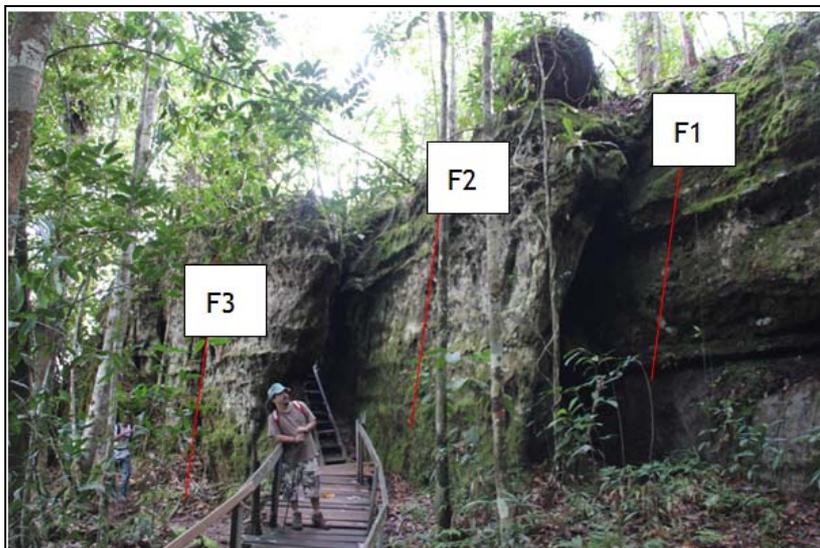


Figura 3.6.3.10-24 - Fraturas dissecadas, sendo uma delas utilizada como passagem.



Figura 3.6.3.10-25 - Estratos de arenito médio intercalados com arenitos finos, mais competentes, gerando feições de "escada" na parede frontal do paredão arenítico.

### Ponto 07 - Palácio do Galo da Serra

Localizado a cerca de 500 metros do ponto anterior, está o Palácio do Galo da Serra, cujas coordenadas são UTM-e: 827075 / UTM-n: 9780116; elevação: 116 m. Esta gruta, cuja altura se aproxima dos 6,0 m, possui duas entradas amplas, à da esquerda de 12,70 m de comprimento, com duas grutas de 22,80 m e outra à direita com 17,0 m de extensão. Na lateral da gruta há um extenso paredão arenítico com 109,80 m de comprimento. As grutas, em boa parte, são interconectadas, e

formam salões sustentados por colunas areníticas de granulometria média. É possível observar uma clarabóia de 1,0 m de diâmetro na entrada da esquerda. Os condutos da caverna/gruta são arqueados e os tetos hiperbólicos (Figura 3.6.3.10-26 a Figura 3.6.3.10-32). O Palácio do Galo da Serra está a 2,1 km da diretriz da LT, estando apenas na área de influência indireta.

Esta cavidade recebe anualmente uma grande quantidade de visitantes, que registram seus impactos nas paredes da gruta através de pichações e lixo. Apesar destas perturbações, são encontrados exemplares da fauna cavernícola como morcegos. Segundo Trajano & Andrade (2005) os morcegos podem ser associados à categoria ecológico-evolutiva dos troglóxenos, que é caracterizada pelos organismos que passam parte da vida em cavernas, mas que voltam para a superfície em busca de alimentos para completar o seu ciclo (Figura 3.6.3.10-29).



