



**DIAGNÓSTICO  
ESPELEOLÓGICO**

# PROJETO VENTOS DE SANTO ESTEVIÃO I - CASA DOS VENTOS



The background image shows a large, layered rock formation with a dark cave entrance. A person wearing a red protective suit and a hood is visible on the right side, appearing to be working or exploring the cave. The scene is set outdoors with some bare trees in the background under a clear blue sky.

# **PROJETO VENTOS DE SANTO ESTEVÃO I – CASA DOS VENTOS**

## **Diagnóstico Espeleológico**

**Josiane Moura**

**Belo Horizonte, agosto de 2016**

## FICHA TÉCNICA

EMPRESA RESPONSÁVEL POR ESTE RELATÓRIO			
<b>Razão social:</b>	Carste Ciência e Meio Ambiente	<b>http:</b>	www.carste.com.br
<b>CNPJ:</b>	08.000.418/0001-00	<b>Telefone:</b>	(31) 2517-6800
<b>Endereço:</b>	Rua Aquiles Lobo, 297, Floresta Belo Horizonte/ MG - CEP 30150-160		

EQUIPE TÉCNICA DA CARSTE CIÊNCIA E MEIO AMBIENTE		
ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO		
TÉCNICO	FORMAÇÃO / REGISTRO PROFISSIONAL	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Augusto Sarreiro Auler	Geólogo CREA 72.076/D	Coordenação geral
Josiane Alves Moura	Geógrafa CREA MG 203019/LP	Coordenação do projeto e elaboração do relatório
Rafael Igino Ferreira Cruz	Geógrafo MG 177057/D	Coordenação e elaboração cartográfica
Marina Leão	Geógrafo CREA MG 177.057/D	Revisão do relatório
TRABALHO DE CAMPO		
TÉCNICO	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Jeferson Brandão	Assistente em Espeleologia VI	Coordenador de campo
Cláudio	Auxiliar de Campo III	Auxiliar de Campo
SEGURANÇA DO TRABALHO		
TÉCNICO	FUNÇÃO	RESPONSABILIDADE NO PROJETO
Paulo Henrique Gomes Ferreira	Técnico em Segurança do Trabalho I	Técnico de Segurança do trabalho

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO PROJETO		
<b>Razão social:</b>	Casa dos Ventos Energias Renováveis	<b>http:</b>
<b>Diretoria/Gerência:</b>	João Vidal	<b>e-mail:</b> joao.vidal@casadosventos.com.br
<b>Endereço:</b>	Av. Brigadeiro Faria Lima, 2.0055 12º andar – Pinheiros – São Paulo	<b>Contato:</b> 11 4084 4193

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	BASES CONCEITUAIS.....	9
2.1	Plano do ponto zero.....	9
2.2	Classificação das feições .....	9
3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	10
3.1	Levantamento bibliográfico .....	10
3.2	Análise do potencial espeleológico.....	11
3.3	Trabalho de campo.....	12
3.4	Caracterização das feições naturais subterrâneas .....	12
3.5	Elaboração do relatório final .....	12
4	ESPELEOLOGIA REGIONAL .....	12
5	CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	14
5.1	Geologia .....	14
5.2	Geomorfologia.....	18
5.3	Aspectos fisiográficos .....	21
6	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	21
6.1	Potencial espeleológico .....	21
6.2	Verificação espeleológica .....	26
6.3	Inventário fotográfico.....	31
6.4	Quadro síntese das feições naturais subterrâneas .....	33
6.5	Caracterização geral das feições cadastradas .....	53
1.1.1	Inserção na paisagem.....	53
1.1.2	Litotipo.....	55

1.1.3	Espeleometria.....	56
1.1.4	Morfologia .....	57
1.1.5	Hidrologia.....	58
1.1.6	Depósitos clásticos e químicos .....	58
1.1.7	Bioespeleologia .....	60
1.1.8	Estado de conservação .....	61
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	61
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	8
Figura 2.	Convenção para se determinar o início da cavidade. Fonte: CECAV/ICMBio .....	9
Figura 3.	Convenção espeleométrica para classificação de abrigo e caverna, segundo Chabert e Watson (1981).....	10
Figura 4.	Cavidades no Estado de Pernambuco, segundo dados do CANIE/CECAV (2015).....	13
Figura 5.	<b>Geologia da área em análise</b> .....	16
Figura 6.	Diagramas de roseta dos lineamentos estruturais regionais .....	17
Figura 7.	Hipsometria, declividade e perfil topográfico da área em análise .....	19
Figura 8.	Compartimentos de relevo na escala regional, segundo dados da CPRM (2003) .....	20
Figura 9.	A. Alteração antrópica, localizada no compartimento geomorfológico topo tabular; B. Afloramento rochoso, localizado no compartimento geomorfológico encosta escalonada.....	22
Figura 10.	Compartimentos geomorfológicos identificados na área de análise. Fonte: Carste (2016) .....	23
Figura 11.	Potencial espeleológico do segundo dados da Carste (2016), conforme a classificação de Jansen (2011).....	25
Figura 12.	Caminhamento espeleológico realizado no entorno dos pontos P-01 e P-02 .....	27

Figura 13. A. Escarpamentos abruptos; B. Depósitos de tálus, no sopé da encosta .....	28
Figura 14. Localização das feições cadastradas na área em análise .....	30
Figura 15. Localização dos pontos de registro fotográfico .....	31
Figura 16. Inventário fotográfico da área de estudo .....	32
Figura 17. Inventário fotográfico da área de análise .....	32
Figura 18. Classe hipsométrica das feições avaliadas .....	53
Figura 19. Feições em relação à inserção na paisagem .....	54
Figura 20. Depósito de tálus na qual se desenvolve a feição SET-0018.....	54
Figura 21. Posição na vertente das feições avaliadas .....	54
Figura 22. Continuidade lateral do paredão em que se inserem as feições avaliadas .....	55
Figura 23. Continuidade lateral superior a 30 m de paredão em área do projeto .....	55
Figura 24. Rocha siliciclástica no interior da feição SET-0012 (A) e SET-0026 (B) .....	56
Figura 25. Número de feições de acordo com desenvolvimento linear em metros .....	56
Figura 26. Número de feições de acordo com o desnível em metros .....	57
Figura 27. Feições morfológicas das feições avaliadas.....	57
Figura 28. A. Abatimento localizado na porção de entrada da feição SET-0027; B. concavidade localizada no teto da feição SET-0015 .....	58
Figura 29. Distribuição das feições por número de entradas .....	58
Figura 30. Distribuição sedimentar predominantemente grosseira no conduto principal da feição SET-0008 .....	59
Figura 31. Sedimentos orgânicos observados nas feições avaliadas.....	59
Figura 32. Fezes localizadas no interior da feição SET-0014.....	59
Figura 33. Frequência de espeleotemas e espeleotemas observados nas feições analisadas ...	60
Figura 34. Crosta localizada no interior da feição SET-0008.....	60
Figura 35. A. Identificação de morcegos nas feições avaliadas; B. Identificação de ninhos nas feições avaliadas.....	61

Figura 36. Ninho observado na feição SET-0016.....61

## LISTA DE TABELAS

Quadro 1. Grau de potencialidade de ocorrência de cavidades baseada na litologia. Fonte: Adaptada de Jansen (2011) .....	11
Tabela 2. Ocorrência de cavernas no Estado de Pernambuco. Fonte: CANIE (CECAV/ICMbio, 2015) .....	13
Quadro 3. Unidades litológicas com ocorrência na área em análise, segundo CPRM (2010) .....	14
Quadro 4. Resumo dos compartimentos do relevo na região de inserção do projeto. Fonte: CPRM (2010) .....	18
Tabela 5. Classes de potencial espeleológico para a área de análise .....	24
Tabela 6. Parâmetros gerais e síntese dos dados do projeto .....	26
Tabela 7. Localização e dados espeleométricos preliminares das feições .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

O presente documento tem como objetivo apresentar o Diagnóstico Espeleológico da área do projeto Ventos de Santo Estevão I, empreendimento este de responsabilidade da empresa Casa dos Ventos Energias Renováveis. O projeto localiza-se no município de Araripina, Estado de Pernambuco (Figura 1). Conforme delimitada pela contratante, a área analisada baseou-se no limite da ADA do empreendimento, acrescidos de *buffer* de 250 metros, somando um total de 239 ha.

Cabe informar que, durante a vistoria realizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio), entre os dias 30 de junho a 01 a julho de 2016, foi solicitado a verificação de dois pontos de atenção (P-01 e P-02), os quais englobaram a análise de potencial espeleológico deste relatório (Figura 1).

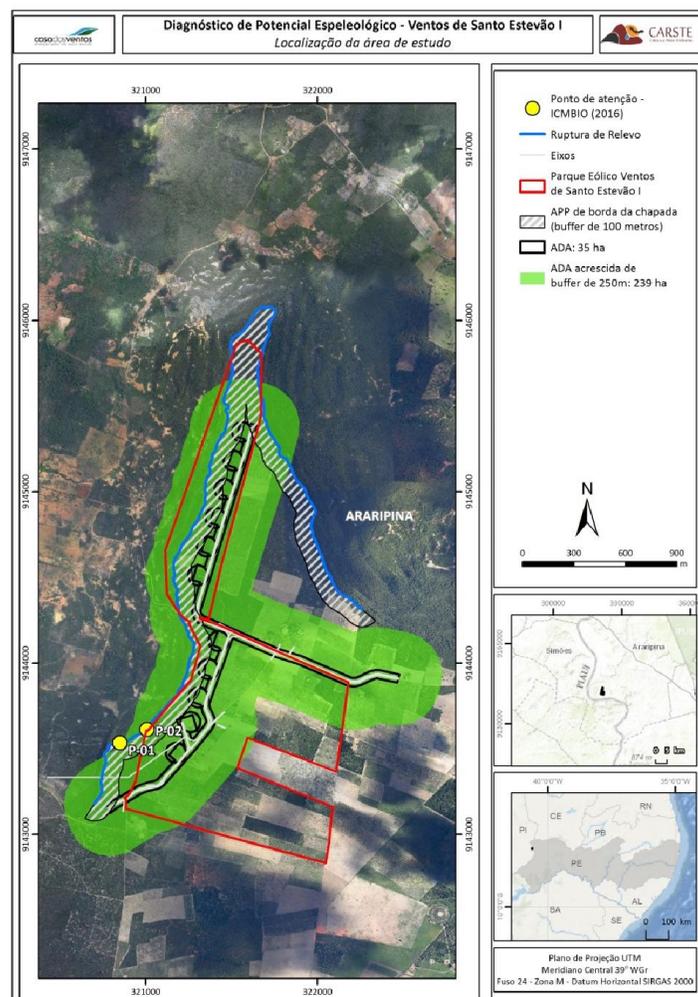


Figura 1. Localização da área de estudo

## 2 BASES CONCEITUAIS

A seguir serão apresentadas algumas definições básicas utilizadas no presente estudo, aos quais nortearam a elaboração deste relatório e dos trabalhos de campo.

### 2.1 Plano do ponto zero

A definição do plano do ponto zero é importante para a mensuração do desenvolvimento linear e da altura da entrada da feição. Caso a feição não apresente a seção inicial (ponto zero) fechada por paredes, piso e teto, essa pode ser desconsiderada para fins de estudos espeleológicos, segundo convenções estabelecidas pelo CECAV/ICMBio (Figura 2).

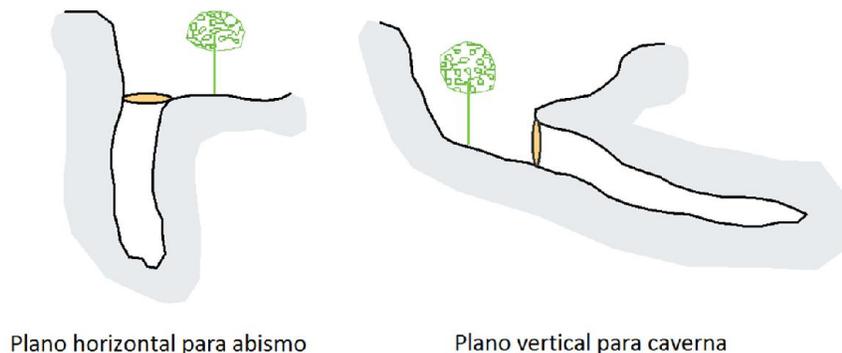


Figura 2. Convenção para se determinar o início da cavidade. Fonte: CECAV/ICMBio

### 2.2 Classificação das feições

Segundo a Resolução CONAMA N° 347/2004, artigo 2°, e Decreto Federal N° 99.556/1990, artigo 1°, parágrafo único, com redação dada pelo Decreto Federal N° 6.640/2008, **cavidade natural subterrânea** ou **caverna** consiste em:

*“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”*

Desse modo, pela definição legal, o conceito de cavidade natural subterrânea, objeto dos estudos no contexto do licenciamento ambiental, incorpora uma abrangência extremamente vasta de feições subterrâneas, englobando todas as formas acessíveis ao ser humano. Entretanto, levando-se em consideração os atributos de interesse espeleológico, entende-se que esse grande conjunto de formas possa ser agrupado em diferenciadas tipologias: cavernas e abrigos.

