



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**PROCESSOS ESTRUTURAIS CONDICIONANTES DE UMA CAVERNA
QUARTZÍTICA EM SÃO JOÃO DEL-REI - MG**

AUTOR: HELTON SANTOS LOPES BARBOSA
ORIENTADOR: PROFESSOR DOUTOR MÚCIO DO AMARAL FIGUEIREDO

SÃO JOÃO DEL-REI
NOVEMBRO DE 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL-REI

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**PROCESSOS ESTRUTURAIS CONDICIONANTES DE UMA CAVERNA
QUARTZÍTICA EM SÃO JOÃO DEL-REI - MG**

Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João Del-Rei, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.
Orientador: Prof. Dr. Múcio do Amaral Figueiredo

SÃO JOÃO DEL-REI
NOVEMBRO DE 2016

HELTON SANTOS LOPES BARBOSA

**PROCESSOS ESTRUTURAIS CONDICIONANTES DE UMA CAVERNA
QUARTZÍTICA EM SÃO JOÃO DEL-REI - MG**

Monografia apresentada ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João Del-Rei, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Apresentado em: __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Múcio do Amaral Figueiredo – DEGEO/UFSJ
Presidente

Prof. Dr. Leonardo Cristian Rocha – DEGEO/UFSJ
Examinador

Dedico ao meu pai e minha mãe por todo incentivo e ajuda que me deram ao longo desses quatro anos

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pela constante ajuda financeira e pelos estímulos, que independente da situação, momento ou qualquer outro fator adverso, jamais me deixaram desistir de um sonho que é de toda a família.

A minha amiga de turma que se tornou a companheira eterna que terei ao meu lado.

Ao meu orientador, Múcio do Amaral Figueiredo, por todo o conhecimento que me concedeu, durante os projetos desenvolvidos.

Ao professor Leonardo Cristian Rocha, que auxiliou e transferiu com muito empenho todo o conhecimento possível durante as pesquisas de campo.

Aos meus amigos de turma, em especial ao bacharelado, que com certeza formamos uma turma multidisciplinar e que a partir de então, cada um segue por um caminho dentro da geografia, espero que possamos nos encontrar com frequência nesse trajeto.

Aos irmãos que a universidade me deu, Pedro, Juliano, Alan e Thiago, que tive o prazer de dividir momentos especiais dentro e fora da universidade.

Aos meus amigos de campo “a qualquer hora” Pedro e Alan.

Aos professores e técnicos do departamento de Geociências, que comprovaram que é possível fazer amizade entre todos nós.

Aos moradores e agregados da república Casa da Praia, que me deram a oportunidade de conhecer um mundo novo, Samuel Rabay, Deyvid, Larissa e Janis, Thiago (Melão), Fabio (Vermelho), Gabriel (Beck), Alisson, Cid, e todos os outros que pude conviver através da Casa da Praia.

Ao Ítalo, pela amizade e por todo o apoio concedido.

Ao professor Luciano Emerich Faria, pelo empréstimo dos equipamentos de topografia, que culminou na confecção do mapa da Gruta do Caititu e conseqüentemente nessa monografia.

A todos os integrantes do Vertentes EspeleoGrupo.

A todos de que alguma maneira contribuíram para a realização desta monografia.

*“Essa obsessão de chegar
O terror de não vir a ser o que se pensa
Esse eterno pensar nas coisas eternas
Que não duram mais que um dia
A tortura à procura da essência
O barulho aterroriza, tranca, lacra o peito
Sinal da paranóia, Sinal da paranóia, Sinal da
paranóia...”*

(Som Nosso de Cada Dia)

RESUMO

O número de estudos realizados sobre cavidades desenvolvidas em rochas não carbonáticas tem crescido, entretanto, ainda é muito inferior aos estudos desenvolvidos em rochas carbonáticas. Esta monografia tem por objetivo identificar os processos estruturais condicionantes na formação, da Gruta do Caititu, desenvolvida em quartzito de matriz psamítico-psefítica, na Serra do Lenheiro em São João del-Rei, Minas Gerais. Foi feito o mapa espeleométrico da Gruta do Caititu, que possui desenvolvimento linear de 159,75 metros, desenvolvida predominantemente entre blocos quartzíticos. Foram tomadas as medidas dos sentidos e dos mergulhos dos planos de acamamento e de fratura, dentro e fora da gruta, no qual foram comparadas e concluiu-se que há uma relação entre o desenvolvimento da gruta e os planos de acamamento e de fratura, visto que possuem sentido predominante NW-SE e NE-SW, respectivamente. Além da constatação da relação entre os planos e o desenvolvimento da gruta, observou-se que a drenagem é condicionada pelos planos de fratura, que se desenvolveram a partir da história geotectônica local e regional, evidenciada a partir dos mergulhos dos planos de acamamento e também por falhamentos, observados em veios de quartzo deformados e por reorganização dos seixos que compõem a matriz litológica local.

Palavras-chave: Serra do Lenheiro, Gruta do Caititu, Caverna em Quartzito.

ABSTRACT

The number of studies carried out on cavities developed in non-carbonate rocks has increased, however, still much lower than the studies developed in carbonate rocks. This monograph aims to identify the structural processes conditioning the formation of the Caititu Cave, developed in a quartzite of the psammitic-psephitic matrix, in the Serra do Lenheiro in São João del-Rei, Minas Gerais. The spelometric map of the Caititu Cave was made, which has a linear development of 159.75 meters, developed predominantly between quartzitic blocks. The measurements of the senses and the dips of the layer and fracture planes were taken, inside and outside the cave, in which they were compared and it was concluded that there is a relation between the development of the cave and the layer and fracture planes, seen which have predominant sense NW-SE and NE-SW, respectively. Besides the finding of the relation between the plans and the development of the cave, it was observed that the drainage is conditioned by the fracture planes, that have developed from the local and regional geotectonic history, evidenced from the plots of the layer plans and also by faults, observed in deformed quartz veins and by reorganization of the pebbles that make up the local lithologic matrix.

Keywords: Serra do Lenheiro, Cave of Caititu, Cave in Quartzite.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. ÁREA DE ESTUDO.....	15
2.1 Localização.....	15
2.2 Aspectos Geológicos	16
3. METODOLOGIA.....	18
4. RESULTADOS.....	19
4.1 Mapa espeleométrico da Gruta do Caititu.....	19
4.3 Análise estrutural da área de estudo.....	21
4.3.1 Planos de Acamamento e Fraturas no interior da gruta.....	22
4.3.2 Planos de Acamamento e Fraturas no exterior na gruta.....	23
5. DISCUSSÕES.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Serra do Lenheiro.....	16
Figura 2: Mapa geológico da área de estudo.....	17
Figura 3: Padrões morfológicos de cavernas segundo Palmer (1991). Apud Auler & Piló (2011)	20
Figura 4: Cartografia espeleométrica da Gruta do Caititu.....	21
Figura 5: Diagramas dos planos de acamamento e de fraturas no interior da gruta do Caititu	22
Figura 6: Área de tomada de medidas no alto da vertente, inações platô, sentido dos mergulhos e localização da Gruta do Caititu	23
Figura 7: Diagramas dos planos de acamamento do alto da vertente.....	24
Figura 8: Diagrama dos planos de fraturas do alto da vertente.....	25
Figura 9: Diagramas dos planos de acamamento e fraturas em toda a área ao redor da gruta.....	26
Figura 10: Evidências de atividade tectônica. a e b) Veio de quartzo deformados; c) Seixos reorganizados em razão da zona de falha; d) Falha ; e e f) Zona de cisalhamento no interior da Gruta do Caititu.....	27
Figura 11: Hipsometria com perfil topográfico.....	28
Figura 12: Perfil Topográfico A-B, demonstrando o encaixamento da drenagem entre as escarpas e o mergulho do plano de acamamento.....	29
Figura 13: Plano de Fraturas no platô da vertente.....	30
Figura 14: Perfil Topográfico C-D, demonstrando a posição da gruta no perfil da vertente.....	30
Figura 15: Planos de acamamento em vermelho, plano de fraturas em preto, indicações do interflúvio e do sentido da drenagem.....	31
Figura 16: Contorno da cavidade com as entradas, saída e o eixo da drenagem no interior da gruta.....	32
Figura 17: a e b)Blocos imbricados no interior da caverna; c e d)Blocos imbricados na entrada da caverna.....	33

Figura 18: a e b) Seixos expostos nos blocos; c, d e e) seixos depositados no eixo da drenagem.....	34
Figura 19: Coralóides.....	34
Figura 20: Alvéolos.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grau de Precisão de acordo com o sistema BCRA.....	18
Tabela 2: Classes de acordo com o sistema BCRA.....	19

LISTA DE SIGLAS

BCRA - British Cave Research Association

CECAV - Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas

CEMONTA - Campo Escola de Montanhismo

COMIG - Companhia Mineradora de Minas Gerais

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis

SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia

SEE – Sociedade Excursionista Espeleológica

1 . INTRODUÇÃO

As cavernas estão relacionadas diretamente com a história da humanidade, no qual, tiveram várias formas de utilização, seja como abrigo ou para uso ancestral, e são grandes arquivos da história da evolução do planeta (CRUZ, 2008). Segundo Lobo (2014), podem ser encontrados diversos vestígios nesse patrimônio, como na forma de deposições minerais, ossos, acampamentos, sambaquis, pinturas rupestres e outras formas e manifestações.

A espeleologia no Brasil passou por momentos diferentes ao longo do tempo, e cada um desses momentos tiveram características diferentes, uma análise histórica de acordo com (Figueiredo, 2010) dividiu-a em seis períodos de acordo com suas características. O primeiro período, até 1936, refere-se à importância dos naturalistas nas primeiras descrições sobre o patrimônio espeleológico nacional, destacando Peter Wilhelm Lund e Ricardo Krone, que fizeram grandes descobertas em Minas Gerais e São Paulo. O segundo período, de 1937 até 1963, trata-se da institucionalização da espeleologia no Brasil, período em que são fundados os primeiros grupos de espeleologia, não só do Brasil mas também da América Latina, destaque a SEE – Sociedade Excursionista Espeleológica, fundada pelos alunos da escola de minas, em Ouro Preto, Minas Gerais, e a SBE – Sociedade Brasileira de Espeleologia. O terceiro período, de 1964 até 1974, se apresenta como um período de divulgação da espeleologia, com a criação da Revista Espeleologia e o boletim informativo *Espeleo-Tema*. O quarto período, 1975 até 1984, tem como característica principal a expansão das atividades nas cavernas brasileiras, período esse em que muitos grupos foram criados e paralelamente começaram a surgir importantes trabalhos relacionados à espeleologia no Brasil. O quinto período, 1985 até 2000, foi um período que se caracterizou pela reestruturação e fortalecimento latino americano e da legislação de proteção do patrimônio espeleológico nacional, com a elaboração específica que valoriza e protege esse patrimônio, no qual, a Constituição Federal de 1988, no Art. 20, inciso X, instituiu que as cavidades naturais subterrâneas são bens da união (BRASIL. Constituição, 1988). Em 1997, é criado Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV), através da publicação da Portaria nº 057/97 do IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, que tem por finalidade:

[...] propor, normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro, bem como fomentar levantamentos, estudos e pesquisas que possibilitem ampliar o conhecimento sobre as cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional (IBAMA. Portaria 057/97).