Figura 3.6.3.10-26 - Palácio do Galo da Serra. Vista da entrada principal



Figura 3.6.3.10-27 - Palácio do Galo da Serra. Vista da entrada lateral



Figura 3.6.3.10-28 - Palácio do Galo da Serra. Entrada principal onde é possível observar uma clarabóia e uma entrada vazada para os fundos do maciço arenítico



Figura 3.6.3.10-29 - Presença de morcegos dentro do Palácio do Galo da Serra



Figura 3.6.3.10-30 - Palácio do Galo da Serra.  
Vista interna da entrada principal



Figura 3.6.3.10-31 - Palácio do Galo da Serra.  
Vista da entrada secundária com a gruta sustentada por colunas areníticas



Figura 3.6.3.10-32 - Palácio do Galo da Serra.  
Vista lateral de uma das entradas da gruta

#### Ponto 08 - Toca da Onça

O próximo ponto, cujas coordenadas são UTM-e: 827146 / UTM-n: 9780041; elevação: 116 m, está a 2 km da diretriz da LT. Neste local a equipe de campo observou o mesmo complexo de grutas e fraturas, a 40,0 m do ponto anterior, com uma gruta contendo 3,50 m de abertura por 5,0 m de altura e 20,0 m de profundidade. Na diagonal, existem duas grutas cuja extensão frontal corresponde a 14,0 m. Uma das cavernas laterais possui 30,0 m de profundidade e o comprimento lateral é de 15,80 m por 2,30 m de altura (Figura 3.6.3.10-33 a Figura 3.6.3.10-35).



Figura 3.6.3.10-33 - Interior da Toca da Onça



Figura 3.6.3.10-34 - Entrada da Toca da Onça



Figura 3.6.3.10-35 - Vista lateral da Toca da Onça.  
Presença de pequenas grutas de 0,80 m de comprimento por 1,50 m de altura. Tais grutas são interconectadas, não sendo possível adentrá-las

#### Ponto 09 - Catedral

A Catedral, cujas coordenadas são UTM-e: 82717 e UTM-n: 9780041; elevação: 112 m, apresenta uma gruta arenítica de granulometria média à grossa, cuja entrada principal possui altura de 3,20 m e 2,50 m de abertura e segue até o outro lado do maciço arenítico por mais de 10,0 m de extensão. Um paredão de mais de 7,0 m de altura, cuja continuidade lateral é de perder de vista, adentra na mata fechada. Neste ponto também foi observado um pequeno córrego que emana de uma de suas aberturas (Figura 3.6.3.10-36 a Figura 3.6.3.10-39). Esta cavidade está na All da LT, a 2 km do traçado.



Figura 3.6.3.10-36 - Catedral - Esta caverna apresenta inúmeras interconexões em seu interior



Figura 3.6.3.10-37 - Vista do teto da Catedral indicando o início da perda do mesmo pelo processo contínuo de erosão pluvial



Figura 3.6.3.10-38 - Vista pela outra entrada da Catedral mostrando a base mais ampla que o teto. Fato este corrobora para a ideia da dissecação de fraturas acentuada pela percolação d'água



Figura 3.6.3.10-39 - Vista de um dos lados do paredão, já sem o teto arenítico, com finas quedas d'águas gerando um pequeno córrego

#### Ponto 10 - Cachoeira das Araras

Próximo à Cachoeira das Araras, cujas coordenadas são UTM-e: 827802 / UTM-n: 9779512; elevação: 92 m e localizado a 1,3 km da LT, foi identificada a presença de um morro-testemunho contendo uma passagem de 2,5 m de comprimento por 3,0 m de altura. O teto deste morro é composto por uma camada de 20 cm de arenito fino, mais competente que o arenito médio, que corresponde ao maior volume dos morros-testemunho (Figura 3.6.3.10-40).



Figura 3.6.3.10-40 - Morro-testemunho com uma passagem. Teto sustentado pelo arenito fino muito coeso

Nesta área, várias feições como esta descrita acima são observadas. Aproximando-se da cachoeira, nota-se um abrigo (Figura 3.6.3.10-41), cujas coordenadas são UTM-e: 827775 e UTM-n: 9779433; elevação: 89 m, formado, possivelmente, pela erosão fluvial em períodos de cheias do rio Urubuí. O referido abrigo está a 1,3 km da LT, fora da AID. Na Figura 3.6.3.10-42 é possível notar uma pequena gruta com 2 m de altura e 5 m de extensão (UTM-e: 827775 e UTM-n: 9779433), que também está a 1,3 km da LT. Pequenas fendas geradas pela erosão fluvial em períodos de cheia podem ser observadas no leito do rio, próximo à queda da Cachoeira das Araras (Figura 3.6.3.10-43).