A diferenciação entre cavernas e abrigos rochosos considera os parâmetros adotados pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV/ICMBio), com base em conceitos estabelecidos por Chabert e Watson (1981). Segundo estes autores, a classificação de uma feição em abrigo ou caverna é fundamentada na relação “altura da entrada” versus “projeção horizontal”. Assim, se a altura (A) for inferior à projeção horizontal (PH), tem-se uma caverna (Figura 3). Caso contrário, é considerado um abrigo.

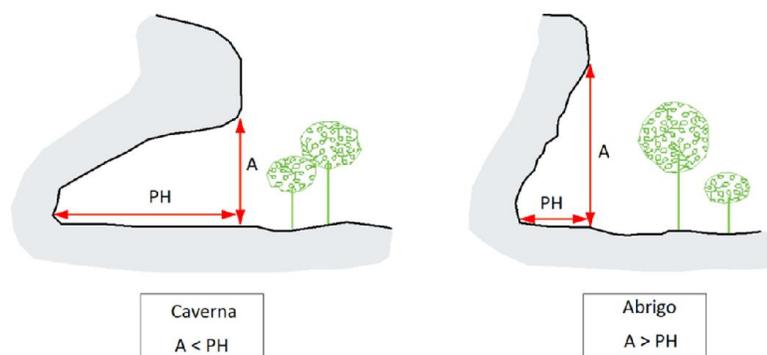


Figura 3. Convenção espeleométrica para classificação de abrigo e caverna, segundo Chabert e Watson (1981)

Uma vez que não houve espeleotopografia, optou-se neste estudo por denominar como “feições” as tipologias encontradas, para que posteriormente fossem submetidas a estudos específicos, para análise e classificação como caverna e abrigo.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os estudos espeleológicos na área do projeto Ventos de Santo Estevão I abrangeram uma série de etapas que serão descritas a seguir.

#### 3.1 Levantamento bibliográfico

Nesta etapa foram levantadas as referências sobre os aspectos físicos da área de estudos e proximidades, como geologia e geomorfologia e os aspectos edáficos e climáticos, buscando dados de cunho técnico/científico. Esta etapa também incluiu a consulta aos bancos de dados espeleológicos CANIE/CECAV (Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas do Centro

Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas) e CNC/SBE (Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil da Sociedade Brasileira de Espeleologia).

### 3.2 Análise do potencial espeleológico

A avaliação do potencial espeleológico consiste em um procedimento de grande importância nos estudos espeleológicos, uma vez que oferece um indicativo das áreas mais propensas à ocorrência de cavidades naturais subterrâneas.

Fundamentado nas técnicas de geoprocessamento, foi possível realizar a classificação do potencial espeleológico da área do projeto por meio da identificação dos aspectos geomorfológicos e geológicos (CPRM, 2010) mais favoráveis às ocorrências espeleológicas, realizado por meio da interpretação da imagem de satélite e compartimentação utilizando as curvas de nível com equidistância de 5 metros (SAI, 2013).

Utilizando a referida informação dos aspectos geomorfológicos e geológicos, foram definidas as classes de potencial espeleológico, adaptadas do trabalho desenvolvido por Jansen (2011) intitulado: “Mapa Brasileiro de Potencialidade de Ocorrência de Cavernas” – do CECAV/ICMBio (Quadro 1).

Quadro 1. Grau de potencialidade de ocorrência de cavidades baseada na litologia. Fonte: Adaptada de Jansen (2011)

LITOTIPO	GRAU DE POTENCIALIDADE
Rochas carbonáticas (calcário, calcarenito, calcirrudito, dolomito e carbonato), evaporito, formação ferrífera, itabirito e jaspilito;	Muito Alto
Calcrete, calcilutito, marga, ortoquartzito, quartzito;	Alto
Arenito, Calcixisto, carbonatito, conglomerado, filito, folhelho, fosforito, grauvaca, mármore, micaxisto, milonito, pelito, ritmito, rocha calcilicática, siltito e xisto;	Médio
Adamelito, andesito, anfibolito, anatexito, anortosito, aplito, ardósia, argilito, arcoseo, basalto (piroxênio augítico, labradorita, anortita e olivina), brecha, calcedonito, charnockito, cloritito, cromitito, dacito, diamictito, diorito, diabasio, diamictito, dunito, enderbitto, fenito, fonolito, foyaito, gabro, glimmerito, gnaiss, gondito, granito, granulito, granitóide, granodiorito, greisen, harzburgito, hornblendito, hornfels, ignimbrito, jotunito, kinzigito, komatiito, lamprofiro, latito, laterita, lítico, máficas, mangerito, magnesito, migmatito, monzonito, nefelina, norito, nordmarquito, peridotito, pegmatito, piroxenito, riódacito, riolito, rocha alcalina, rocha piroclástica, rocha vulcânica, serpentinito, sienito, silixito, tilito, tonalito, traquito, troctolito, trondhjemito, tufito, ultramafito e websterito;	Baixo
Aluvião, areia, argila, cascalho, lamito, linhito, sedimentos, turfa e tufo.	Ocorrência Improvável

### 3.3 Trabalho de campo

Conforme solicitado pela empresa contratante, o trabalho de campo consistiu na verificação de dois pontos (P1 e P2) apontados pelo ICMbio durante vistoria do empreendimento. O trabalho também integra o caminhamento espeleológico, realizado nas áreas de entorno destes pontos. A equidistância das trilhas adotada foi de aproximadamente 100 m.

Os trabalhos de campo foram realizados por uma equipe formada por dois integrantes. A equipe foi composta por um coordenador de equipe, responsável por toda a programação, organização dos equipamentos, distribuição e descrição geral das atividades de campo, orientação acerca dos procedimentos de campo, do manejo do GPS, registro fotográfico e preenchimento de formulário de campo; e um auxiliar de campo, que executou as tarefas de abertura de picadas ao longo da trilha e auxiliou o coordenador em todas as atividades necessárias.

### 3.4 Caracterização das feições naturais subterrâneas

Foram cadastradas as feições naturais subterrâneas acessíveis pelo homem, e cujas entradas apresentam fechamento do plano do ponto zero.

Para cada feição, foram coletadas as suas coordenadas planas, por meio de GPS de navegação da marca Garmin modelo GPS Map 62s, na projeção UTM, fuso 24M, datum WGS 84. Além da localização foram realizados: o registro fotográfico e o preenchimento da ficha de campo, registrando-se as características gerais de cada feição.

### 3.5 Elaboração do relatório final

Esta etapa refere-se à composição final do relatório, na qual é realizado o tratamento e análise dos dados obtidos em gabinete e durante os trabalhos de campo. Após o referido compilamento das informações, realizou-se análise estatística e comparativa. Posteriormente, foram elaborados quadros-síntese que contém a caracterização preliminar das feições cadastradas.

## 4 ESPELEOLOGIA REGIONAL

No Brasil existem 15.899 cavidades naturais subterrâneas cadastradas no CANIE/CECAV (2015). Entre as regiões cársticas do Brasil, sobressai a de Lagoa Santa - Minas Gerais - por possuir um registro superior a 640 cavidades naturais subterrâneas. Esta região configura-se como uma das áreas cársticas mais exploradas do Brasil, sendo considerada, na visão de alguns autores, como berço da espeleologia brasileira (AULER, 1994; PILÓ, 1998). De fato, atividades espeleológicas são desenvolvidas na região desde o século XIX. O naturalista dinamarquês Peter Lund foi o primeiro a descrever cavernas no carste de Lagoa Santa, explorando cerca de 1000 cavidades

entre os anos de 1835 e 1844. Juntamente com sua equipe, Lund produziu alguns dos primeiros mapas de cavernas no Brasil (AULER, 1994).

Na região de análise, o Estado de Pernambuco possui cerca de 114 feições endocársticas catalogadas (CANIE/CECAV, 2015). Essas se encontram inseridas em 15 unidades geológicas. Entre estas merece destaque a Formação Tacaratu por ser mais representativa em termos de potencial espeleológico (CPRM, 2003), somando 72 feições, ou seja, 82% do total de feições endocársticas cadastradas no Estado (Figura 4). Na Tabela 2, é possível observar a distribuição dessas feições no referido Estado, por unidade geológica.

No que tange o município de Araripina, onde se insere a área de estudo, não há registros espeleológicos no cadastro do CANIE/CECAV.

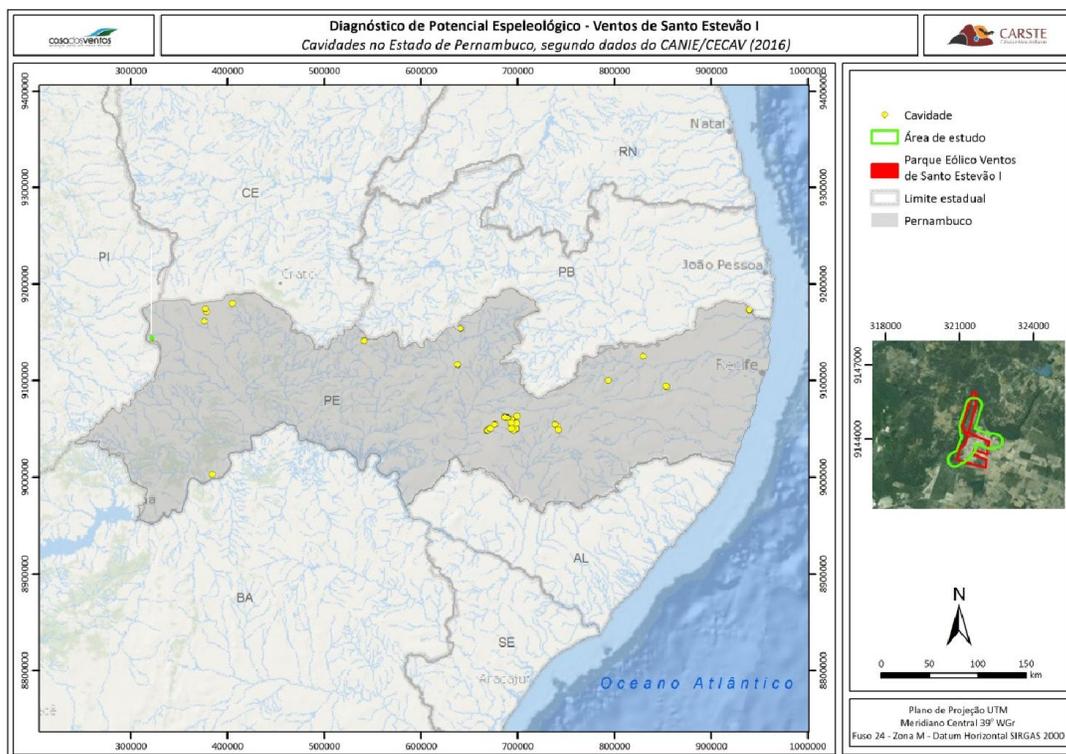


Figura 4. Cavernas no Estado de Pernambuco, segundo dados do CANIE/CECAV (2015)

Tabela 2. Ocorrência de cavernas no Estado de Pernambuco. Fonte: CANIE (CECAV/ICMbio, 2015)

Unidade Geológica	Cavernas
Belém do São Francisco	4
Depósitos colúvio-eluviais	6
Santana	1
Suíte intrusiva Conceição - Plúton sem denominação	2
Suíte intrusiva Teixeira - Solidão - Plúton Solidão	2
Tacaratu	72

Aliança	5
Barreiras	4
Exu	4
Granitos da região de Itamotinga	1
Inajá	1
Suíte intrusiva Itaporanga - Plúton Bezerros	3
Suíte intrusiva Itaporanga - Plúton Caruaru - Arcoverde	5
Suíte intrusiva Leucocrática peraluminosa	2
Suíte Serra Taquaritinga	2
Total	114

## 5 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

### 5.1 Geologia

No contexto regional, a região de análise situa-se a noroeste do Estado de Pernambuco. Está localizada na Bacia do Araripe, a qual se insere no contexto geotectônico do sistema estrutural Zona Transversal da Província Borborema, abrangendo grande porção do Terreno Piancó-Alto Brígia (CPRM, 2001).

Encontra-se na Faixa de Dobramentos Jaguaribeana, que registra evidências de uma evolução policíclica, cujos litotipos constituintes encontram-se, muitas vezes, capeados por sedimentos mesozoicos da Bacia do Araripe, de caráter tafrogênico, originada por reativações de antigas falhas (RIBEIRO, 1991).

Na área de análise afloram rochas de idade fanerozoica representadas por sedimentos cretáceos. Trata-se de uma sucessão litológica granodecrescente em direção ao topo, abrangendo, na base, arenitos grosseiros e conglomeráticos da Formação Exu, que gradam para uma sequência alternada de arenitos finos, siltitos e folhelhos, contendo na porção superior calcários argilosos fossilíferos e laminados e, um nível de folhelhos negros pirobetuminosos, papiráceos e fossilíferos (CPRM, 2001), pertencentes a Formação Santana. Na área supracitada, também ocorrem às rochas graníticas da suíte intrusiva Itaporanga (Figura 5 e Quadro 3).