O sexto período, de 2001 até a atualidade, se caracteriza, como um período de reconhecimento internacional, ação intergrupos e alguns conflitos, esse momento é importante no que diz respeito a um número alto de trabalhos e parcerias entre grupos, no entanto, em 2008, foi assinado o decreto N° 6.640, que fragiliza a legislação e deixa o patrimônio espeleológico mais vulnerável, pois, esse decreto estabelece normas que seguem critérios de relevância, para que as cavernas possam ser destruídas.

O decreto N° 6640 define que cavidades naturais subterrâneas são:

[...] todo e qualquer espaço subterrâneo acessível pelo homem, com ou sem abertura identificada, popularmente conhecido como caverna, gruta, lapa, toca, abismo, fumaça 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 (BRASIL, 2008).

Dentre o número total de cavidades conhecidas, bem como, os trabalhos científicos desenvolvidos sobre espeleologia, a maior parte está relacionada ao contexto de rochas carbonáticas, sendo os calcários e os dolomitos, os principais tipos, isso se em razão das condições mais favoráveis para a dissolução (KARMANN, 2001). A dissolução dá origem a um processo muito comum em rochas carbonáticas, que é o processo de cárstificação, caracterizado principalmente pelas águas subterrâneas (AULER & PILÓ, 2011).

O relevo cárstico de acordo com Hardt (2010) é um conjunto de formas de relevo distintas e teve os primeiros estudos na região de *Kras*, nos limites entre Eslovênia e Itália. O termo *Kras* deu origem na forma germânica ao termo *Karst*, que define esse tipo de relevo até os dias atuais, isso decorre do fato de que os primeiros estudos feitos sobre a região foram publicados em língua germânica.

Em relação a facilidade do desenvolvimento dos processos cársticos em rochas carbonáticas, o maior número de cavernas conhecidas e estudadas estão inseridas exatamente nesse tipo de rocha, inclusive no Brasil, sobretudo em Minas Gerais, o estado que possui o maior número de nos cadastros nacionais. No entanto, de acordo com Auler & Piló (2011) existe uma tendência a incluir as rochas silicatadas no grupo de rochas carstificáveis, em especial os quartzitos e arenitos, alguns autores têm se dedicado a esse tipo de pesquisa para que haja essa inclusão de rochas não carbonáticas ao grupo de rochas carstificáveis (Hardt, 2010).

Essa monografia tem por objetivo, identificar através de diagrama de roseta, os processos condicionantes para a desenvolvimento, da Gruta do Caititu, na Serra do Lenheiro.

Para tal, essa monografia, está organizada em seis capítulos, sendo o primeiro uma introdução geral sobre a espeleologia no Brasil e as discussões sobre o carste em rochas não carbonáticas. No segundo é apresentado a área de estudo. No terceiro, são descritas as metodologias que envolveram a espeleotopografia e as análises de diagrama de roseta, de densidade e de pontos, afim de obter uma análise estrutural da área. No quarto, são apresentados todos os resultados acerca do objeto de estudo. No quinto, são realizadas as discussões levantadas com os dados. No sexto apresentadas as considerações finais do trabalho.

2 - ÁREA DE ESTUDO

2.1 - Localização

A Gruta do Caititu está localizada dentro dos limites do Parque Ecológico Municipal, situado na Serra do Lenheiro, no município de São João del-Rei em Minas Gerais (fig.1). A Serra do Lenheiro possui características e elementos importantes para a cidade de São João del-Rei, como um sítio arqueológico com pinturas rupestres com idade aproximada de 8.000 a 2.000 anos referentes ao holoceno (RESENDE et.al, 2010), que estão preservadas e protegidas no CEMONTA - Campo Escola de Montanhismo do 11º Batalhão de Infantaria do Exército Brasileiro, registros seculares do Ciclo do Ouro, tais como betas (minas de ouro), canais entalhados ao longo das curvas de nível, para canalização da água utilizada na extração de ouro, entre outros.

De acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se no tipo Cwb, sendo, subtropical moderado úmido chamado também de tropical de altitude (Silva et al, 2004), possui temperatura média dos meses mais quente e mais frio, respectivamente, de 22 e 15 °C, apresentando duas estações bem definidas (verão quente e úmido e inverno frio e seco), com precipitação média anual de 1.500mm.

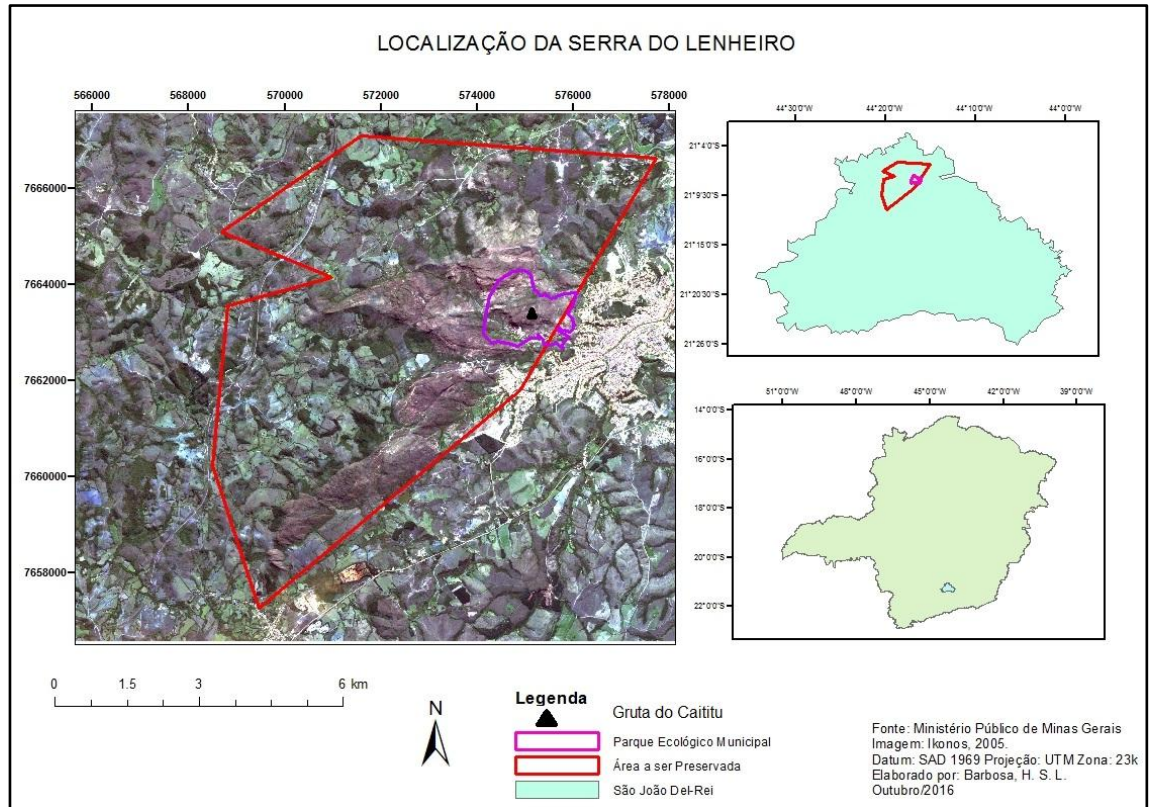


Figura 1: Localização da Serra do Lenheiro

2.2 - Aspectos Geológicos

O mapa geológico da área de estudo (fig. 2), extraído do Mapa Geológico da Folha São João Del Rei na escala de 1:100.000 da Companhia Mineradora de Minas Gerais – COMIG, demonstra que a geologia estrutural da área de estudo é bem complexa, visto que há evidências de que vários ciclos de atividade tectônica de diversas idades ocorreram no local. Em decorrência desse cenário, ocorre uma quantidade expressiva de diferentes tipos de rochas, sendo que dentro da área sugerida para conservação, incluindo a do futuro Parque Ecológico Municipal da Serra do Lenheiro, onde a Gruta do Caititu se encontra, existem 18 litotipos, encontrando-se nos limites do Parque 5 diferentes litotipos.

A Gruta do Caititu está inserida na unidade Psjr₆, quartzitos seixosos e metaconglomerado quartzolíticos, da Sequência Lenheiro, segundo o mapa geológico, que é interpretada como um delta de rio entrelaçado por (Ribeiro, 1997), podendo ser interpretado como um produto de tectonismo, relacionando o tipo de empilhamento de fácies mais proximais ou distais, e também o padrão de paleocorrentes (E, NE, NW) que mostra uma drástica mudança de sentido, e inclinação da pendente regional na bacia. A unidade Psjr₆ é uma das três unidades que compõem a Sequência Lenheiro, sendo as outras componentes as

unidades Psjr₄ e Psjr₅, que também se encontram dentro dos limites do Parque Ecológico Municipal.