Figura 3.6.3.10-41 - Fendas/abrigos horizontais no arenito possivelmente erodido em períodos de cheias do rio Urubuí



Figura 3.6.3.10-42 - Vista lateral da gruta com 2,00 m de altura (UTM-e: 827775 e UTM-n: 9779433)



Figura 3.6.3.10-43 - Pequenas fendas geradas pela erosão fluvial em períodos de cheia no leito do rio urubuí

#### Ponto 11 - Lagoa Azul

No décimo primeiro ponto, cujas coordenadas são UTM-e: 166417 e UTM-n: 9787505 chegamos a Lagoa Azul, do Sr. Marcelo (Figura 3.6.3.10-44). O mesmo informou que a mais ou menos 600 m de direção Sul/Sudoeste havia formações areníticas em forma de cálice, mas que não foram vistoriadas devido à densa mata existente no local. A coloração azul da água da lagoa indica a possível presença de carbonatos na região, possivelmente decorrente do uso excessivo de produtos contendo  $\text{CaCO}_3$  para corrigir a acidez do solo nas plantações adjacentes à lagoa.



Figura 3.6.3.10-44 - Lagoa Azul. Esta lagoa concentra um grande número de frequentadores da região em busca de lazer

## Ponto 12 -Caverna na Propriedade do Sr. Fernandes

Neste local, cujas coordenadas são UTM-e: 167296 e UTM-n: 9768535; elevação: 85 m, nas terras do Sr. Fernandes (dono do Acqua Park), foi observada uma pequena caverna arenítica de estratificação plano paralela, com uma queda d'água de mais ou menos 2,5 m de altura, um arco frontal de 16,30 m de comprimento e uma cavidade de 1,70 m de altura que avançava maciço à dentro. Não foi possível adentrar a caverna em respeito ao perigo proporcionado pelo guano (fezes dos morcegos). Estas fezes são atacadas por decompositores (fungos e bactérias) e são ingeridos juntamente com detritos vegetais e restos animais pelos cavernícolas detritívoros que, por sua vez, são comidos pelos cavernícolas predadores, formando, assim, uma cadeia alimentar cavernícola típica (TRAJANO & ANDRADE, 2005).

De dentro da cavidade havia um pequeno córrego saindo através de um túnel, carreando sedimentos arenosos para a entrada da caverna (Figura 3.6.3.10-45 a Figura 3.6.3.10-48). Localizada a 2 km da LT, a grande dificuldade desta gruta é o acesso, pois a mata no local é densa e não existem trilhas abertas. Este fato fez com que até o presente estudo a mesma não fosse vistoriada por especialistas.



Figura 3.6.3.10-45 - Vista externa da nova ocorrência.  
Pequena queda d'água coberta por vegetação densa



Figura 3.6.3.10-46 - Início da Gruta. Exfiltração de um pequeno córrego. Presença de morcegos



Figura 3.6.3.10-47 - Vista frontal da entrada da gruta com o teto plano paralelo, a base bastante assoreada pelo desprendimento de arenito médio oxidado e a presença de um córrego



Figura 3.6.3.10-48 - Vista lateral da gruta

### Ponto 13 - Cavidades na Propriedade do Sr. Ceará

Nas terras do Sr. Ceará, a equipe seguiu acompanhada do Sr. Jean em um percurso de carro por 2,0 km dentro do Ramal 120 (Comunidade Esperança). Ao final desta estrada, os técnicos tiveram que caminhar acompanhados por mais 3,0 km em trilha, que possuía algumas partes limpas e outras com mata fechada, até chegar às cavidades na propriedade do Sr. Ceará. No primeiro ponto, cujas coordenadas são UTM-e: 166438 e UTM-n: 9780003; elevação: 161 m, foi possível observar um afloramento de arenito com estratificação plano-paralela próximo a uma cachoeira de mais ou menos 2,50 m de altura. Em frente à cachoeira há um túnel no maciço arenítico frontal, que sai do outro lado, a mais ou menos 12,0 m de distância. Este local encontra-se a 4,8 km da LT, estando na área de influência indireta do empreendimento.