Quadro 3. Unidades litológicas com ocorrência na área em análise, segundo CPRM (2010)

ÉON	ERA	PERÍODO	UNIDADE	DESCRIÇÃO
Fanerozoico	Mesozóica	Cretáceo	Santana	Folhelho, calcário, argilito, marga e evaporito (marinho e estuarino)
		Cretáceo	Exu	Arenito caulínico, siltito e conglomerados (fluvial entrelaçado)
Proterozoico	Neoproterozóica	–	Suíte intrusiva Itaporanga - Plúton Sem Denominação	Granito e granodiorito grosso a porfirítico associado a diorito e a fases intermediárias de mistura, com ou sem epidoto magmático, calcialcalinos de alto K

As ocorrências são descritas a seguir:

### **Formação Santana**

Aflora próxima às bordas da Chapada do Araripe e nas meias-encostas entre o topo da Formação Exu e a superfície irregular do embasamento cristalino. É subdividida em duas fácies, uma carbonatada e outra argilossiltítica e evaporítica.

A Fácies Carbonatada ocorre de maneira restrita, em geral, preenchendo depressões no substrato cristalino. Consiste principalmente de calcário com intercalações de folhelho, siltito mais ou menos calcífero, margas e calcarenito.

A Fácies Argilossiltítica e Evaporítica tem distribuição mais ampla. Inicia-se com um horizonte descontínuo, de caráter lenticular, de gipsita, passando para um perfil muito variado de folhelhos, margas e siltitos, em direção ao topo (CPRM, 2001).

### **Formação Exu**

Forma amplas chapadas de topo plano que capeia a sequência sedimentar da Formação Santana.

Consiste em arenitos com níveis conglomeráticos e intercalações caulínicas, estratificados, típicos de depósitos fluviais, denotando o retorno dos processos sedimentares de ambiente continental (fluvilacustre) (CPRM, 2001).

### **Embasamento**

Suíte intrusiva composta por granitoides de caráter alcalino a calcialcalino, ricos em potássio (granitos, granodioritos e dioritos), interpretados como manifestações plutônicas relacionadas a eventos sin a tardi-tectônicos de idade brasileira (final da Era Neoproterozoica) (CPRM, 2001).

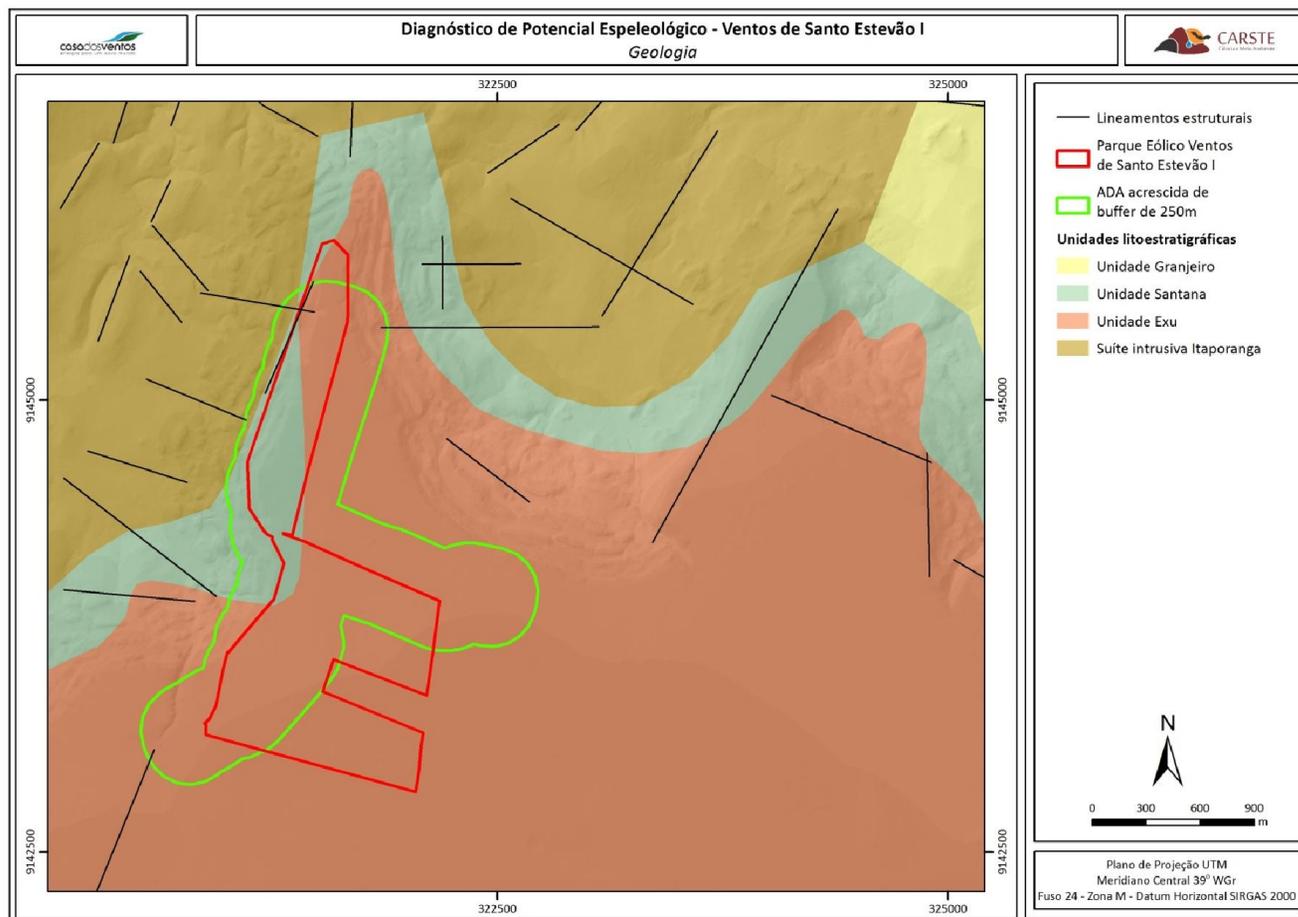


Figura 5. Geologia da área em análise

Em relação às estruturas geológicas da região analisada, a Província Borborema é uma extensa faixa colisional pré-cambriana, caracterizada por ter segmentos tectônicos fundamentais, demarcado por zonas de cisalhamento brasileiras denominadas como subprovíncia setentrional, subprovíncia da zona transversal/central e subprovíncia externa/meridional. A área em questão está inserida no domínio da zona transversal (Araripina), ao norte do lineamento de Pernambuco, onde os terrenos possuem orientação na direção NE-SW, com limites correspondentes à zona de cisalhamento transcorrentes, localizadas entre os lineamentos Patos e Pernambuco (CPRM, 2001). Os principais elementos geológicos que afloram nesta província estão relacionados aos conjuntos de intrincada evolução geológica em tempos arqueano-proterozoicos, onde se destacam os complexos granito-gnáissico-migmatíticos intercalados por dobramentos marginais e internos. Em relação às estruturas geológicas e plutonismo granitoide, as mais relevantes estão relacionadas ao desenvolvimento do Ciclo Brasileiro (Proterozoico Superior) (CUNHA e GUERRA, 2003).

Com a finalidade de compreender e detalhar as estruturas locais, realizou-se a extração dos lineamentos, através da modelagem espacial no software ArcGis 10.1 dos dados da imagem ASTER GEDEM V2 (2011), com azimute de iluminação de 0°, 45°, 90°, 135°, 180° e 315°. Estes foram gerados para realçar os lineamentos de diferentes direções. O número de amostras utilizada foi 53. Assim, os resultados estão apresentados no diagrama de rosetas (Figura 6), que indicam duas direções preferenciais dos lineamentos, NNE e WNW, indicando um possível sistema de juntas para a área. A indicação dos lineamentos na área de estudo está representada na Figura 5.

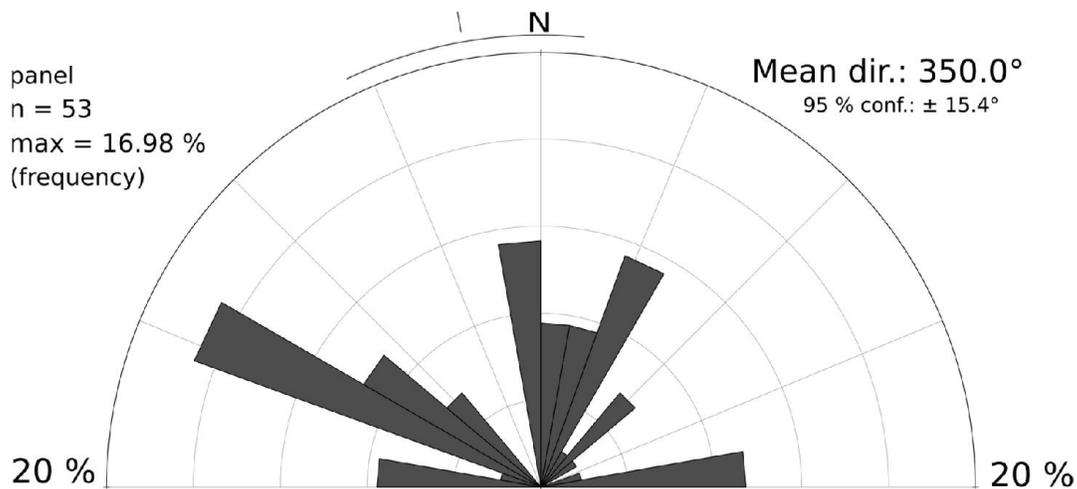


Figura 6. Diagramas de roseta dos lineamentos estruturais regionais

## 5.2 Geomorfologia

No âmbito regional, o relevo do nordeste do Brasil evidencia importantes episódios de evolução morfotectônica e paleoclimática, sendo assim, esta região organiza-se em torno de paleosuperfícies. Esta região apresenta diversos compartimentos geomorfológicos derivados de importantes eventos tectônicos, como o Ciclo Brasileiro e a separação América do Sul/África. Tais compartimentos estão em contato com maciços cristalinos alinhados segundo diferentes zonas de cisalhamento e lineamentos estruturais (MAIA *et al.*, 2010).

A área de análise está inserida na Área de Preservação Permanente (APA) na porção correspondente a Chapada do Araripe, junto à borda sudoeste da bacia do Araripe (CPRM, 2003). Especificamente a área de análise, as porções que apresentam menores amplitudes (748 a 790 metros) estão concentradas na porção sul, onde ocorrem as chapadas e platôs e verificam-se as rochas da Formação Exu. Nota-se que as terras que demonstram amplitudes mais elevadas (680 a 748 metros), encontram-se concentradas na porção norte e oeste da região em análise (Figura 7). Nesta área ocorrem as encostas escalonadas, onde se verificam as rochas da Formação Santana. A porção mais baixa do relevo (574 a 679 metros) restringe-se principalmente às planícies, ao fundo de vales e depressões associadas, majoritariamente, ao leito principal dos corpos hídricos, local este propenso à formação de planícies fluviais e depósitos sedimentares colúvio-aluviais (CPRM, 2010) (Figura 7).

Com base na classificação da declividade, na área em análise, têm-se intervalos que se encontram entre 0 a 100 %, indicando um relevo que varia de plano a escarpado (ASTER GEDEM V2, 2011) (Figura 7). Segundo dados da CPRM (2010) a área supracitada apresenta dois compartimentos, que são descritos de modo sucinto no Quadro 4 e apresentados na Figura 8.

Quadro 4. Resumo dos compartimentos do relevo na região de inserção do projeto. Fonte: CPRM (2010)

DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL	UNIDADE MORFOESTRUTURAL	UNIDADE MORFOESCULTURAL
Província Borborema	Bacia sedimentar	Chapadas e Platôs
	Chapada do Araripe	Escarpas Serranas