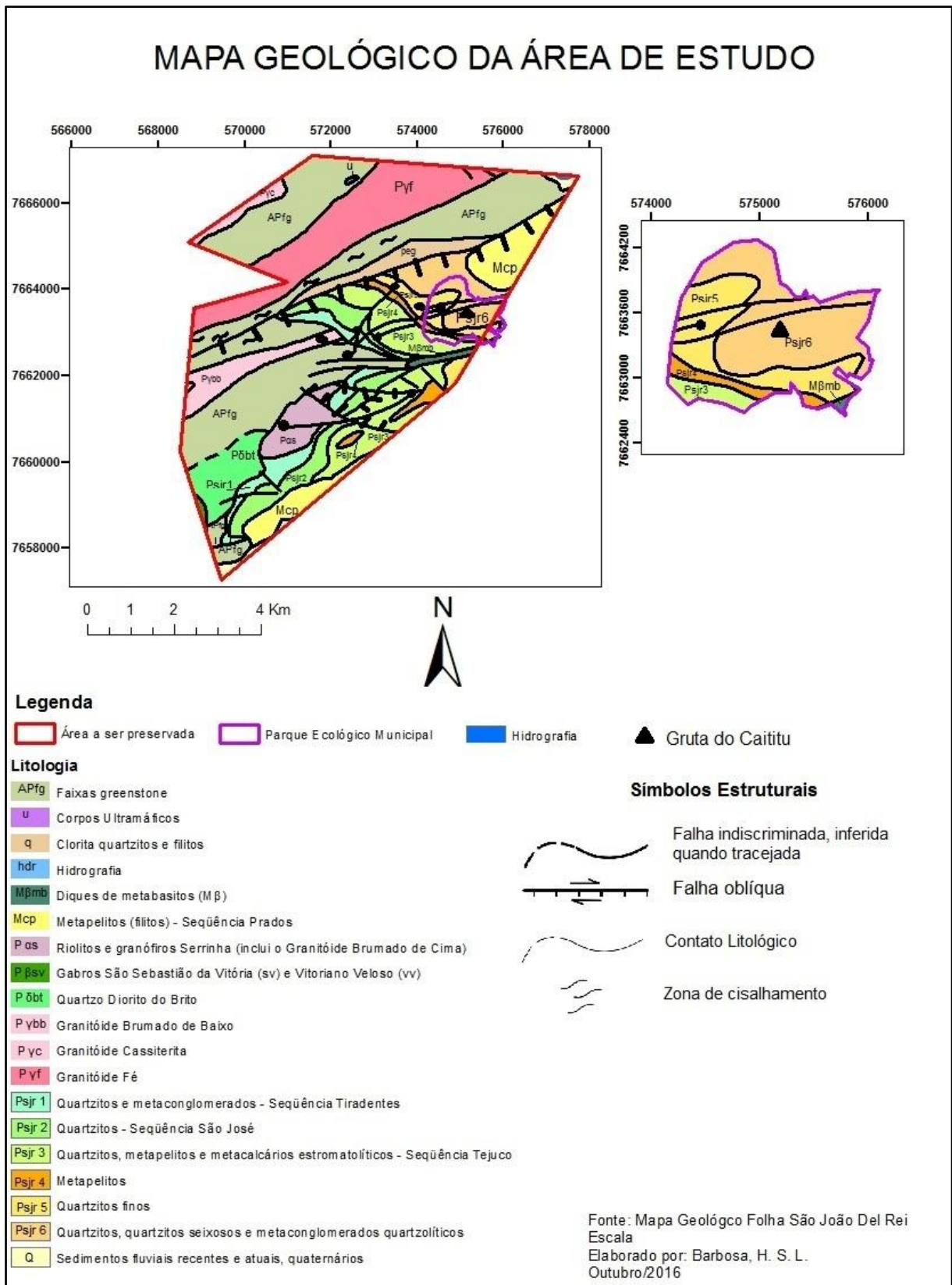


Figura 2: Mapa geológico da área de estudo

3 . METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos envolveram, levantamento bibliográfico sobre ocorrência de cavidades naturais em rochas não carbonáticas, levantamento de informações sobre a área de estudo, pesquisa e aquisição de dados cartográficos, elaboração de mapas da área de estudo, trabalhos de campo para a topografia da caverna e para a tomada de medidas para a análise de diagrama de roseta, compilação dos dados em gabinete para a confecção do mapa da gruta do Caititu.

A topografia espeleométrica foi realizada em duas etapas: meses de abril e maio de 2016, sendo a primeira campanha de campo realizada, pelo Vertentes Espeleo Grupo - VEG, sendo realizado com o auxílio de material instrutivo sobre topografia de cavernas elaborado por Zogbi (2012), contando com a utilização dos seguintes equipamentos bússola da marca Suunto com Clinômetro, e duas trenas a laser. O grau de precisão do mapa é 4C, com base no sistema British Cave Research Association – BCRA (Tabela 1 e 2), e para o desenho final foi utilizado o software PowerPoint.

Tabela 1: Grau de Precisão de acordo com o sistema BCRA

GRAU	
1	Esboço de baixa precisão em que não são efetuadas medidas.
2	Intermediária entre os graus 1 e 3.
3	Ângulos verticais e horizontais medidos com precisão de + ou – 2,5°. Distâncias medidas com precisão de + ou – 50 cm. Bases posicionadas com erro menor do que 50 cm.
4	Intermediária entre os graus 3 e 5.
5	Ângulo horizontais e verticais medidos com precisão de + ou – 1°. Distâncias medidas com precisão de + ou – 10 cm. Bases posicionadas com erro menor do que 10 cm.
6	Mapeamento mais preciso do que Grau 5
X	Mapeamento onde utiliza-se teodolito

Tabela 2: Classes de acordo com o sistema BCRA

<i>Classe</i>	
<i>A</i>	Detalhe das galerias baseados na memória
<i>B</i>	Detalhe das galerias estimados e anotados na caverna
<i>C</i>	Medidas de detalhe realizadas apenas nas bases topográficas.
<i>D</i>	Medidas de detalhe realizadas nas bases topográficas e entre elas, de modo a representar mudanças morfológicas na galeria.

A análise estrutural consistiu na tomada medidas dos planos de acamamento e dos planos das fraturas, para posterior plotagem no software Stereo 32 para obtenção dos diagramas de roseta, indicativos das direções preferenciais do acamamento e do fraturamento. Para a realização dessa etapa, foram utilizadas duas bússolas Brunton, orientadas e ajustadas de acordo com o norte magnético, sendo esse 23° de declinação magnética. Depois de concluída, esta etapa serviu para a elaboração de considerações a respeito do controle litoestrutural exercido sobre a gênese e desenvolvimento da caverna analisada, bem como da morfologia do relevo onde a mesma está inserida.

4 - RESULTADOS

4.1 - Mapa espeleométrico da Gruta do Caititu

A entrada principal da Gruta do Caititu (fig. 4) encontra-se nas coordenadas 575062E 7663169S, zona 23k, a 1027 metros de altitude, e possui desenvolvimento linear de 159,75 metros, com desnível de 11,20 metros. Possui 7 entradas e um perfil planimétrico ramiforme e espongiiforme de acordo com a classificação de Palmer (1991) (fig. 3). Possui sistema de drenagem intermitente, desenvolve-se em boa parte entre blocos, sendo ainda encontrados sedimentos desde a fração areia, seixos e blocos abatidos.

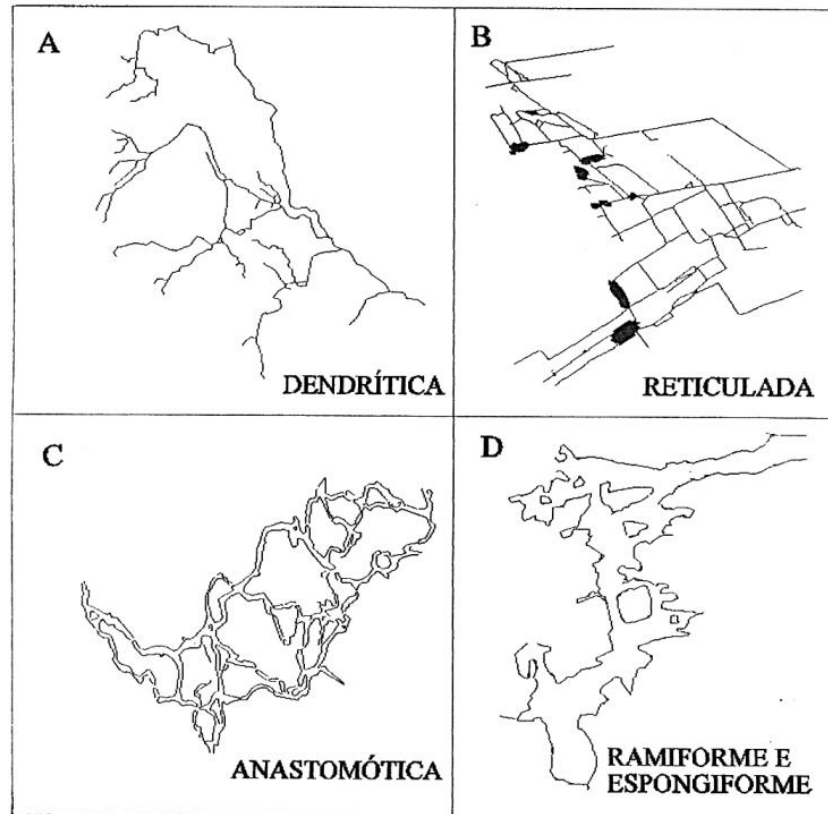


Figura 3: Padrões morfológicos de cavernas segundo Palmer (1991). Apud Auler & Piló (2011)