Figura 3.6.3.10-49 - Vista frontal da cachoeira de 2,50 m de altura, composta por arenito médio, com a base dissecada formando um abrigo. Na parte do fundo da imagem, à esquerda, há um túnel de cerca de 12,0 m de extensão que desemboca na abertura mostrada ao fundo da Figura 3.6.3.10-50



Figura 3.6.3.10-50 - Túnel de mais ou menos 12,0 m de extensão

Em toda a propriedade do Sr. Ceará é possível caminhar sobre um morro arenítico, com partes fraturadas bem dissecadas, formando fendas profundas de 4,0 a 5,0 m de altura, com quedas d'água, córregos, cânions e matacões aflorando na superfície. Nesta área, é comum observar feições como morros-testemunho, formando figuras geométricas em forma de taça. O  $S_0$  medido foi de 275/05; 295/05, ilustrando o *dip angle* para noroeste através de um suave mergulho das camadas sedimentares. (Figura 3.6.3.10-51 a Figura 3.6.3.10-55).



Figura 3.6.3.10-51 - Cavidades presentes ao longo do depósito sedimentar arenítico. Foram observadas pelo menos mais duas reentrâncias similares, com rastros de onça

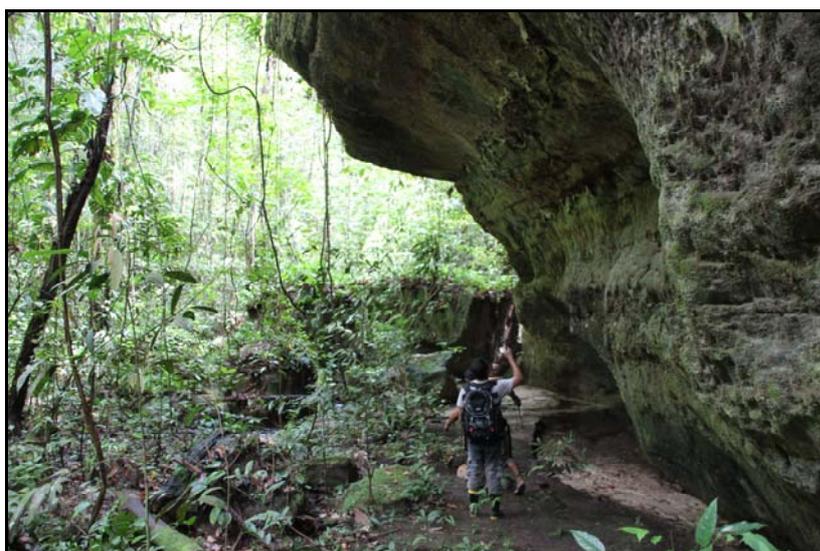


Figura 3.6.3.10-52 - Paredão de aproximadamente 8 metros formado no arenito. Na base drena um pequeno córrego



Figura 3.6.3.10-53 - Fenda exposta entre dois lajedos, acompanhando o set de fraturas preferencial

Na Figura 3.6.3.10-54 é possível observar o salão formado abaixo desta fenda.