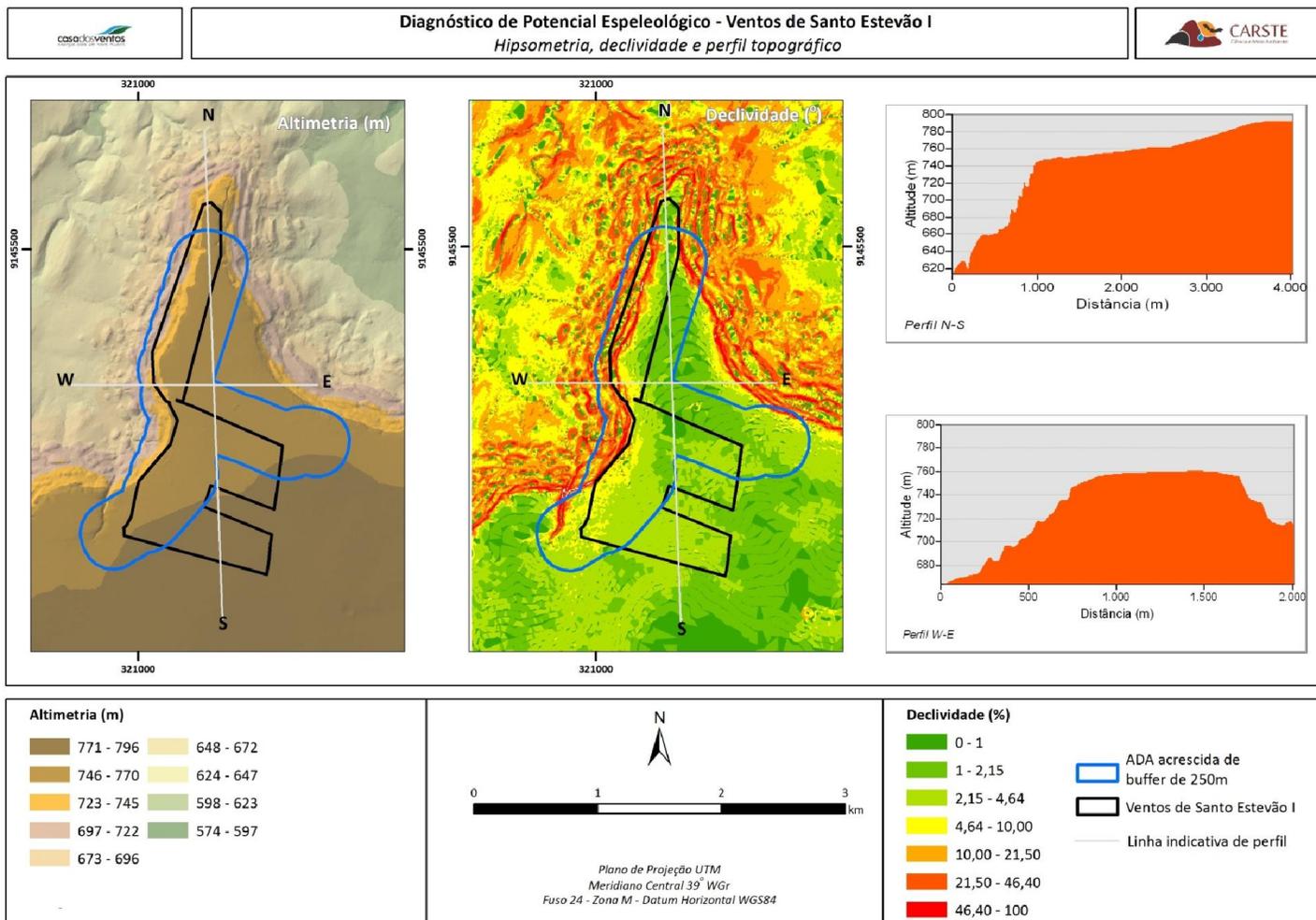


Figura 7. Hipsometria, declividade e perfil topográfico da área em análise

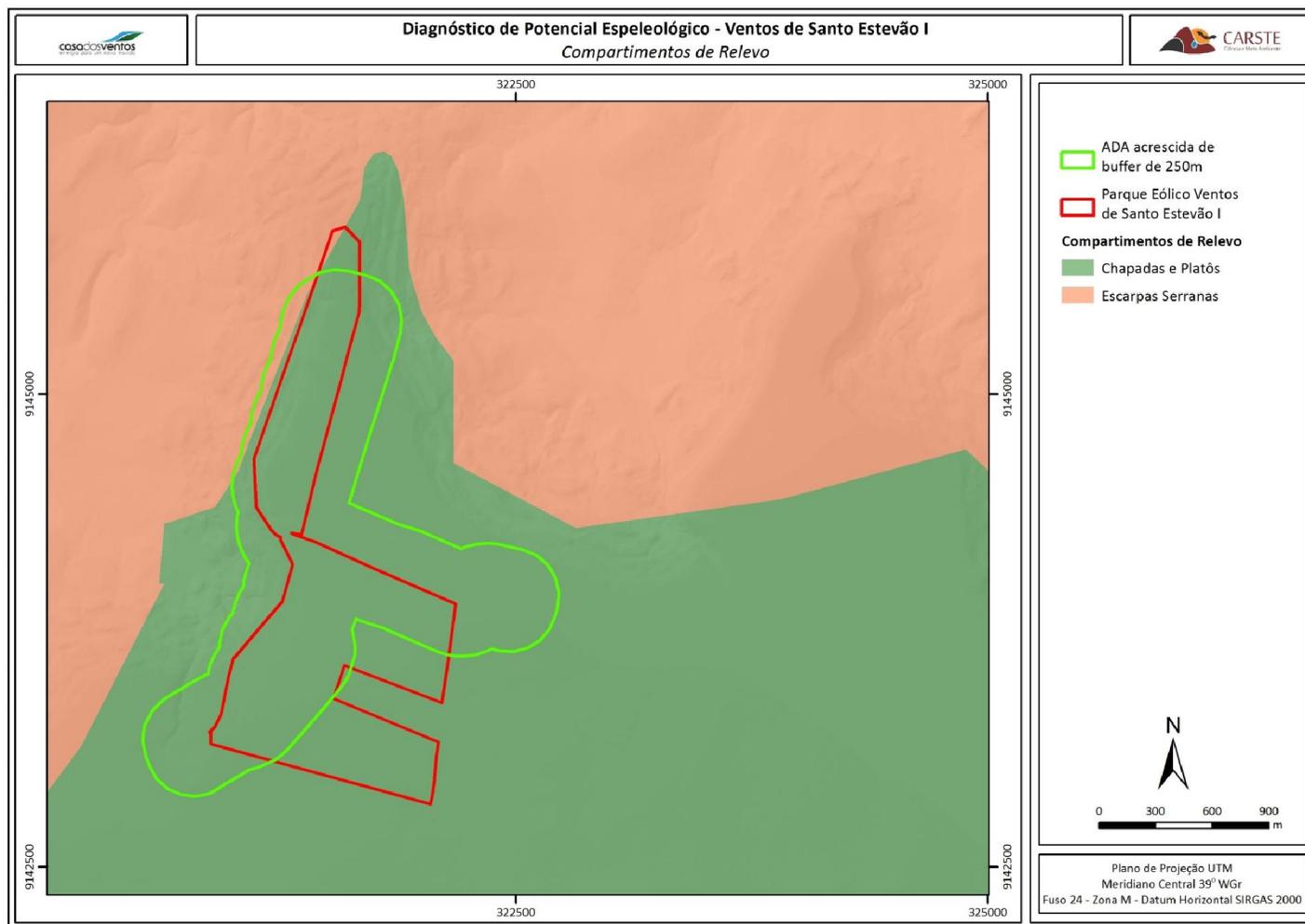


Figura 8. Compartimentos de relevo na escala regional, segundo dados da CPRM (2003)

### 5.3 Aspectos fisiográficos

A região em análise atua como um divisor de águas das bacias hidrográficas do rio São Francisco, a leste, e do rio Parnaíba, a oeste. Os principais cursos d'água que drenam o município são os riachos São Pedro e Baixo.

No que tange os aspectos climáticos, conforme IBGE (1978) e Nimer (1979) a região em estudo encontra-se sob a influência do clima Tropical Zona Equatorial com média semestral superior a 18° C. Em relação à precipitação, esse clima é classificado como semiárido, com 7 a 8 meses secos. Destaca-se que, na área marcada pela Chapada do Araripe e Planalto Sertanejo, é observado clima mais ameno, sendo esse semiúmido, com 4 a 5 meses secos. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSwH, caracterizado por um período distinto, de duração maior, seco, intercalado com outro chuvoso, de menor intensidade. A insolação média anual encontra-se no intervalo de 2700 a 2800 horas (EMBRAPA, 2004). De acordo com as medições realizadas pela empresa Casa dos Ventos, predominam os ventos de provenientes de ESE e E (MASCARENHAS *et al.*, 2005).

Em relação à vegetação, esta é representada basicamente por caatinga xerófila, com variações intrinsecamente relacionadas ao relevo, solo e teor de umidade, e a floresta latifoliada tropical, com árvores de até 20 metros de altura, porém em áreas extremamente reduzidas, devido à devastação humana para a ocupação do solo. Tanto a vegetação do tipo caatinga quanto a floresta latifoliada tropical, sofrem diretamente a influência climática, sendo, as mais desenvolvidas, ligadas a regiões com índices pluviométricos mais elevados (GOMES, 2000).

## 6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Potencial espeleológico

Na área de análise predominam litotipos com grande potencial à ocorrência de feições espeleológicas. Essas áreas são ocupadas por arenitos grosseiros e conglomeráticos da Formação Exu, que gradam para uma sequência alternada de arenitos finos, siltitos e folhelhos, contendo na porção superior calcários pertencentes à Formação Santana (CPRM, 2001).

Somando a análise litológica têm-se ainda a compartimentação geomorfológica da área de análise (Figura 10). Esta foi elaborada na escala 1:24.000, identificando três compartimentos de relevo, descritos a seguir:

- Topo tabular, delimitado pelas curvas de nível 748 e 790 metros, é marcado pela presença de alterações antrópicas;
- Encosta escalonada, demarcada pelas curvas de nível 680 e 747 metros. Neste compartimento nota-se a presença de afloramentos rochosos, que ocorrem de forma generalizada neste compartimento, incluindo paredões, situados principalmente de

- modo perpendicular à maior inclinação da vertente, com extensão lateral superior a 30 m de desenvolvimento (Figura 9); e,
- Rampa coluvionar, constituindo a parte mais rebaixada da área de análise, com início marcado pela cota 625 metros. Nota-se a presença de depressões, predominantemente suavizadas, entremeadas por alteração antrópica. Vale salientar que nesta porção do modelado são observados pacotes de sedimentos recobrimdo a superfície.



Figura 9. A. Alteração antrópica, localizada no compartimento geomorfológico topo tabular; B. Afloramento rochoso, localizado no compartimento geomorfológico encosta escalonada

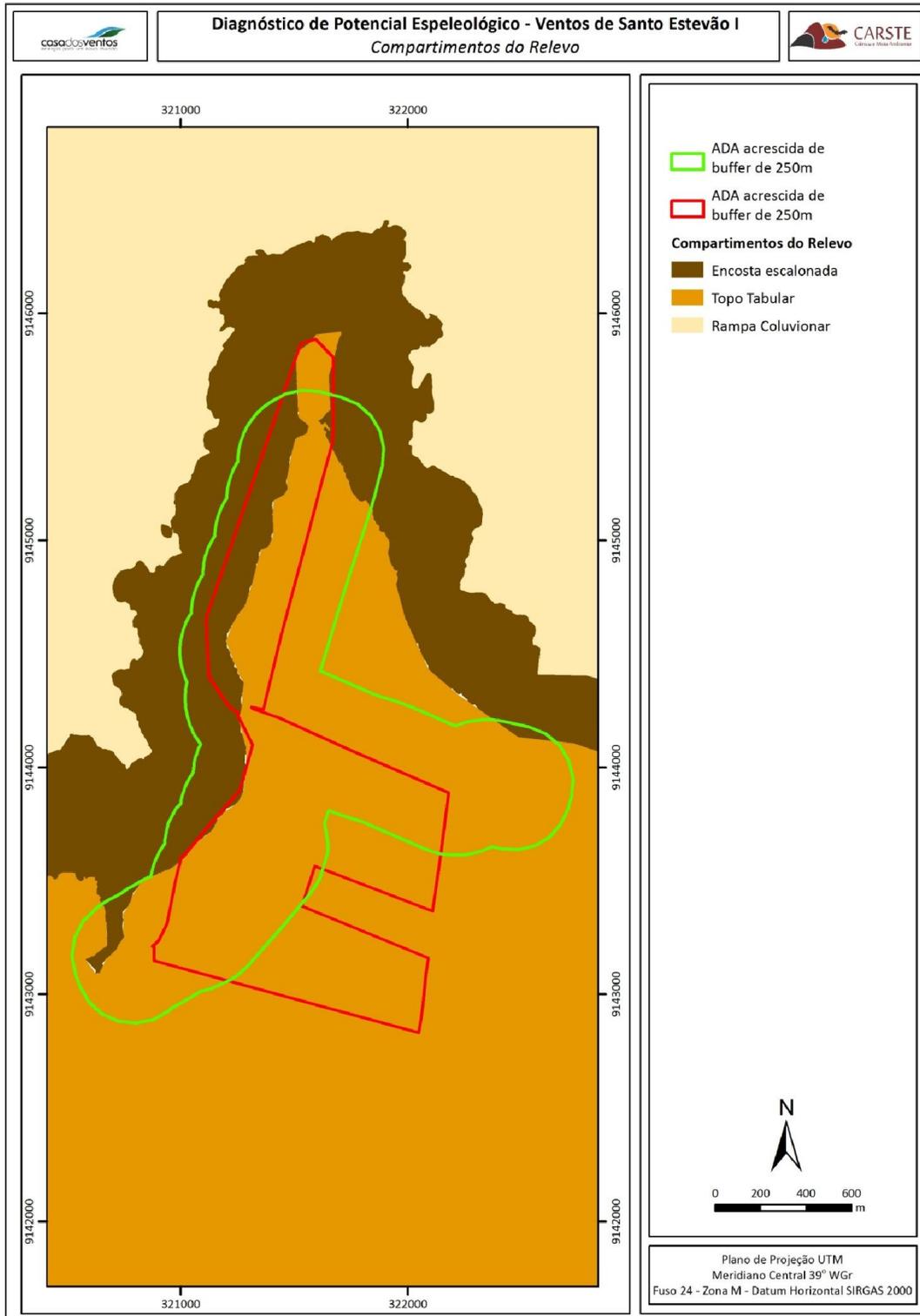


Figura 10. Compartimentos geomorfológicos identificados na área de análise. Fonte: Carste (2016)

Deste modo, combinando as informações geológicas (CPRM, 2010) e geomorfológicas (CARSTE, 2016), foi possível elaborar a classificação do potencial espeleológico da área de análise (Tabela 5). Neste contexto, o compartimento *encosta escalonada* apresenta potencial muito alto para ocorrência espeleológica. Já o *topo tabular* possui potencial médio e a *rampa coluvionar* apresenta potencial baixo (Figura 11). Conforme a Tabela 5 o grau do potencial espeleológico muito alto ocupa 30% da área e 70% está classificado como médio potencial espeleológico.