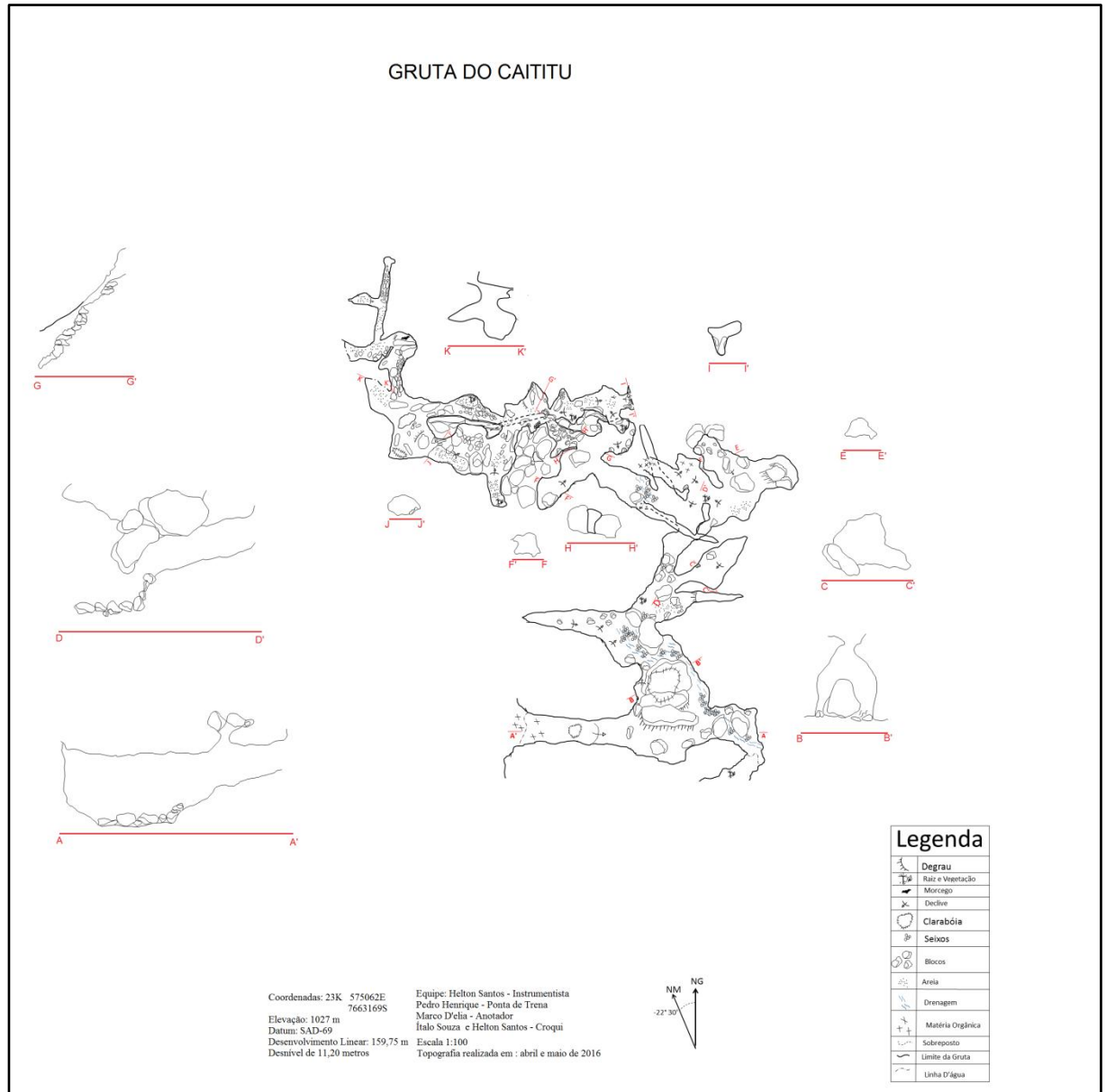


Figura 4: Cartografia espeleométrica da Gruta do Caititu

4.3 Análise estrutural da área de estudo

Os planos de acamamento e de fratura são considerados, elementos de grande importância, quando a discussão se dá no âmbito da carstificação, esses são relacionados como porosidade secundária, sendo a porosidade intergranular, a porosidade primária, Piló (1998) apud Fabri, (2011). Para a análise estrutural completa, serão apresentados primeiramente os resultados referentes as medida tomadas no interior da Gruta do Caititu, posteriormente, as medidas tomadas ao redor da área de estudo, a fim de comparar as semelhanças que ocorrem dentro e fora da cavidade.

4.3.1 Planos de Acamamento e Fratura no interior da gruta

Os diagramas gerados, com os dados do interior da caverna, mostram planos de acamamento com sentido NW-SE, mergulhando predominantemente para NE. Os planos de fratura possuem sentido NE-SW, mergulhando para SE. Esses dados apontam para o que se observa no mapa espeleométrico da caverna, com sentido geral NW-SE (fig. 5).

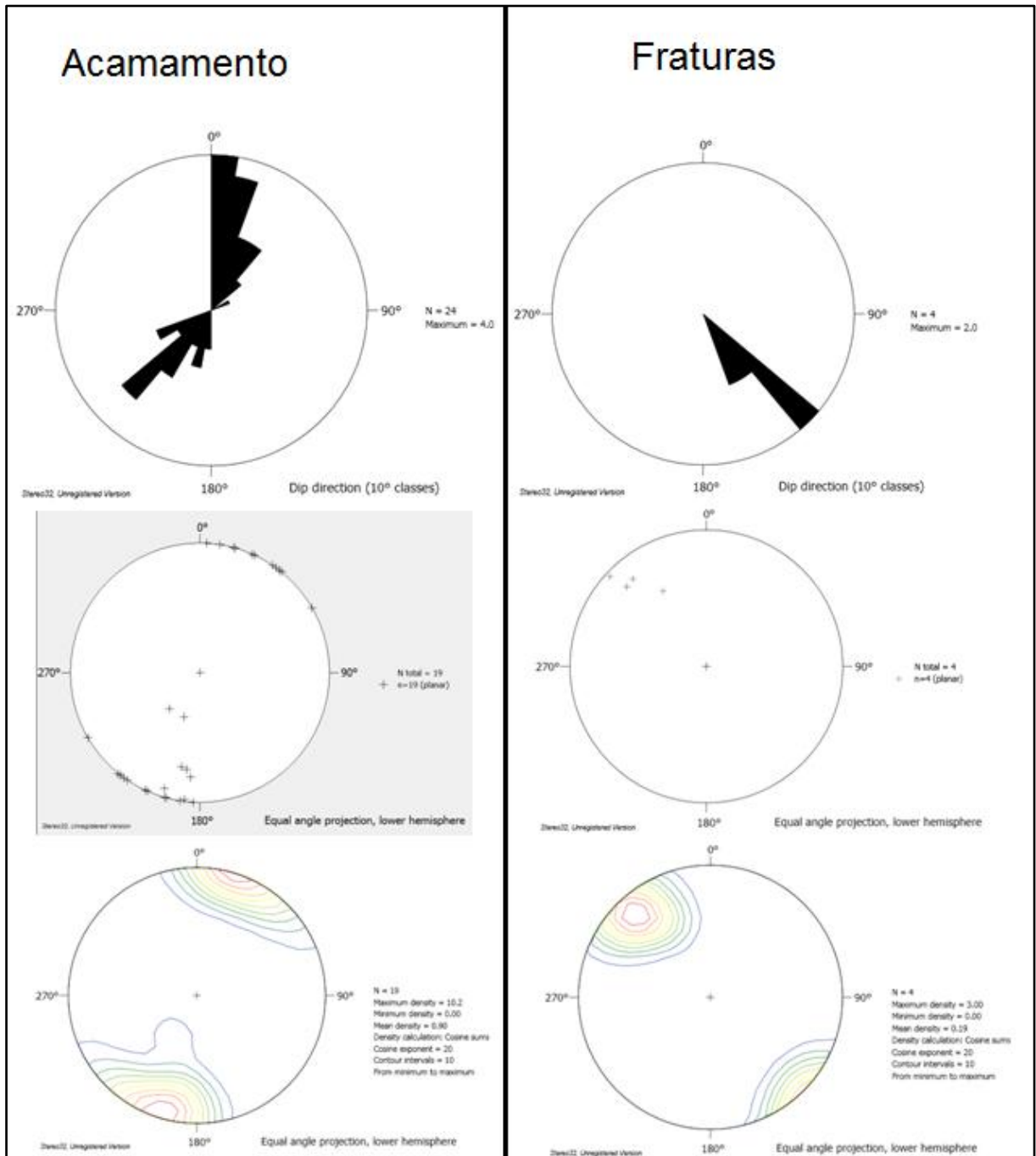


Figura 5: Diagramas dos planos de acamamento e de fraturas no interior da gruta do Caititu

4.3.2 Planos de Acamamento e Fratura no exterior na gruta

Como apresentado no mapa geológico (fig. 2) a gruta desenvolve-se nos quartzitos seixosos e metaconglomerado, da unidade Psjr₆. Através de investigações acerca da geologia estrutural, com a tomada de medida dos planos de acamamento e de fraturas, é possível comparar se há semelhança entre os planos medidos dentro e fora da gruta, e se eles são fatores condicionantes para o desenvolvimento da gruta. Com os resultados de diagrama de roseta, gerados com software Stereo32, foi possível perceber que a cavidade tem uma relação com a morfoestrutura local, visto que, todas as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento e os mergulhos dos planos de acamamento explicam que a área que circunda a Gruta do Caititu, é resultado de um processo tectônico.

Os diagramas gerados, com os planos de acamamento, no alto da vertente (fig. 6), demonstram predominância dos mergulhos nos sentidos NE e SW, o que sugere um anticlinal, com sentido predominante NW-SE, mostrando uma compressão tectônica de E-W. As medidas, a montante da gruta, foram tomadas em duas extremidades delimitadas por um platô, sendo que a extremidade da porção oeste tem mergulho predominante para NE e a extremidade da porção leste tem mergulho predominante para SW (fig. 7).