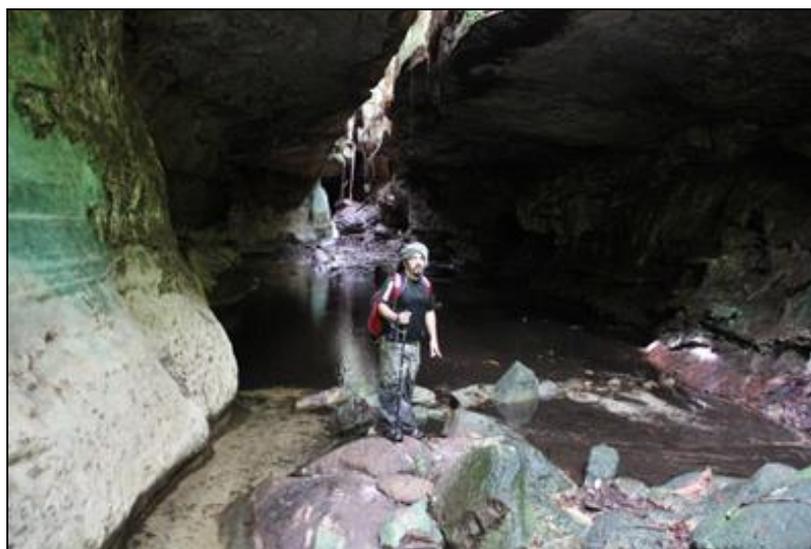


Figura 3.6.3.10-54 - Salão com presença de fratura bastante dissecada (UTM-e: 166416 / UTM-n: 9780003)



Figura 3.6.3.10-55 - Cálice marcando um testemunho do antigo relevo

#### Ponto 14 - Gruta da Onça

Localizada nas coordenadas UTM-e 830203 / UTM n-9774277; elevação: 83 m, a Gruta da Onça consiste em uma cavidade sustentada por um lajedado arenítico, sobre o qual drena um pequeno córrego. Tal córrego, além de esculpir diversas entradas, segue o mesmo eixo das fraturas identificadas no Arenito, ressaltando o controle estrutural sobre o encaixe da rede de drenagem (planos de fratura:  $fr_1$  330/86;  $fr_2$  20/85;  $fr_3$  145/70).

Diversos blocos tombados foram observados na base da gruta, ilustrando a diferença de competência entre as camadas sedimentares do arenito da Formação Nhamundá, que sustenta esta cavidade. A camada mais fina e resistente segura o topo da gruta, enquanto a camada mais grossa e porosa é erodida, formando o pequeno salão da gruta. A entrada principal da toca da onça possui 1,45m de altura por 1,30m de largura (Figura 3.6.3.10-56) estendendo-se por 7 metros até um pequeno salão onde uma abertura no teto ilumina a gruta (Figura 3.6.3.10-57).

Esta cavidade encontra-se a 795 metros da diretriz da linha de transmissão estando, portanto, na área de influência direta do empreendimento. A boca da gruta está voltada para nordeste, a 55°, que pode ser projetada como a direção preferencial da mesma.



Figura 3.6.3.10-56 - Entrada estreita da Gruta da Onça



Figura 3.6.3.10-57 - Abertura no teto da gruta da Onça

Para finalizar o trabalho de campo sobre as cavidades existentes na Região de Presidente Figueiredo, a equipe seguiu até o contato da Bacia Sedimentar do Amazonas com a área definida no mapa geológico regional por uma forte granitogênese (nas proximidades do km 130 da BR-174), marcando o fim da área com alto potencial de ocorrência de cavidades naturais ao longo da AII/AID da LT.

### Considerações Finais

A formação das cavernas da região de Presidente Figueiredo provavelmente iniciou-se a partir do Quaternário. O amplo ciclo de aplainamento e remodelamento topográfico que se estabeleceu no Pleistoceno, com a implantação dos principais canais de escoamento e entalhe mais profundo das drenagens - impostas por severas variações climáticas - seguramente constituem o fator preponderante para o início do desenvolvimento das cavidades.