Tabela 5. Classes de potencial espeleológico para a área de análise

Grau de Potencial	Área (ha)	Área (%)
Muito alto	114	30
Médio	125	70

Entretanto, esta classificação desconsidera a cobertura pedológica da área de estudo, levando em consideração somente a litologia e os compartimentos de relevo. Assim, tem-se um potencial espeleológico superestimado, uma vez que o potencial para ocorrência de feição endocárstica é atribuído exclusivamente à geologia e geomorfologia, desconsiderando outros componentes da paisagem como: os aspectos hidrológicos, a cobertura pedológica. Este último componente merece destaque por recobrir as rochas e reduzir o potencial.

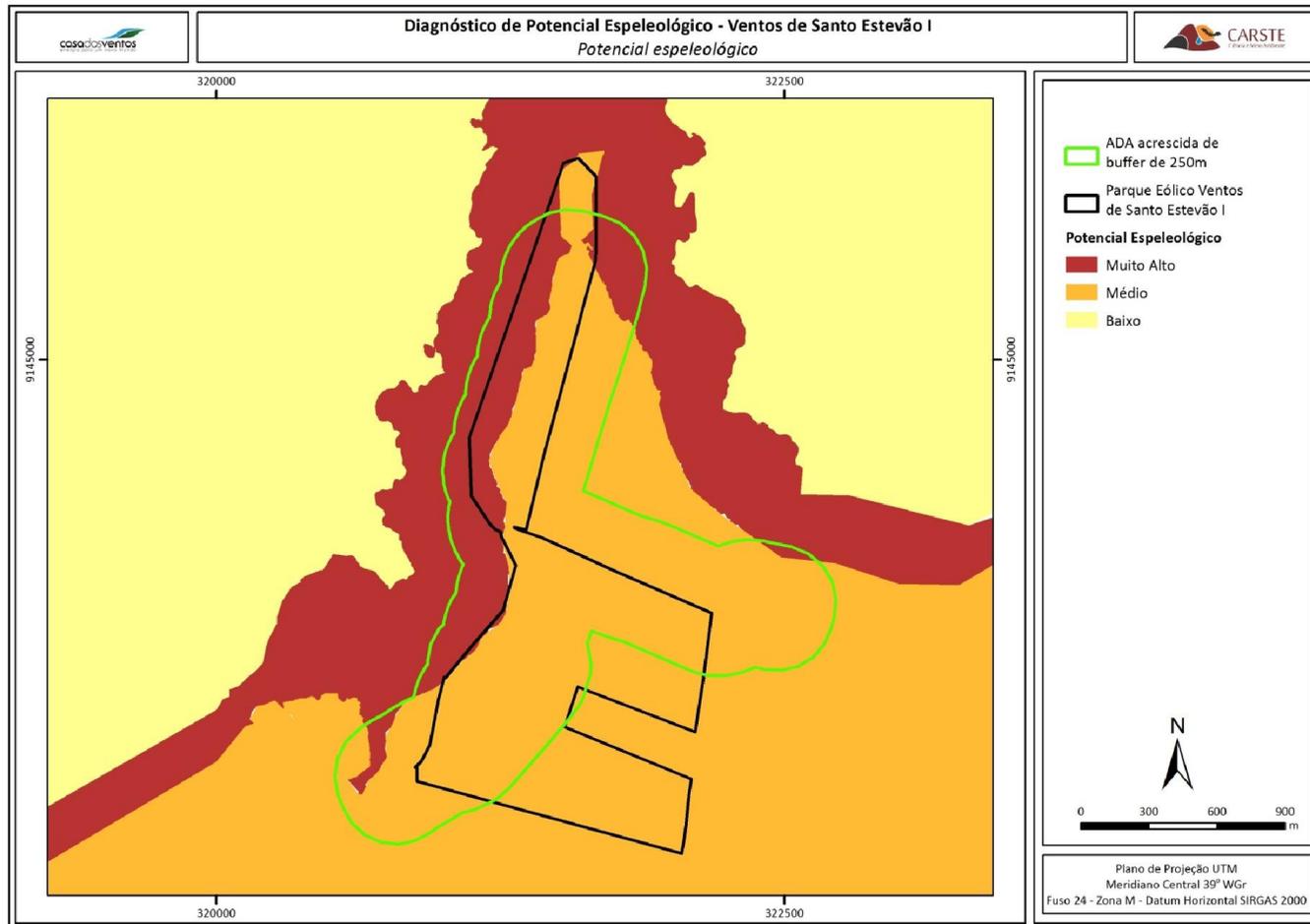


Figura 11. Potencial espeleológico do segundo dados da Carste (2016), conforme a classificação de Jansen (2011)

## 6.2 Verificação espeleológica

Durante a vistoria realizada pelo ICMbio (2016), foi solicitada a verificação de dois pontos (P1 e P2), localizados em área do projeto Ventos de Santo Estevão I. Assim, a Carste Ciência e Meio Ambiente foi contratada pela empresa Casa dos Ventos para realizar a verificação dos pontos citados. Também foi solicitado pela contratante, a realização de caminhamento espeleológico no entorno destes pontos.

Os trabalhos de campo resultaram em 8 km de trilhas percorridas em área de 29,5 ha, que corresponde a 12 % da área total do projeto. A Tabela 6 apresenta os parâmetros gerais do projeto. Já as trilhas especializadas são apresentadas na Figura 12.

Tabela 6. Parâmetros gerais e síntese dos dados do projeto

Parâmetros	Valores calculados
Dias efetivos de campo	6
Quantidade de equipes	1
Caminhamento realizado	8 Km
Área total	239 ha
Área prospectada	29,5 ha
Número de feições cadastradas	26

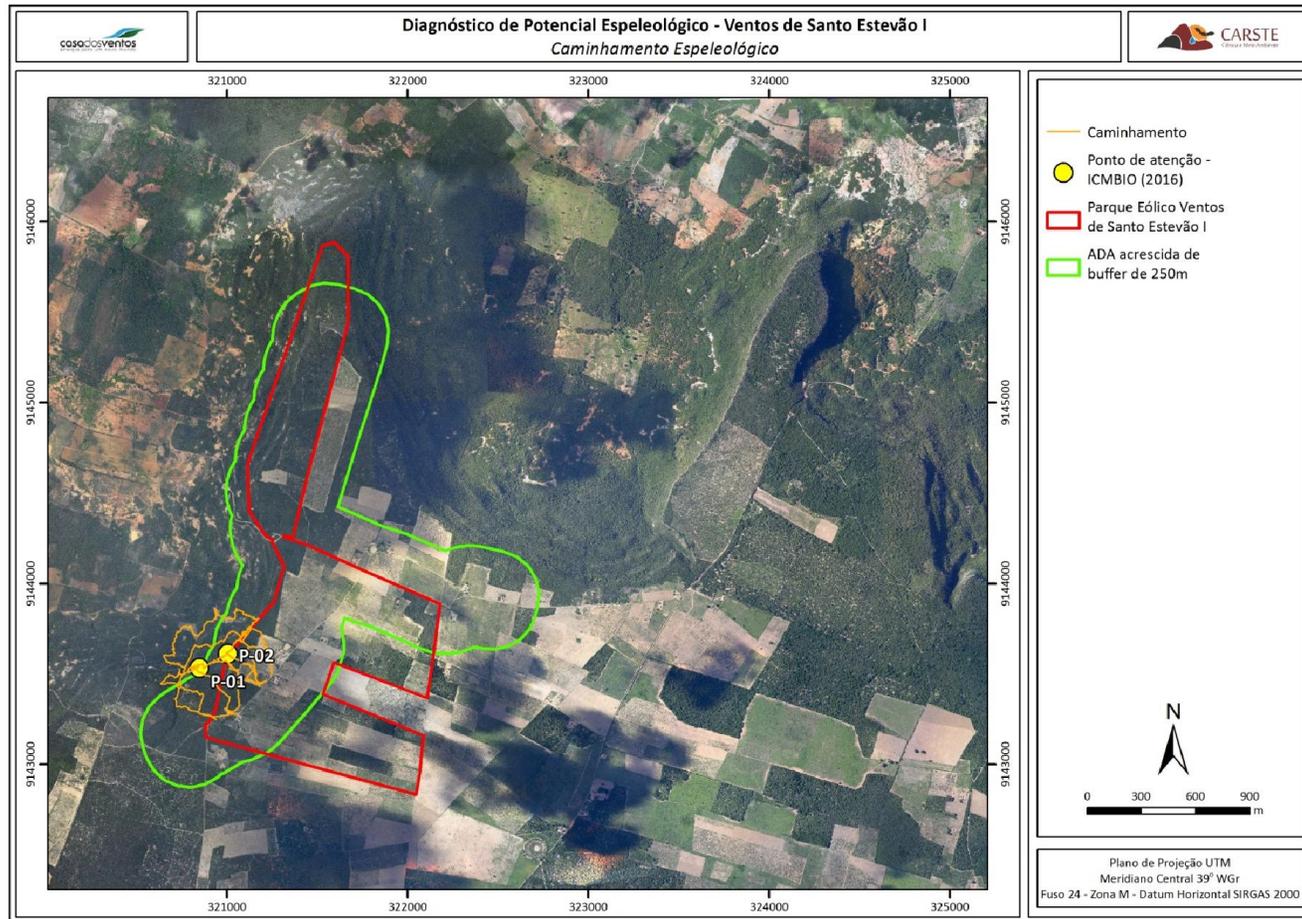


Figura 12. Caminhamento espeleológico realizado no entorno dos pontos P-01 e P-02

Vale salientar que as feições estruturais como falhas, fraturas, planos de bandamento ou foliação também constituem pontos favoráveis à ocorrência de cavernas em diversas litologias. Essas estruturas constituem zonas de fraqueza e tendem a concentrar o fluxo subterrâneo, potencializando processos de dissolução ou mesmo de erosão no interior do maciço rochoso. Apesar de não se encontrarem representadas na escala do mapeamento apresentado neste estudo, essas feições estruturais foram observadas durante as avaliações de campo. As zonas de falha, em alguns casos, podem ser reconhecidas na paisagem na forma de escarpamentos abruptos (Figura 13). Os afloramentos rochosos, também configuram como locais favoráveis à ocorrência de cavernas, abrigos naturais ou mesmo à formação de depósitos de tálus, no sopé da encosta.



Figura 13. A. Escarpamentos abruptos; B. Depósitos de tálus, no sopé da encosta

Durante os trabalhos de campo, foram identificadas 26 novas feições naturais subterrâneas. Cabe informar que entre estas feições, seis (SET-0001 a SET-0006) necessitam da utilização de técnicas verticais para realizar a exploração. Assim, não foi possível obter informações de desenvolvimento linear (DL) e desnível das mesmas.

De modo geral, as feições apresentam em média 3 m de DL, com destaque para as feições SET-0014, SET-0015 e SET-0016, por apresentarem DL entre 5,5 a 9,5 metros (SET-0014, SET-0015 e SET-0016).

As coordenadas planas e os dados espeleométricos das feições estão listadas na Tabela 7 e a localização destas feições na área de estudo é apresentada na Figura 14. Cabe ressaltar que, para maior precisão dos dados espeleométricos aqui apresentados, são necessários trabalhos posteriores de espeleotopografia.