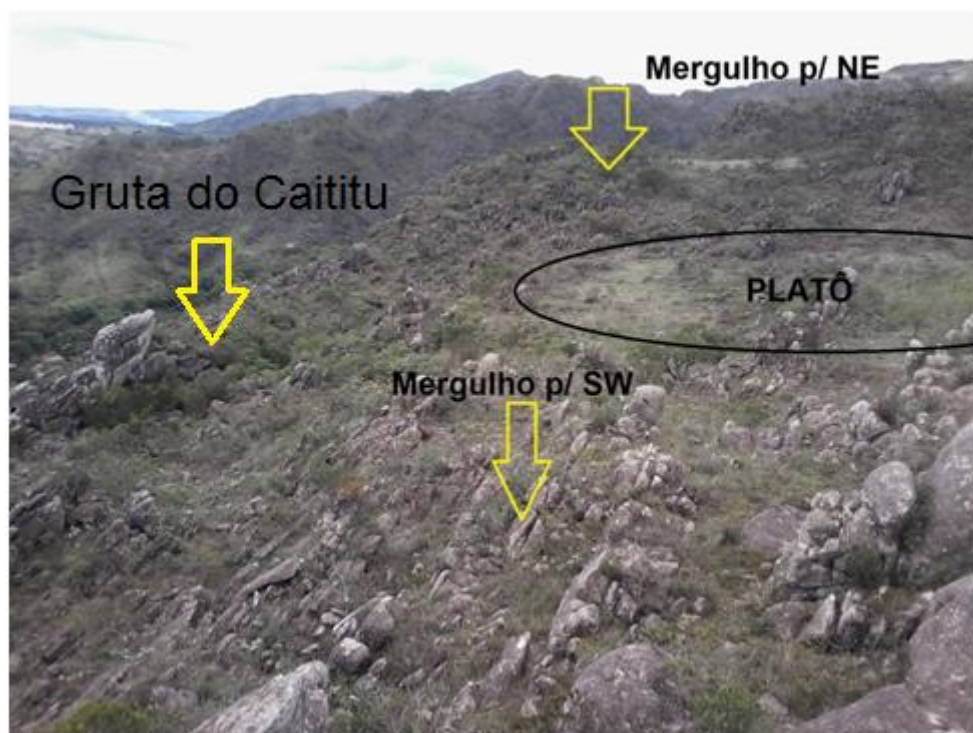


Figura 6: Área de tomada de medidas no alto da vertente, indicações: platô, sentido dos mergulhos e localização da Gruta do Caititu

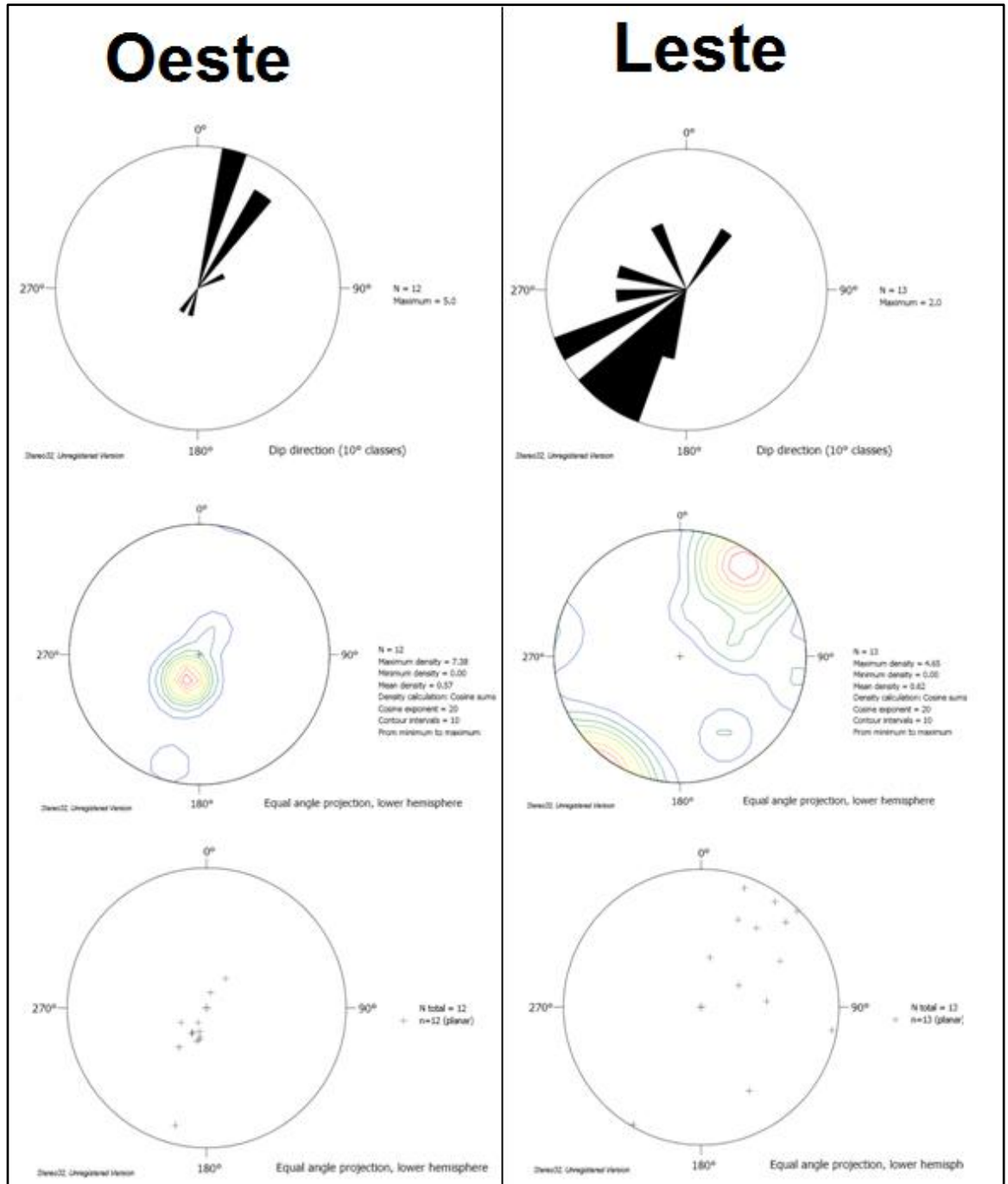


Figura 7: Diagramas dos planos de acamamento do alto da vertente.

Os diagramas gerados, com os planos de fratura, no alto da vertente, demonstram uma predominância do sentido para NW–SE, e mergulho para NE–SW (fig. 8). As medidas foram tomadas na mesma área em que os planos de acamamento foram medidos.

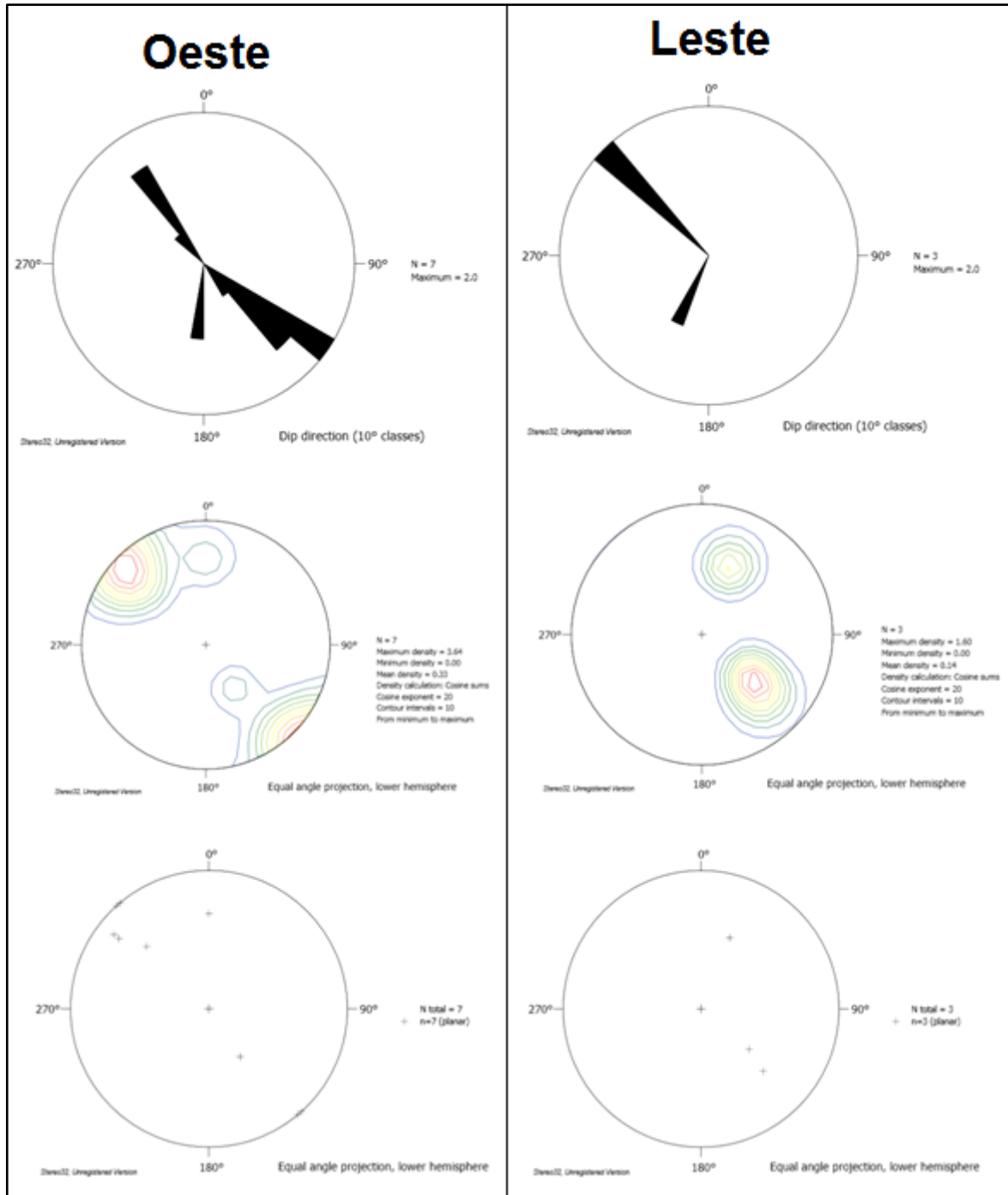


Figura 8: Diagrama dos planos de fraturas do alto da vertente

O cenário dos planos de acamamento e de fratura, no exterior da gruta, demonstra que é exatamente, como registrado no topo da vertente, os planos de acamamento possuem sentido NW-SE com mergulho predominante para NE, e os planos de fratura, possuem sentido NE-SW com mergulho predominante para SW (fig. 9).