O pacote arenoso, constituído pelos Membros Pitinga/Manacapuru do Grupo Trombetas, confinado por pacotes impermeáveis na base (Membro Nhamundá do Grupo Trombetas) e no topo pelos arenitos caulíníticos (Formação Alter do Chão, Grupo Javari), associado às variações climáticas (fenômenos de laterização/concrecionamento ferruginoso e aluminoso, remobilização de sílica por variações de temperatura e pH, etc.), ao condicionamento estrutural (mergulho regional, compartimentação em blocos) e ao modelamento geomorfológico, estabelece zonas distintas de recarga/alimentação das águas subterrâneas.

O gradiente hidráulico e as zonas preferenciais de percolação de água (planos de falhas/fraturas, acamamento, estratificação plano-paralela/cruzada, etc.), onde se desenvolvem possíveis fenômenos de dissolução da sílica intergranular de baixa cristalinidade por reações de hidratação, como citado por Karmann (1986), representam os agentes fundamentais para o desencadeamento inicial do processo de evolução das cavernas em rochas areníticas.

Em seguida, com a perda de coesão do material arenoso, inicia-se o processo de arraste das partículas mais finas para o interior das superfícies em desenvolvimento (*pipping*). Esse processo evolui com velocidade dependente do gradiente hidráulico imposto pelo condicionamento tectônico e variação do nível freático. Após o processo de abertura, a conjugação dos fenômenos de dissolução e *pipping* com a geometria das discontinuidades do maciço e a liberação de tensões residuais permitem a intensificação das aberturas por abatimentos de blocos que propiciam o amplo desenvolvimento dos salões.

As estruturas menores (tocas e abrigos presentes, por exemplo, às margens da cachoeira da ASFRAMA e das Araras), associadas às paleodrenagens e às drenagens atuais temporárias ou de pequeno porte, encontram-se estagnadas ou com pequeno desenvolvimento em relação às grandes grutas como o Palácio do Galo da Serra e a Gruta do Raio, que iniciaram suas atividades de abertura de galerias em épocas pretéritas e continuam a se desenvolver nos dias atuais devido à variação do nível freático. Esses aspectos corroboram a fundamental contribuição do gradiente hidráulico como agente físico na formação dessas cavernas.

Estes exemplos permitem imaginar o potencial desta região brasileira ainda muito pouco conhecida, seja do ponto de vista morfológico, ou mesmo geológico, devido às dificuldades de acesso.

A soma das informações angariadas pelo trabalho de campo de detalhe sobre a região de Presidente Figueiredo com as campanhas de campo do Meio Físico ao longo de todo o traçado da LT, corroboraram o mapeamento inicial realizado para o levantamento do Potencial de Ocorrência de Cavidades Naturais, uma vez que não foram observadas nem relatadas a ocorrência de grutas, cavernas e abrigos fora da Bacia Sedimentar do Amazonas. Dessa forma, foram mapeadas um total 26 (vinte e seis) cavidades naturais inseridas na área do empreendimento, sendo 19 (dezenove) na AII e 7 (sete) na AID.

Com vistas à construção da futura linha de transmissão, fazem-se notáveis os locais mapeados com ocorrência de cavidades, que devem ser evitados por conta do risco de deflagração de processos de abatimentos na superfície. Durante a etapa de construção da linha deverão ser realizados estudos geofísicos, por meio de sondagens, método eletromagnético ou de percussão para detectar possíveis vazios subterrâneos, preservando, assim, o rico patrimônio espeleológico da região de Presidente Figueiredo.

#### d. Relatório Descritivo

As informações requeridas neste item do Termo de Referência do IBAMA foram apresentadas no item c, apresentado anteriormente.

#### e. Cavidades a 250 metros da LT

Este item não foi contemplado devido à inexistência, ou a ausência de identificação de cavidade na faixa de servidão da LT ou a até 250 metros da mesma, ou ainda cavidades cujos estudos preliminares indiquem a continuidade de sistemas espeleológicos em subsuperfície na direção da LT.