Tabela 7. Localização e dados espeleométricos preliminares das feições

Nome	Coordenadas Planas – Projeção UTM - Datum WGS-84 Fuso 24m			Desenvolvimento Linear aproximado (m)	Desnível aproximado (m)
	E (m)	N(m)	Altitude (m)		
SET-0001	320814	9143531	749	—	—
SET-0002	320823	9143543	745	—	—
SET-0003	320823	9143543	745	—	—
SET-0004	320823	9143543	745	—	—
SET-0005	320842	9143545	748	—	—
SET-0006	320842	9143545	748	—	—
SET-0007	320966	9143593	746	4	0,4
SET-0008	320979	9143593	752	2,8	2
SET-0009	321046	9143671	751	2,6	0,4
SET-0010	321046	9143679	754	2,5	1
SET-0011	321065	9143688	756	2,5	1,1
SET-0012	321096	9143720	757	2,5	1,2
SET-0013	321096	9143722	757	1,9	1,7
SET-0014	321102	9143734	755	9,5	1,5
SET-0015	321118	9143750	753	5,5	1,5
SET-0016	321125	9143760	754	5,6	2
SET-0018	321121	9143759	726	2,2	0,9
SET-0019	321148	9143776	742	2,5	1,4
SET-0020	321168	9143800	749	3,1	2,3
SET-0021	320732	9143548	749	3,8	1
SET-0022	320736	9143544	748	1,9	0,9
SET-0023	320741	9143547	745	2,5	1
SET-0024	320754	9143543	738	3,3	0,5
SET-0025	320717	9143365	746	2	0,5
SET-0026	320737	9143498	744	1,9	0,3
SET-0027	320738	9143499	742	2,2	0,6

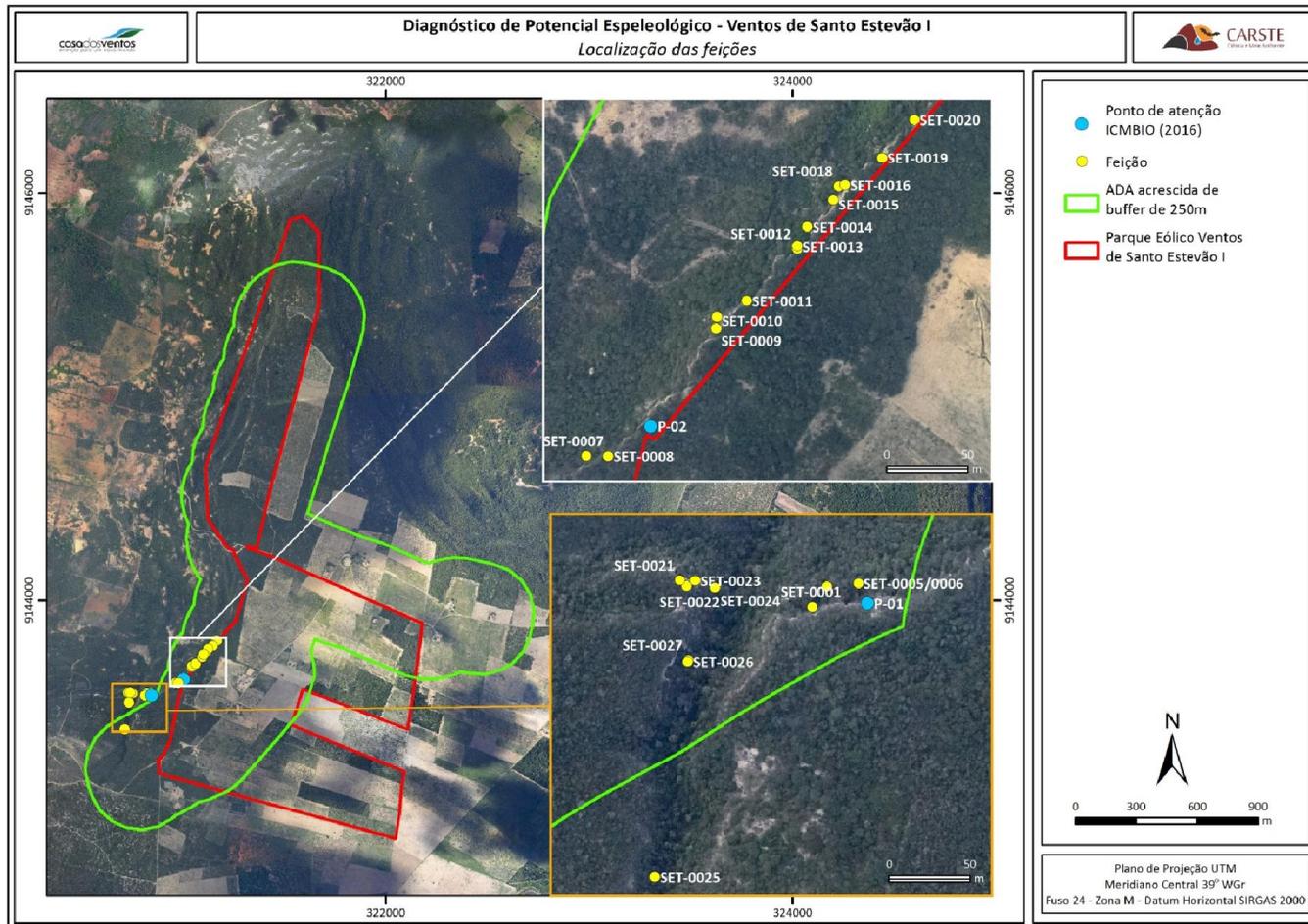


Figura 14. Localização das feições cadastradas na área em análise

### 6.3 Inventário fotográfico

Inventário fotográfico da área caminhada, bem como a localização destes registros, são apresentados nas Figura 15 e 16.

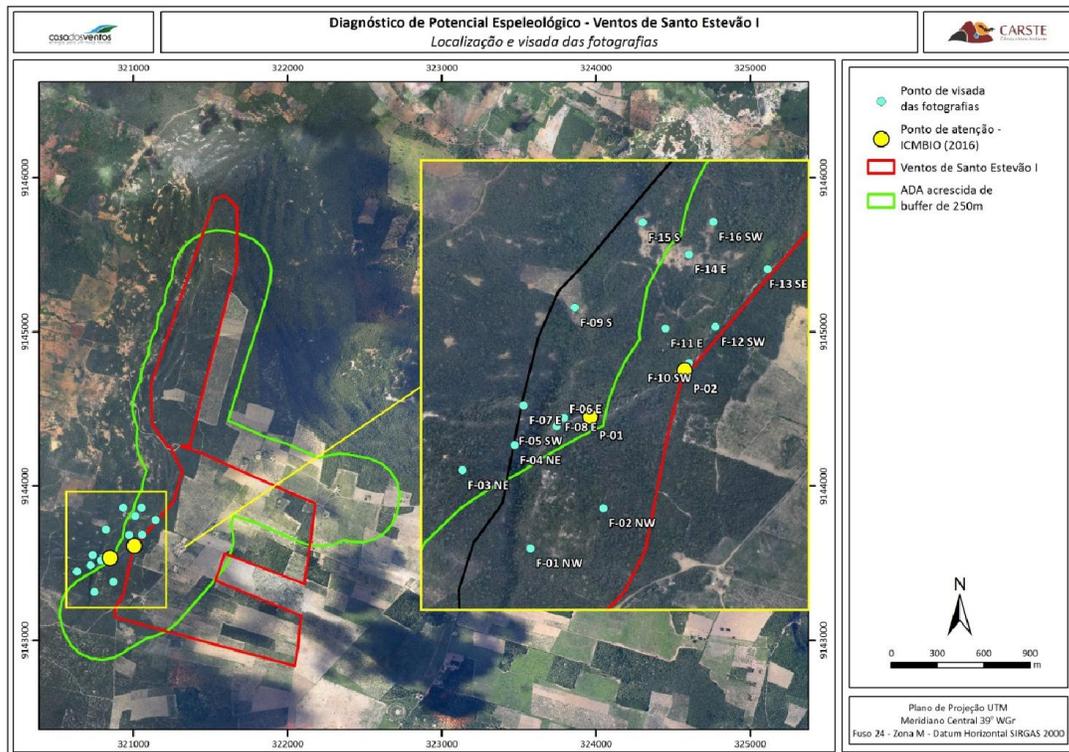


Figura 15. Localização dos pontos de registro fotográfico



Figura 16. Inventário fotográfico da área de estudo

## 6.4 Quadro síntese das feições naturais subterrâneas

O projeto Ventos de Santo Estevão I apresenta 26 feições naturais subterrâneas identificadas até o momento. Entre as feições citadas, seis apresentam desníveis abruptos, com necessidade do uso de técnicas verticais para sua exploração. A seguir, apresentam-se os quadros-síntese das feições que foram acessadas na área do projeto Ventos de Santo Estevão I, sendo expostas as informações primárias destas feições.

<b>SET-0007</b>	
<b>Coordenadas:</b> 320966 m E / 9143593 m N	<b>Localização na paisagem:</b> A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.
<b>Elevação:</b> 746 m	<b>Litologia e formas da feição:</b> Possivelmente a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclive. 
<b>Desenvolvimento linear:</b> 4 m	<b>Hidrologia:</b> Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.
<b>Desnível:</b> 0,4	<b>Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:</b> observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta. Observa-se também a presença de folhiço. Não foram observados espeleotemas.
<b>Conservação da feição:</b> A feição e seu entorno apresentam bom estado de conservação.	

## SET-0008

**Coordenadas:** 320979 m E / 9143593 m N

**Elevação:** 752 m

**Desenvolvimento linear:** 2,8 m

**Desnível:** 2,0



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 4 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas foram observados canálculos em seu interior.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a predominância de sedimentos clásticos de granulometria fina. Observa-se também a presença de folhiço e, em relação aos espeleotemas, há ocorrência pontual de coralloides e crostas.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0009

**Coordenadas:** 321046 m E / 9143671 m N

**Elevação:** 751 m

**Desenvolvimento linear:** 2,6 m

**Desnível:** 0,4



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas foram observados canalículos em seu interior.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença predominante de sedimentos clásticos de granulometria cascalhenta. Em relação aos depósitos orgânicos, há presença de fezes. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

**SET-0010**

**Coordenadas:** 321046 m E / 9143679 m N

**Elevação:** 754 m

**Desenvolvimento linear:** 2,5 m

**Desnível:** 1,0



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e, em relação às feições morfológicas, foram observados canalículos e claraboia, localizados em seu interior.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente fina. Observa-se também a presença de folhiço e fezes. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0011

**Coordenadas:** 321065 m E / 9143688 m N

**Elevação:** 756 m

**Desenvolvimento linear:** 2,5 m

**Desnível:** 1,1



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas, foram observados canalículos localizados em seu interior.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a predominância de sedimentos clásticos de granulometria cascalhenta. Observa-se também a presença de folhiço e fezes. Em relação aos espeleotemas, há ocorrência pontual de coraloides e crostas.



**Conservação da feição:** A feição e seu entorno imediato apresentam bom estado de conservação.

SET-0012

**Coordenadas:** 321096 m E / 9143720 m N

**Elevação:** 757 m

**Desenvolvimento linear:** 2,5 m

**Desnível:** 1,2



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5,8 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas, foram observados canalículos em seu interior.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença predominante de sedimentos clásticos de granulometria fina. Observa-se também a presença de fezes. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição:** A feição e seu entorno imediato apresentam bom estado de conservação.

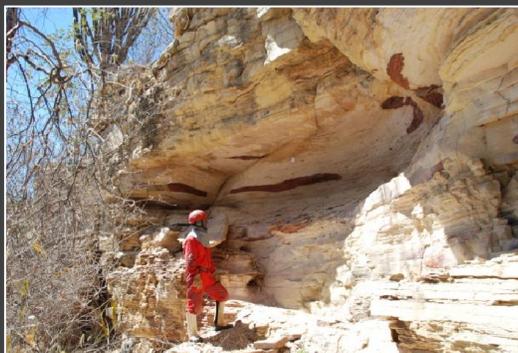
SET-0013

**Coordenadas:** 321096 m E / 9143722 m N

**Elevação:** 757 m

**Desenvolvimento linear:** 1,9 m

**Desnível:** 1,7



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 4,8 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas, foram observados canáliculos localizados em seu interior.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria cascalho, mas predomina a presença de rocha “*in situ*”. Observa-se também a presença de fezes (Foto). Não foram observados espeleotemas.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0014

**Coordenadas:** 321102 m E / 9143734 m N

**Elevação:** 755 m

**Desenvolvimento linear:** 9,5 m

**Desnível:** 1,5



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5,4 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclive e em relação às feições morfológicas, foram observados canáliculos localizados em seu interior.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente fina. Observa-se também a presença de fezes (Foto). Não foram observados espeleotemas.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0015

**Coordenadas:** 321118 m E / 9143750 m N

**Elevação:** 753 m

**Desenvolvimento linear:** 5,5 m

**Desnível:** 1,5 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclive e em relação às feições morfológicas, foram observados abatimentos, localizados em seu interior.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente fina. Observa-se também a presença de fezes. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0016

**Coordenadas:** 321125 m E / 9143760 m N

**Elevação:** 754 m

**Desenvolvimento linear:** 5,6 m

**Desnível:** 2,0



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 7,5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclive e em relação às feições morfológicas, foram observados abatimentos localizados em seu interior.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria cascalho, mas predomina a presença de rocha “*in situ*”. Observa-se também a presença de fezes. Espeleotemas não foram observados.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0018

**Coordenadas:** 321121 m E / 9143759 m N

**Elevação:** 726 m

**Desenvolvimento linear:** 2,2 m

**Desnível:** 0,9



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em depósito de tálus sem continuidade lateral e altura de aproximadamente 1 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em active e foram observadas feições morfológicas dos tipos canáliculo e claraboia.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta. Observa-se também a presença de folhiço e fezes (Foto). Em relação aos espeleotemas, não há ocorrência.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0019

**Coordenadas:** 321148 m E / 9143776 m N

**Elevação:** 742 m

**Desenvolvimento linear:** 2,5 m

**Desnível:** 1,4



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30m e altura de aproximadamente 6 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria fina e cascalhenta, com predominância de piso rochoso. Observa-se também a presença de folhiço e fezes. Em relação aos espeleotemas, não há ocorrência.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0020

**Coordenadas:** 321168 m E / 9143800 m N

**Elevação:** 749 m

**Desenvolvimento linear:** 3,1 m

**Desnível:** 2,3



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 3,8 metros.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclave e em relação às feições morfológicas, foram observados pilar e canáliculos.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos, de granulometria fina e cascalhenta, com predominância de piso rochoso. Observa-se também a presença de folhiço e fezes (Foto). Em relação aos espeleotemas, não há ocorrência.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## SET-0021

**Coordenadas:** 320732 m E / 9143548 m N

**Elevação:** 749 m

**Desenvolvimento linear:** 3,8 m

**Desnível:** 1,0 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em alta vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 2,5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclave.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta. Observa-se também a presença de folhiço e fezes (Foto). Em relação aos espeleotemas, não foram observados.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

**SET-0022**

**Coordenadas:** 320736 m E / 9143544 m N

**Elevação:** 748 m

**Desenvolvimento linear:** 1,9 m

**Desnível:** 0,9



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em alta vertente, localizada em ruptura de relevo (paredão). O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 2,7 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em alicive e foram observadas feições morfológicas do tipo pilar.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria cascalhenta, sendo o piso formado principalmente por rocha *in situ*. Os depósitos orgânicos não foram observados no interior da feição. Em relação aos espeleotemas, não há ocorrência pontual de???