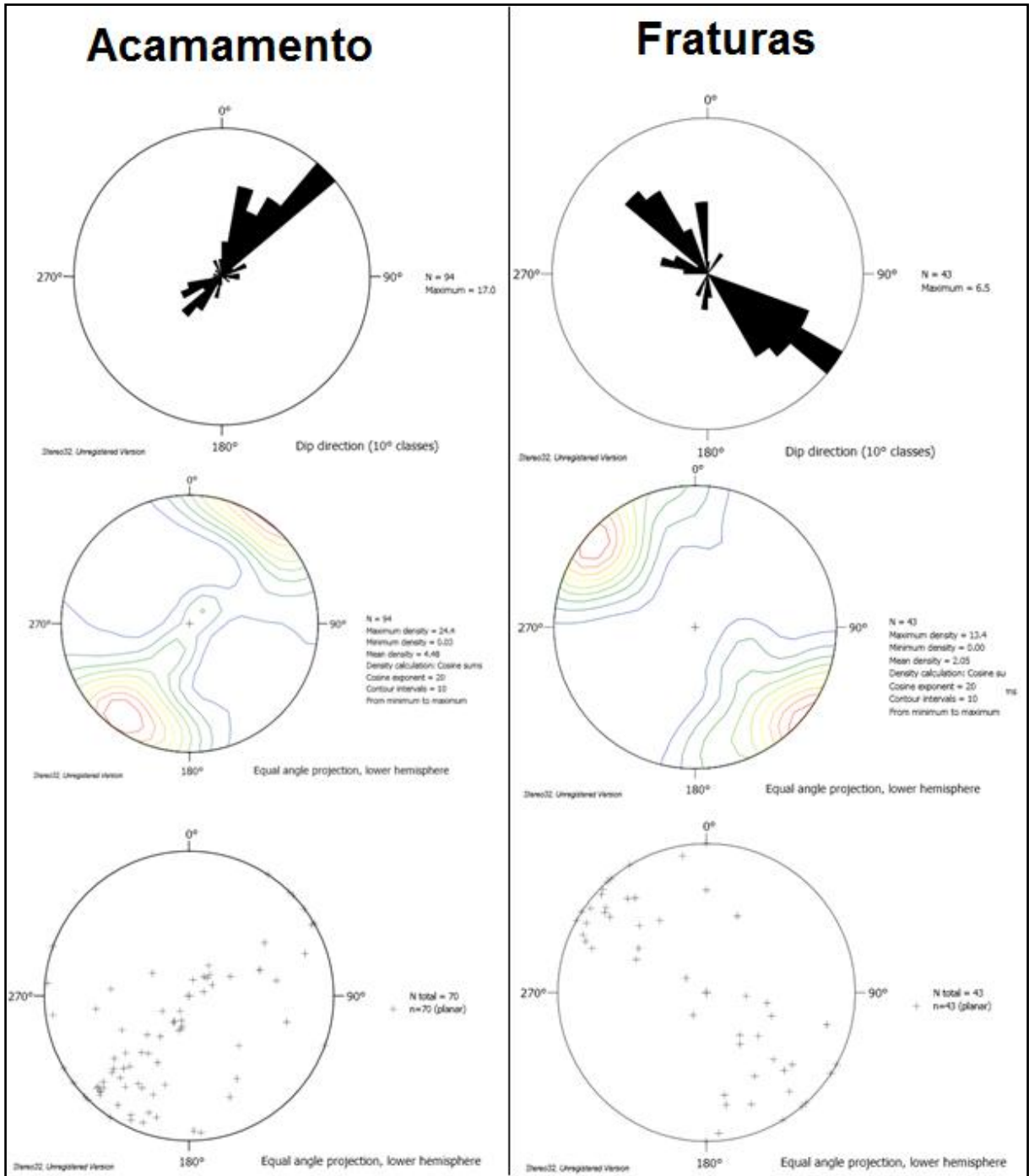


Figura 9: Diagramas dos planos de acamamento e fraturas em toda a área ao redor da gruta.

Discussões

Nas Proximidades do Platô, na porção leste, foram encontradas algumas falhas com mergulho é predominantemente para NE, com sentido para NW-SE, semelhante ao sentido dos planos de acamento e fraturas, possibilitando que alguns dos planos de fraturas encontrados, possam ser oriundos de zona de falhamento, no entanto, com a lixiviação do material podem ser consideradas apenas como fraturas, indicando uma relação entre as falhas

e o desenvolvimento da Gruta do Caititu. Também são encontradas, na área de estudo, evidências entre a morfoestrututra local e o processo de tectonismo, como seixos reorganizados em razão da zona de falha e veios de quartzo deformados e uma zona de cisalhamento no interior da gruta (fig. 10).

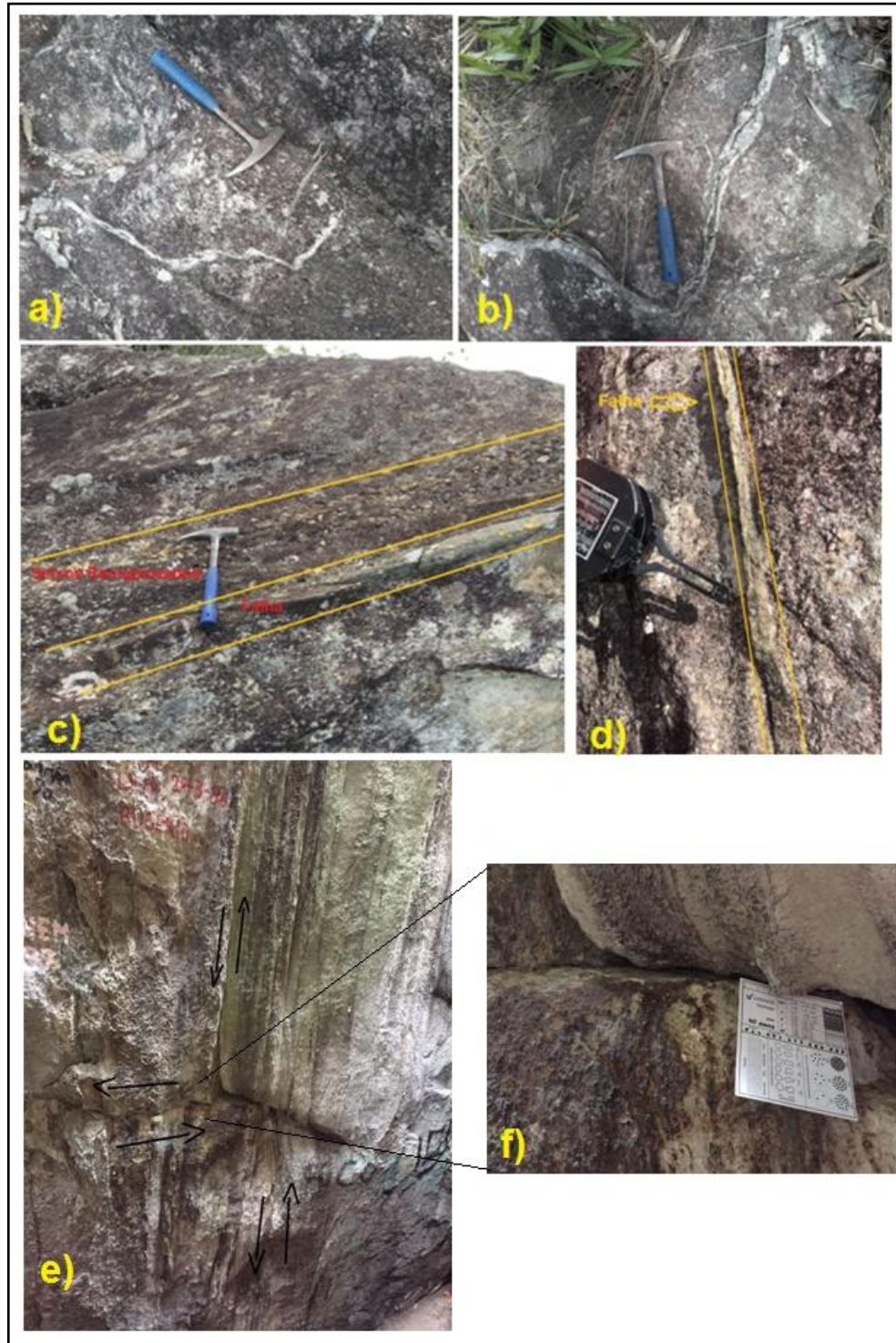


Figura 10: Evidências de atividade tectônica. a e b) Veio de quartzo deformados; c) Seixos reorganizados em razão da zona de falha; d) Falha ; e e f) Zona de cisalhamento no interior da Gruta do Caititu

O sentido, dos planos, tanto de acamamento como de fraturas, apresenta um cenário comum, entre o desenvolvimento da gruta e as condições estruturais externas. De acordo com o resultado dos diagramas, observa-se um eixo entre NW-SE, que corta o eixo da dobra apresentado no diagrama de roseta do plano de acamamento (fig. 10). A gruta por sua vez, desenvolve-se no mesmo alinhamento e também na mesma direção dos planos de acamamento e fraturas externas, visto que o seu desenvolvimento tem direção preferencial NNW-SSE.

Nesse caso, o processo de fraturamento, é um condicionante direto para o encaixamento da drenagem, nas porções mais elevadas da vertente, fazendo com que o sentido da drenagem seja o mesmo dos planos de fraturas. A Gruta do Caititu ocorre na mesma área onde processo de erosão e dissolução é mais atuante, podendo concluir que os planos de acamamento e de fratura estão ligados diretamente com o seu desenvolvimento. Com os perfis topográficos, extraídos com base na hipsometria da área, é possível compreender a morfologia local e a inserção da gruta nesse contexto.

Foram traçados, dois perfis topográficos, partindo dos pontos A-B e C-D, no sentido SW-NE e no N-S respectivamente, com o objetivo de cruzar essas informações (fig. 11) e compreender a morfologia local.

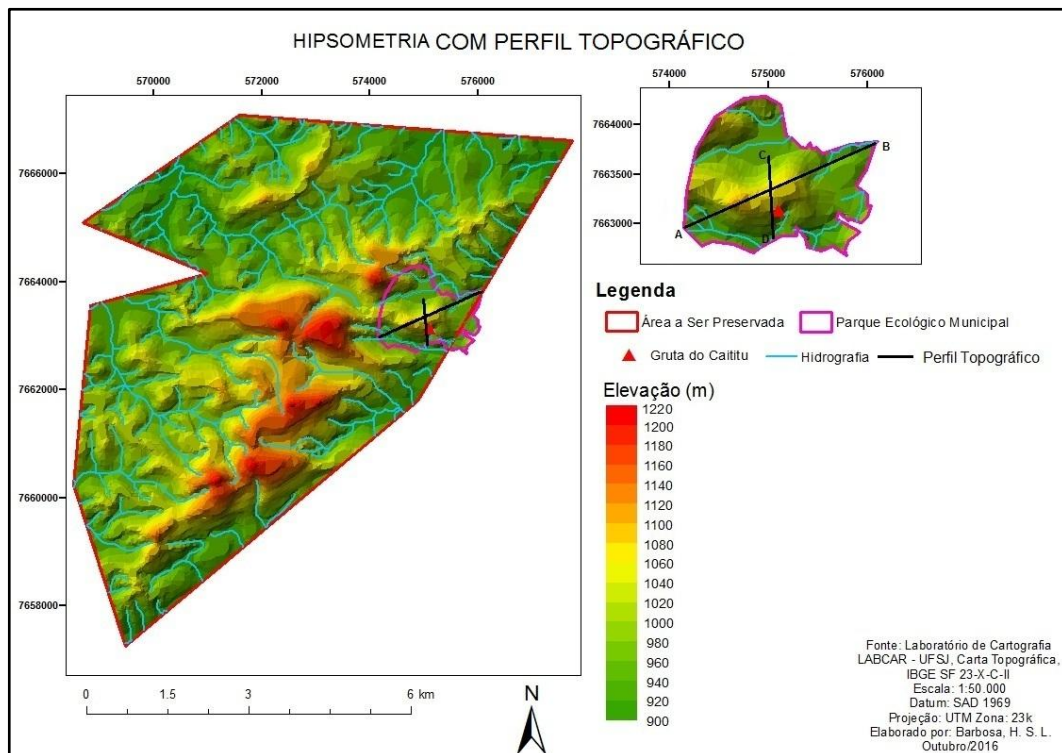


Figura 11: Hipsometria com perfil topográfico

O perfil entre os pontos A-B, apresenta a morfologia, na área de estudo, através desse perfil é possível compreender, as fácies E e W escarpadas, e um platô na região central, demonstrado na figura 12. A drenagem se encaixa através dos planos de fraturas localizados entre as escarpas compostas pelos planos de acamamento. Esse ângulo de análise complementa os resultados obtidos através do diagrama de roseta, que confirma a presença da gruta no mesmo eixo de encaixamento da drenagem.

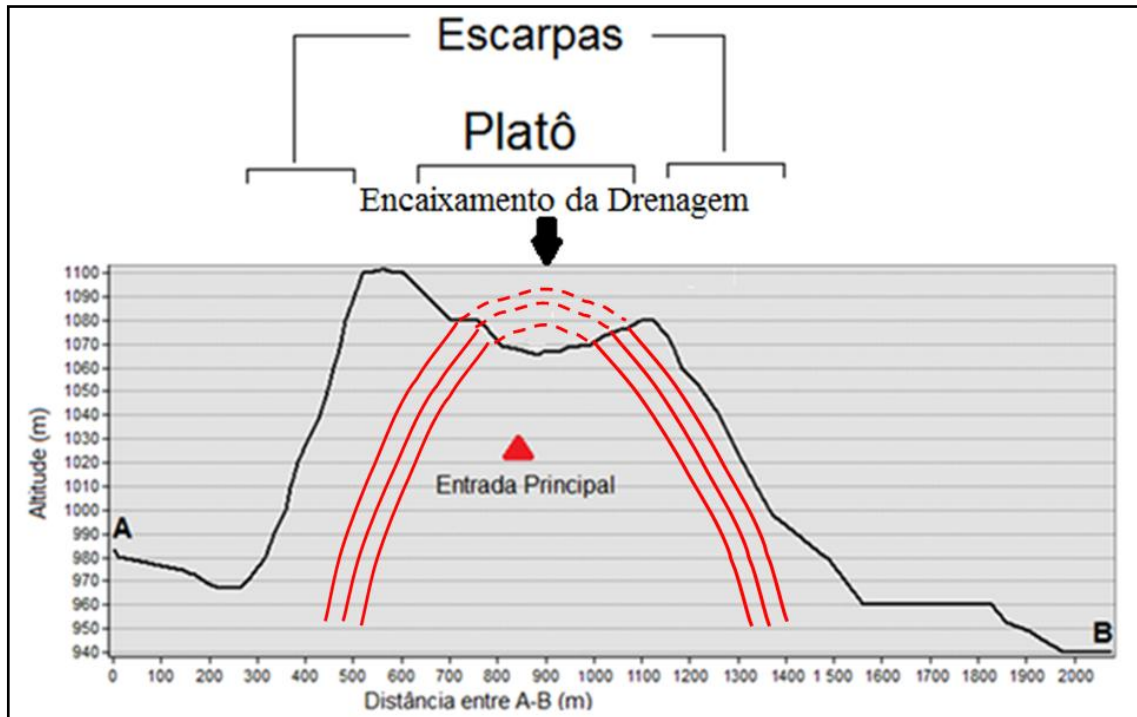


Figura 12: Perfil Topográfico A-B, demonstrando o encaixamento da drenagem entre as escarpas e o mergulho do plano de acamamento.

Na imagem, *Ikonos* com resolução de 5 metros, é possível analisar o platô, apresentado pelo perfil na figura 13, e as fraturas, no mesmo sentido em que a gruta se desenvolve. As linhas da imagem mostram o sentido das fraturas onde há o encaixamento da drenagem.

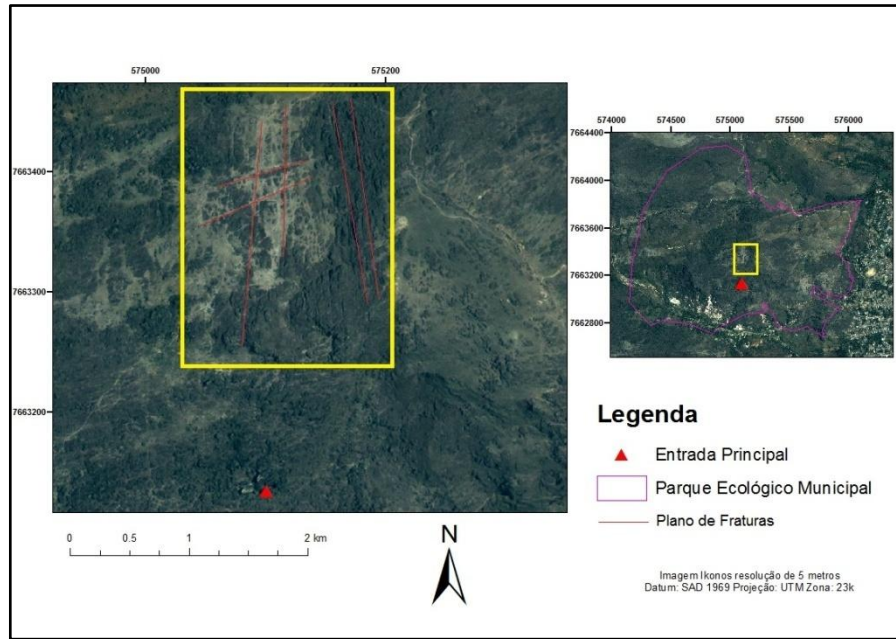


Figura 13: Plano de Fraturas no platô da vertente

O perfil entre os pontos C-D (fig. 14), mostra o declive, acentuado e contínuo, em que a gruta está inserida. A partir do interflúvio, voltado para a porção sul, também pode-se compreender a dinâmica fluvial que atua no local. Indicando que também pode haver uma relação entre, o gradiente hidráulico e o desenvolvimento da gruta do Caititu, neste caso, é necessário que pesquisas específicas sejam realizadas para confirmar essa hipótese.

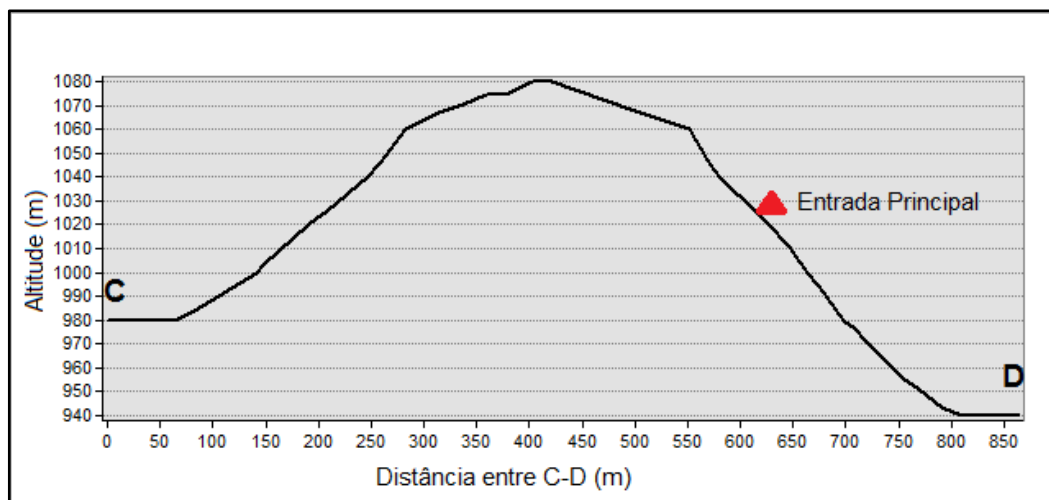


Figura 14: Perfil Topográfico C-D, demonstrando a posição da gruta no perfil da vertente.

No entorno da cavidade, observa-se que os planos de acamamento são interceptados pelo plano de fratura de acordo com o representado na figura 15. As fraturas se desenvolvem com a mesma intensidade e sentido por toda a vertente, confirmando o resultado da análise do diagrama de roseta.



Figura 15: Planos de acamamento em vermelho, plano de fraturas em preto, indicações do interflúvio e do sentido da drenagem.

A gruta está no encontro de 7 entradas diretas do sistema de drenagem, além das clarabóias, que também favorece a entrada do fluxo hídrico na caverna. A planta baixa da cavidade, com seus limites, extraído do mapa da Gruta do Caititu, junto com as indicações do sentido dos desníveis e os locais abruptos, explicam o sentido total da drenagem, no interior da gruta, e também o eixo em que há o encaixamento da drenagem (Fig. 16).