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0023

**Coordenadas:** 320741 m E / 9143547 m N

**Elevação:** 745 m

**Desenvolvimento linear:** 2,5 m

**Desnível:** 1,0 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. A escarpa possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 3 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em alicive e foram observadas feições morfológicas do tipo canalículo.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta (Foto). Observa-se também a presença de folhiço e fezes. Não foram observados espeleotemas.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0024

**Coordenadas:** 320754 m E / 9143543 m N

**Elevação:** 738 m

**Desenvolvimento linear:** 3,3 m

**Desnível:** 0,5 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. A escarpa possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas silicilásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclave e foram observadas feições morfológicas do tipo canalículo em seu interior.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta. Observa-se também a presença de folhiço e guano. Não foram observados espeleotemas.

**Atributos bioespeleológicos:** No momento da visita, a feição contava com a presença de morcegos (Foto).



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0025

**Coordenadas:** 320717 m E / 9143365 m N

**Elevação:** 746 m

**Desenvolvimento linear:** 2,0 m

**Desnível:** 0,5 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em margem de drenagem. A escarpa possui continuidade lateral inferior a 30 m e altura de aproximadamente 1 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em alicive e foram observadas feições morfológicas do tipo canalículo.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente fina. Observa-se também a presença de folhiço (Foto) e fezes. Não foram observados espeleotemas.



**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0026

**Coordenadas:** 320737 m E / 9143498 m N

**Elevação:** 744 m

**Desenvolvimento linear:** 1,9 m

**Desnível:** 0,3 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. O paredão possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas. O piso se desenvolve principalmente em aclave e foram observadas feições morfológicas do tipo canalículo.

**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente fina, com presença de cascalhos. Observa-se também a presença de folhiço. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição e entorno:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

SET-0027

**Coordenadas:** 320738 m E / 9143499 m N

**Elevação:** 742 m

**Desenvolvimento linear:** 2,2 m

**Desnível:** 0,6 m



**Localização na paisagem:** A feição está inserida em média vertente, localizada em ruptura de relevo. A escarpa possui continuidade lateral superior a 30 m e altura de aproximadamente 5 m.

**Litologia e formas da feição:** Possivelmente, a feição se desenvolve em rochas siliciclásticas (Foto). O piso se desenvolve principalmente em aclave e foram observadas feições morfológicas do tipo canalículo.



**Hidrologia:** Durante a visita, não foram observadas feições hidrológicas em seu interior.

**Depósitos clásticos, orgânicos e químicos:** observa-se a presença de sedimentos clásticos de granulometria predominantemente cascalhenta, com presença de sedimentos finos. Observa-se também a presença de fezes. Não foram observados espeleotemas.

**Conservação da feição:** A feição apresenta bom estado de conservação e não foi observado nenhum tipo de uso.

## 6.5 Caracterização geral das feições cadastradas

Neste tópico é apresentada a análise dos dados referentes às 20 feições acessadas durante os trabalhos de campo. Cabe informar que as feições SET-0001, SET-0002, SET-0003, SET-0004, SET-0005 e SET-0006 não entraram nesta análise. Destaca-se que as informações apresentadas neste tópico têm caráter introdutório, pelo fato deste se tratar de um levantamento básico de verificação espeleológica.

### 1.1.1 Inserção na paisagem

Dentre as 20 feições analisadas, 45 % da amostra está inserida entre as cotas de 751 e 757 m. O restante das feições está posicionada entre as cotas altimétricas de 726 a 750 m, compreendendo 55 % das feições cadastradas (Figura 18).

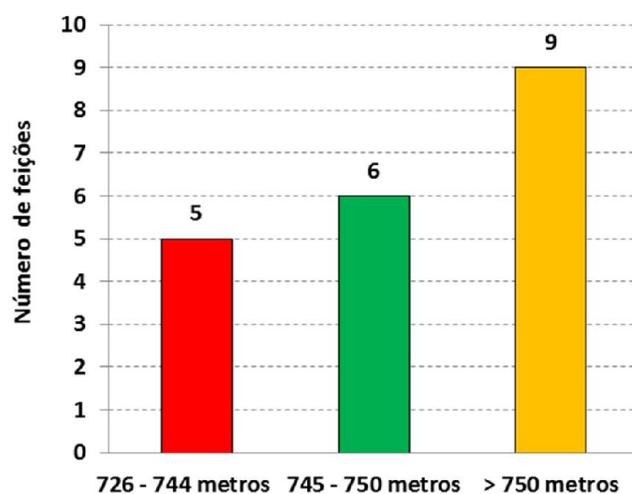


Figura 18. Classe hipsométrica das feições avaliadas

Verifica-se na área de estudo uma concentração expressiva de feições ocorrendo na ruptura de relevo (18), em virtude possivelmente da presença de afloramentos rochosos (Figura 19). As demais feições ocorrem em margem de drenagem ou depósito de tálus (Figura 20).

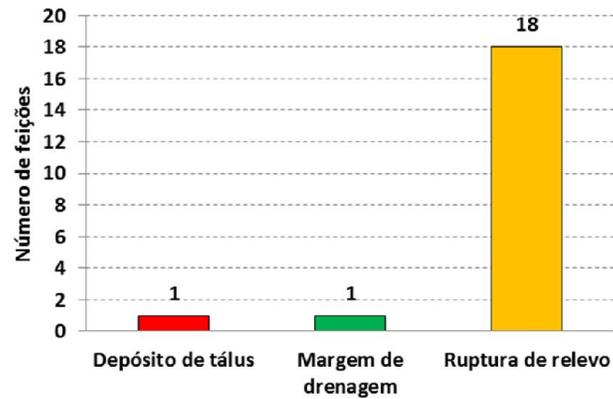


Figura 19. Feições em relação à inserção na paisagem



Figura 20. Depósito de tálus na qual se desenvolve a feição SET-0018

No que se refere à posição na vertente, as feições ocorrem majoritariamente em média vertente, com algumas ocorrências em alta vertente (Figura 21). A não ocorrência de feições no topo e em baixa vertente, possivelmente, justifica-se pelo fato dos estudos ainda não terem compreendido grandes porções destas áreas.

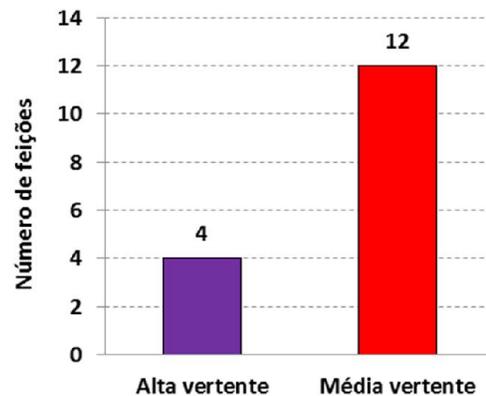


Figura 21. Posição na vertente das feições avaliadas

No que se refere à continuidade lateral dos paredões onde as feições se inserem, 89 % da amostra ocorre em afloramentos rochosos com dimensões laterais superiores a 30 m e apenas 11 % ocorrem em afloramentos com dimensões inferiores a este valor (Figura 22 e Figura 23).

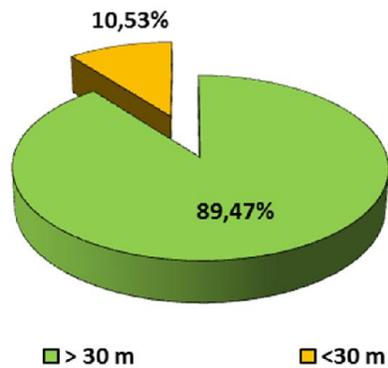


Figura 22. Continuidade lateral do paredão em que se inserem as feições avaliadas



Figura 23. Continuidade lateral superior a 30 m de paredão em área do projeto

### 1.1.2 Litotipo

Os estudos referentes às rochas encaixantes não foram realizados de maneira detalhada pelo fato deste trabalho tratar de um levantamento básico de verificação espeleológica. No que se refere à rocha hospedeira, as feições foram genericamente definidas encaixadas em rochas siliciclásticas (Figura 24), englobando arenitos e folhelhos. Investigações mais detalhadas devem ser realizadas quando da execução de estudos geoespeleológicos específicos.

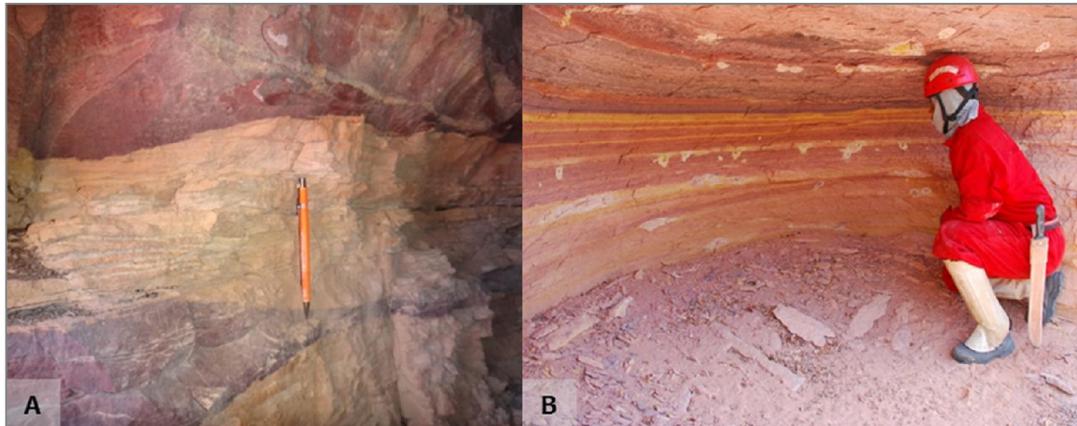


Figura 24. Rocha siliciclástica no interior da feição SET-0012 (A) e SET-0026 (B)

### 1.1.3 Espeleometria

De modo geral, 17 feições identificadas no projeto apresentaram desenvolvimento linear (DL) abaixo de 5 m e três feições possuem DL entre 5,0 e 9,5 m (Figura 25).

Entre as feições citadas, nove feições apresentam os valores da variável desnível entre 1,0 e 2,0 m e oito apresentaram valores inferiores a 1,0 m. As demais apresentaram esta variável entre 2,0 a 2,3 m (Figura 26).

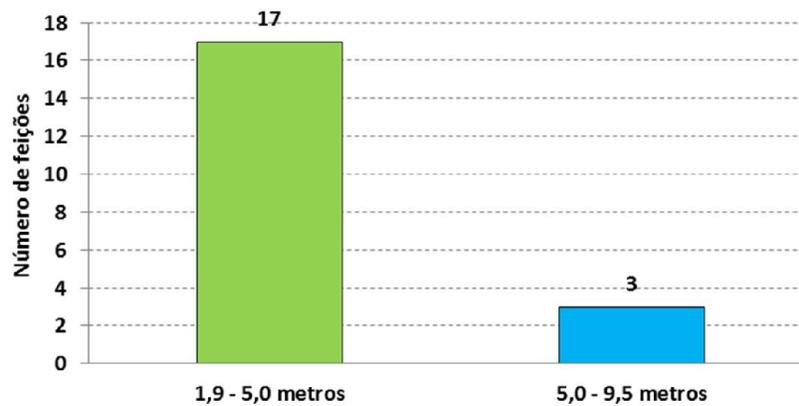


Figura 25. Número de feições de acordo com desenvolvimento linear em metros

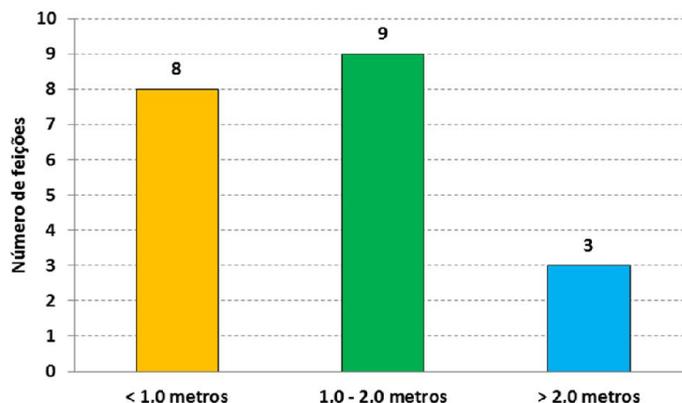


Figura 26. Número de feições de acordo com o desnível em metros

#### 1.1.4 Morfologia

As feições estudadas apresentam o piso com morfologia em aclave a partir da entrada. Em relação às feições internas foram observadas com maior recorrência os canalículos (70 %), os pilares (10 %) e as claraboias (10 %) (Figura 27). Em duas feições (SET-0015 e SET-0016) foram observados abatimentos (Figura 28 A).