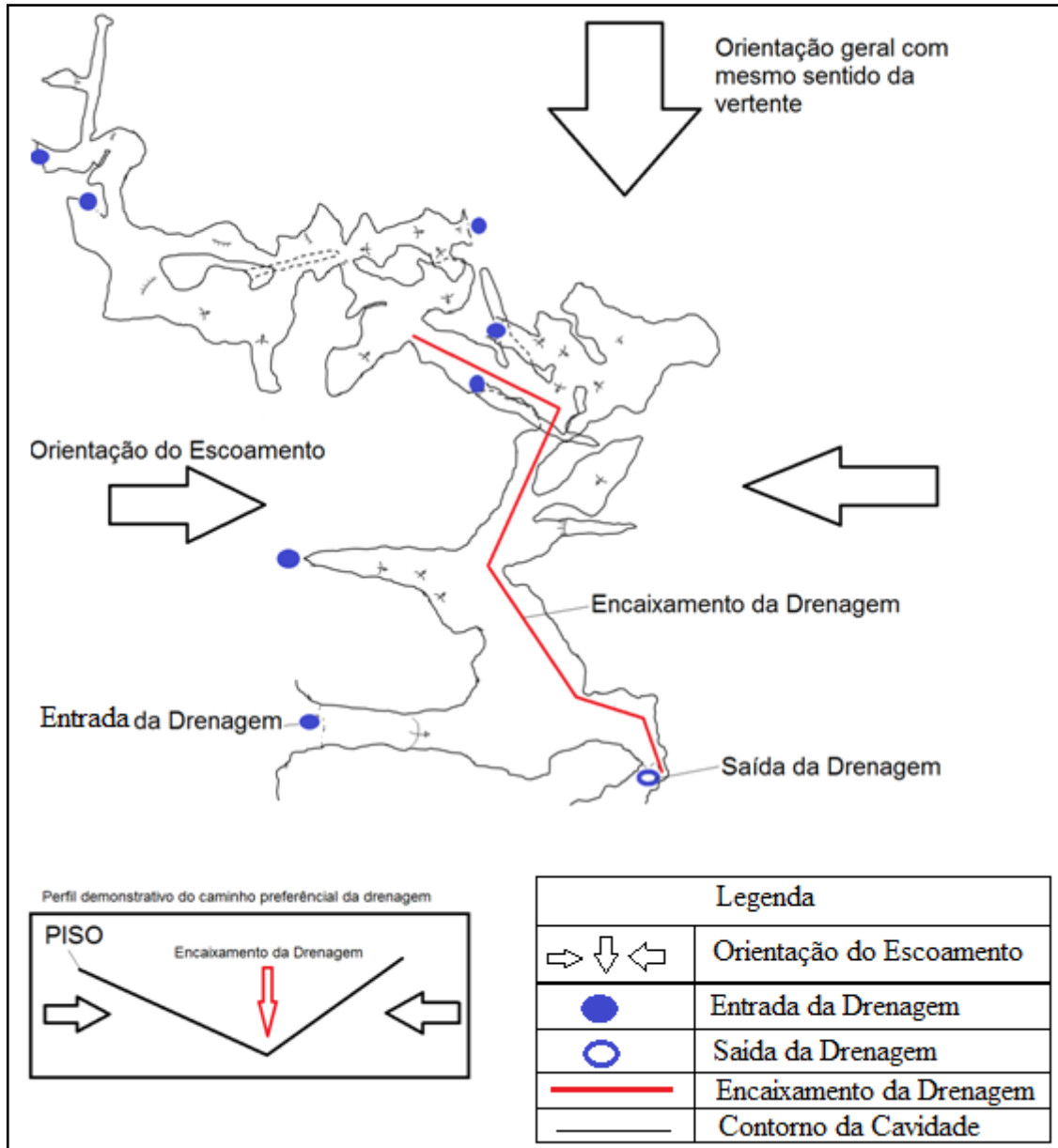


Figura 16: Contorno da cavidade com as entradas, saída e o eixo da drenagem no interior da gruta.

Considerando as informações estruturais e o encaixamento da drenagem, a figura 16, auxilia no entendimento da organização interna dos blocos, esses são predominantemente os sedimentos clásticos mais comuns, e são compostos por quartzitos seixosos e metaconglomerado (fig. 17). Na porção à montante da gruta, encontram-se imbricados, indicando que o fluxo hídrico foi capaz de transportar esses blocos e que são oriundos do desmonte da estrutura local associado ao eixo da dobra exemplificado na figura 12.



Figura 17: a e b)Blocos imbricados no interior da caverna; c e d)Blocos imbricados na entrada da caverna

Em alguns trechos, sobretudo, onde a drenagem se encaixa, estão depositados os seixos, que aparentam ter relação com a desagregação dos grãos de areia que compõe a litologia, indicando que pode haver um processo de dissolução e erosão atuante na rocha. Os seixos depositados ao longo da gruta são semelhantes aos encontrados, no quartzito que compõe a gruta, no entanto, podem ser de origem autóctone ou alóctone (fig. 18 c,d e e).



Figura 18: a e b) Seixos expostos nos blocos; c, d e e) seixos depositados no eixo da drenagem

Cavidades desenvolvidas nesse tipo de litologia, com algumas exceções, não possuem diversidade expressiva de espeleotemas, por conta da sua composição mineral, na Gruta do Caititu, não é diferente, a diversidade de espeleotema observada é baixa, sendo composta apenas coralóides (fig. 19).



Figura 19: Coralóides

Além da exposição dos seixos, os alvéolos, são indicadores mais comuns de quais tipos de processo de dissolução, podem ter influencia com o desenvolvimento da cavidade.

Essas feições são encontradas comumente no exterior da cavidade, no entanto em algumas entradas também é possível observar essa feições (fig.20).



Figura 20: Alvéolos

5 . CONSIDERAÇÕES FINAIS

As medidas realizadas ao redor e no interior da gruta, comparando tanto o sentido dos planos de acamamento como os de fraturamento, explicam muito bem os aspectos geoestruturais que parecem condicionar o desenvolvimento da Gruta do Caititu. Assim, é possível compreender que os sentidos dos planos medidos e o de desenvolvimento da gruta são idênticos, possibilitando observar que as condições são favoráveis para o desenvolvimento da caverna. As evidências encontradas no local, tais como falhas, reorganização dos grãos em zonas cisalhantes, e mergulho das camadas, apontam para um possível controle estrutural no desenvolvimento da caverna. De acordo com os resultados obtidos através do diagrama de roseta e da análise de imagens orbitais, observou-se que a Gruta do Caititu tem o mesmo sentido dos planos de fraturamento, e que esses planos encontram-se no eixo de uma possível dobra.

O desenvolvimento linear da Gruta do Caititu de 159,75 m é um valor considerável, de acordo com o ambiente em que se encontra, mostrando que há necessidade de que pesquisas mais profundas sejam realizadas nessa gruta, a fim de se obter uma compreensão maior sobre a espeleogênese dessa cavidade e contribuir com o desenvolvimento científico nessa área do conhecimento, que envolve cavidades desenvolvidas em rochas não carbonáticas. Também é preciso compreender que existem poucos estudos sobre cavidades nesse, na região de São

João Del Rei, visto que há apenas a gruta Casa da Pedra, cadastrada nessa região e portanto nenhuma caverna em quartzito.

4 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AULER , A; PILÓ, L. **Geoespeleologia**. In:li Curso De Licenciamento Ambiental.[Apostila]. Centro Nacional De Pesquisa E Conservação De Cavernas – Cecav. 2011, p. 25

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

CRUZ, J. B. **Levantamento Espeleológico: Prospecção, Identificação E Caracterização De Cavernas Naturais Subterrâneas No Lajedo Do Arapuá, Felipe Guerra/Rn, Tendo Como Suporte As Geotecnologias**. 2008. 123 f. Monografia (Especialização) - Curso de Bacharel em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

FABRI, F. P. **Estudo Das Cavernas Quartzíticas Da Região De Itambé Do Mato Dentro, Serra Do Espinhaço Meridional - MG**. 2011. 211 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/MPBB-8PTFWN>>. Acesso em: 26 out. 2016.

FIGUEIREDO, L. A. V. de; **História da Espeleologia Brasileira: Protagonismo e Atualização Cronológica**. In: 31º CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. Ponta Grossa, 2011. p. 379-395. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais31cbe/31cbe_379-395.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.

HARDT, R.; RODET, J; PINTO, S. dos A. F. **O Carste. Produto De Uma Evolução Ou Processo? Evolução De Um Conceito**. Revista de Geografia, Recife, v. 27, n. 3, p.110-124, set. 2010. Especial VIII SINAGEO. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewArticle/388>>. Acesso em: 26 out. 2016.

KARMANN, I. **Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica**. In: TEIXEIRA, Wilson (Org.). Decifrando a terra. São Paulo: Oficina de Texto, 2001. p. 116-166.

LOBO, H. A. S. **Fundamentos Básicos Do Espeleoturismo**. Dourados-ms: Editora Uems, 2014. 179 p. Disponível em: <http://www.uems.br/assets/uploads/editora/arquivos/2_2016-03-11_14-56-21.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cata Topográfica, Folha SF-23-X-C-II-1, Escala 1:50.000, Ano 1975**. Disponível em: <<http://loja.ibge.gov.br/s-o-jo-o-del-rei-ed-1975-imprensa-a-partir-da-digitalizac-o-de-original-existente-no-acervo-da-biblioteca-do-ibge.html>> Acesso em: 01 out de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Portaria n. 057, de 06 de junho de 1997**. Dispõe sobre a criação do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas, e dá outras providências. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV). Legislação espeleológica. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/cecav/index.php?id_menu=159>. Acesso em: 26 out. 2007.

PILÓ, L. B., CASTRO, S. S de. **Morfologia Cárstica E Materiais Constituintes Dinâmica E Evolução Da Depressão Poligonal Macacos-Baú, Carste De Lagoa Santa, MG**. São Paulo, 1998. 283p. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo CD-ROM. Apud, FABRI, F. P. Estudo das cavernas quartzíticas da região de itambé do mato dentro, serra do espinhaço meridional - mg. 2011. 211 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação, Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

Ribeiro A. **Estratigrafia E Paleoambientes Nas Sucessões Metassedimentares Proterozóicas Das Serras Do Lenheiro E São José, São João Del Rei, Sul De Minas Gerais**. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 167 p. 1997.

RESENDE, Maria Leônia Chaves de et al. **Mapeamento Da Arte Rupestre Na Estrada Real**. Revista do Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p.108-125, Não é um mês valido!/Não é um mês valido! 2010. Disponível em: <http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/acervo/rapm_pdf/2010E08.pdf>. Acesso em: 26 out. 2016.

SILVA, A. C.; VIDAL-TORRADO, P.; MARTINEZ CORTIZAS, A.; GARCIA RODEJA, E. **Solos do topo da Serra São José (Minas Gerais) e suas relações com o paleoclima no sudeste do Brasil.** *R. Bras. Ci. Solo*, v. 28, p. 455-466, 2004.

ZOGBI, L. **Curso Básico de Topografia de Cavernas.** Meandros Espeleo Clube. 21 f. 2012.