Vale destacar uma concavidade localizada no teto da feição SET-00015, a qual se destacou entre as formas observadas nas feições estudadas (Figura 28 B).

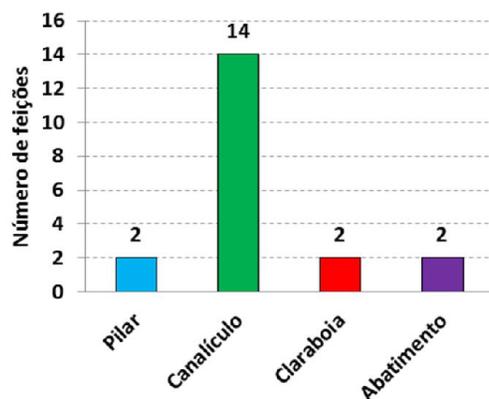


Figura 27. Feições morfológicas das feições avaliadas



Figura 28. A. Abatimento localizado na porção de entrada da feição SET-0027; B. concauidade localizada no teto da feição SET-0015

Em relação à quantidade de entradas das feições, 80 % contêm somente uma entrada e o restante (20%) apresentam entre duas a três entradas (Figura 29).

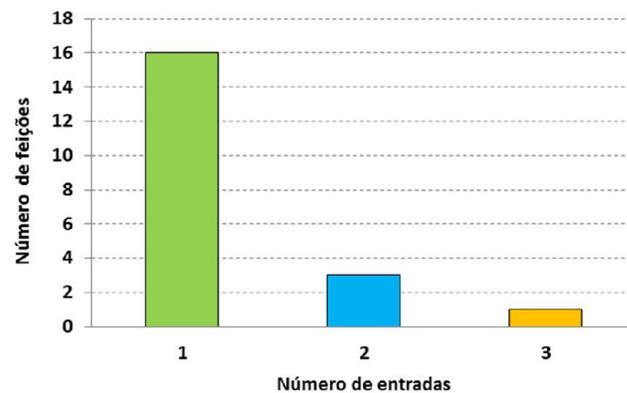


Figura 29. Distribuição das feições por número de entradas

#### 1.1.5 Hidrologia

No momento da visita, não foi verificada a presença de nenhuma feição hidrológica ativa.

#### 1.1.6 Depósitos clásticos e químicos

Vale destacar que em 100 % da amostra ocorreram sedimentos de granulometria cascalhenta e, em 85 % da amostra ocorreram sedimentos de granulometria fina. Já os pisos rochosos (rocha “in situ”) ocorreram em 25 % da amostra (Figuras 29).



Figura 30. Distribuição sedimentar predominantemente grosseira no conduto principal da feição SET-0008

Com relação à ocorrência de sedimentos orgânicos, nota-se a predominância de fezes, as quais ocorrem em 15 feições. Já o folhiço ocorre em 12 feições e o guano foi observado em apenas uma feição (SET-0024) (Figura 31 e Figura 32).

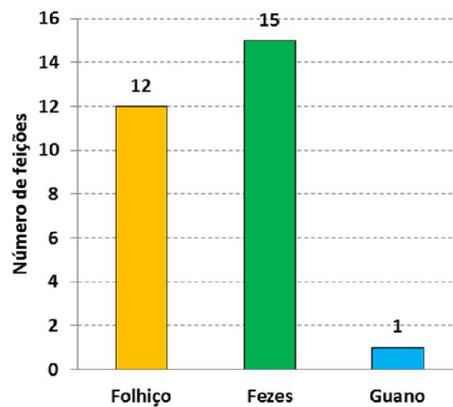


Figura 31. Sedimentos orgânicos observados nas feições avaliadas



Figura 32. Fezes localizadas no interior da feição SET-0014

Os depósitos químicos foram observados em 15 % das feições, sendo os tipos mais recorrentes as crostas e os coraloídes (Figura 33 e Figura 34). Outro tipo de ocorrência de espeleotema é representado por escorrimentos. Nas demais feições (17), não foram observados espeleotemas.

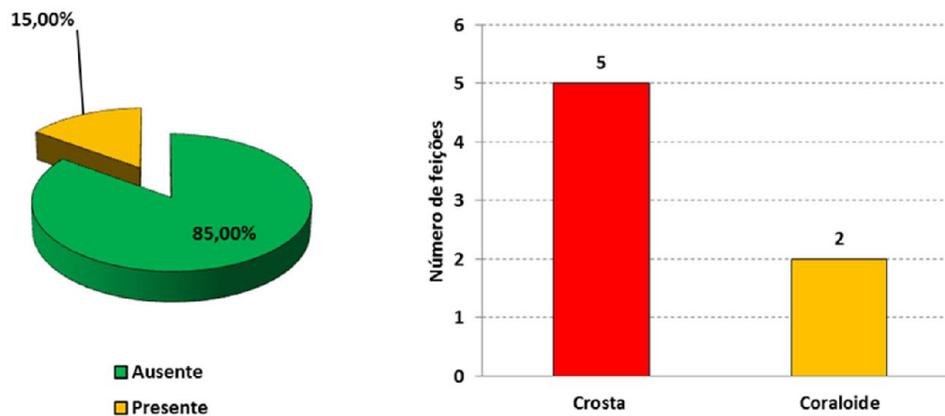


Figura 33. Frequência de espeleotemas e espeleotemas observados nas feições analisadas



Figura 34. Crosta localizada no interior da feição SET-0008

### 1.1.7 Bioespeleologia

Vale informar que as feições não apresentam zona afótica, provavelmente devido às dimensões diminutas da maioria destas.

A presença de morcegos foi observada em 25 % das feições e nas demais não foram observados estes atributos no momento da visita. Ninho foi observado somente na feição SET-0016 (Figura 35 e Figura 35).

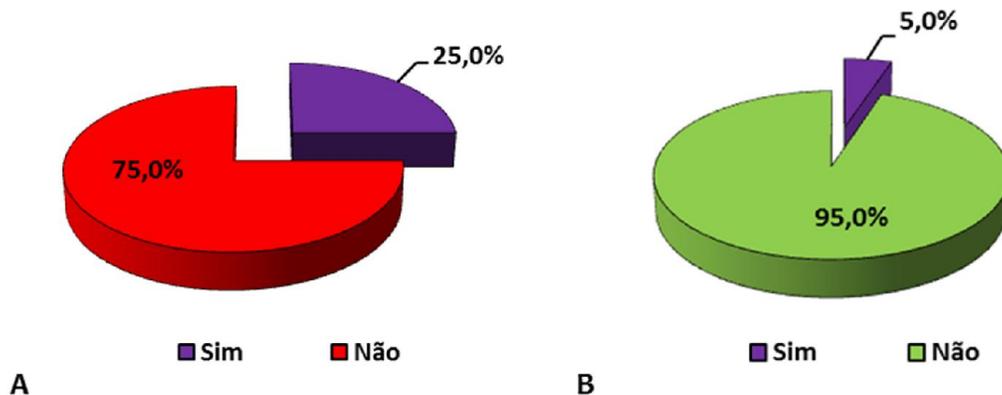


Figura 35. A. Identificação de morcegos nas feições avaliadas; B. Identificação de ninhos nas feições avaliadas



Figura 36. Ninho observado na feição SET-0016

#### 1.1.8 Estado de conservação

Sobre o estado de conservação das feições, segundo as análises preliminares, destaca-se que 100 % da amostra encontram-se em bom estado de conservação. Em relação ao estado de conservação do entorno das feições, observam-se a presença de lixo, possivelmente disposto pela população da região.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente documento apresentou os resultados do Diagnóstico Espeleológico do projeto Ventos de Santo Estevão I, localizado no município de Araripina, Estado de Pernambuco. Neste cenário, o trabalho de campo consistiu na verificação dos pontos (P1 e P2) e o seu entorno, sendo estes apontados durante a vistoria realizada pelo ICMBio. Tal verificação consistiu em seis dias efetivos de campo, período no qual foram percorridos 8 km de trilhas, resultando na identificação e registro de 26 feições naturais subterrâneas acessíveis pelo homem, conforme estabelecido pela resolução CONAMA N° 347/2004, artigo 2°, e Decreto Federal N° 99.556/1990, artigo 1°, parágrafo único, com redação dada pelo Decreto Federal N° 6.640/2008.

Somando ao critério supracitado tem-se, ainda, para definir uma feição subterrânea deve-se definir o plano do ponto zero, conforme exemplificado no item 2.1 deste estudo. Destaca-se que para este estudo optou-se por uma visão conservação, na qual, foram cadastradas e registradas feições com desenvolvimento linear inferior a 5 metros.

Ressalta-se que em outros estados brasileiros, a exemplo Minas Gerais, as feições com projeção horizontal inferior a 5 metros, são passíveis de estudos ambientais específicos, segundo Instrução Serviço nº 3 /2015, onde estas podem ser caracterizadas como reentrâncias. Este tipo de classificação indica que a referida feição apresenta características semelhantes ao meio epígeo, como variação de temperatura e umidade, não sendo assim uma cavidade subterrânea. Outro exemplo é o Estado do Pará, no qual o órgão ambiental solicita o cadastrado de feições com projeção horizontal superior a 5 metros. Deste modo, o referido projeto Ventos de Santo Estevão I, buscou um levantamento mais detalhado considerando todas as feições como sendo subterrâneas e de características típicas de ambiente hipógeo.

As 26 feições supracitadas, estão localizadas fora dos limites da ADA do empreendimento. Entre essas feições, 14 encontram-se dentro do limite do buffer de 250 metros e as demais estão localizadas fora deste limite. Sobre o estado de conservação das feições, de maneira geral, essas se encontram em bom estado. Em relação ao estado de conservação do seu entorno, observam-se a presença de lixo, possivelmente disposto pela população da região.

Por fim, com o intuito de garantir maior proteção e respeitando a legislação vigente, o projeto Ventos de Santo Estevão I, realiza a manutenção da faixa de Área de Preservação Permanente (APP) de borda da chapada (buffer de 100 metros), como proteção física ambiental, realizando manutenção da vegetação e tendo como medida a colocação de placas educativas com orientações ambientais e/ou de segurança distribuída estrategicamente nas frentes de obra e nos locais com remanescentes florestais significativos próximos à APP, onde possa haver passagem de animais silvestres; as estruturas provisórias (nas frentes de trabalho) serão localizadas, no mínimo, a 50 metros de corpos d'água ou fora dos limites da Área de Preservação Permanente (APP);

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, S. M. S. O Pólo Gesseiro do Araripe: unidades geo-ambientais e impactos da mineração. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2004.

ARRUDA, K.E.C. Geodiversidade no município de Araripina – PE, Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Recife. 2013.

AULER, A.S. Hydrogeological and Hydrochemical Characterization of the Matozinhos-Pedro Leopoldo Karst. MSc Thesis, Western Kentucky University. 1994.

CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. Base de Dados Georreferenciados do CECAV. CECAV: Brasília. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/cecav.2015>.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVIDADES (CECAV). Termo de referência para elaboração de estudos espeleológicos vinculados a EIA/RIMA. 2004.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVIDADES (CECAV). III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Brasília. 2011.

EMBRAPA. Mapa Exploratório-Reconhecimento de Solos do Município de Araripina, PE. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1:100.000. 2004.

GEOCONSULT. Relatório Ambiental Simplificado – RAS. Parque Eólico Ventos de Santo Estevão I – Araripina/PE. Fortaleza: Geoconsult. 2013.

GOMES, J.R. de C., VASCONCELOS, A.M. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Jaguaribe–SW, Folha SB.24-Y. Esta dos do Ceará, de Pernambuco e do Piauí. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM. 2000.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de clima do Brasil. Disponível em <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/mapa-de-clima-do-brasil-ibge.pdf>. 2002.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais Climatológicas do Brasil – 1961 – 1991. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acessado em 03 agosto. 2016.

JANSEN, D. C. Mapa brasileiro de potencialidade de ocorrência de cavernas. Encontro nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Goiânia/GO, p. 6. 2011.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B.A.; DE SOUZA JUNIOR, L.C.; GALVÃO, M.J. da T. G; PEREIRA, S. N.; DE MIRANDA, J.L.F. (Org.). Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Araripina, Estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM. 2005.

SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia. Base de dados Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Disponível em <http://cnc.cavernas.org.br/>. 2016.

PILÓ, L.B. Morfologia Cárstica e Materiais Constituintes: Dinâmica e Evolução da Depressão Poligonal Macacos-Baú – Carste de Lagoa Santa. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo. 1998.

SERVIÇOS AÉREOS INDUSTRIAIS. Trabalhos de perfilamento a laser da SAI. 2013.

RIBEIRO, J.A.P. 1991. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenético-previsional – Escala 1:100.000 (folha SB.24-Y-C-VI – Simões). Estados do Piauí e Pernambuco. Brasília: DNPM/CPRM. 1991.