

PANORAMA GEOESPELEOLÓGICO DAS GRUTAS ARENÍTICAS DA SERRA DE ITAQUERI, SP

GEOSPELEOLOGICAL OVERVIEW OF THE SERRA DE ITAQUERI SANDSTONE CAVES

Luiz Fernando de Mello Montano, João Paulo Soares de Cortes, Leandro Ballarin Vieira, Sergio Leandro Vieira de Toledo, Yuri Fernando Parra Castilho & André Santiago Martins de Andrade.

Espeleo Grupo de Rio Claro (EGRIC), Rio Claro SP.

Contatos: mellomontano@yahoo.com.br; decortesjps@gmail.com; vieirabl@yahoo.com.br; sergiolvt@yahoo.com.br; yuri_castilho@hotmail.com; andrezinho.santiago@yahoo.com.br.

Resumo

A Serra de Itaqueri corresponde ao front de cuestras da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, situada entre os municípios de Itirapina e Ipeúna no Estado de São Paulo. Nela ocorrem diversas cavernas desenvolvidas em arenitos eólicos da Fm. Botucatu. Essas cavernas normalmente não possuem dimensões superiores a 35 m de projeção horizontal e são formadas predominantemente por um único salão em formato de abóboda com boca em formato de arco, sendo que exceções localizadas não se enquadram nessas características. Em maior ou menor quantidade, todas as cavernas apresentam uma intrigante variedade de espeleotemas, representados basicamente por coralóides e diminutas estactites compostos por sílica e carbonato. Localmente ainda é possível se observar relictos de anastomose e cúpulas de dissolução que evidenciam parte de um possível processo de dissolução da rocha encaixante.

Palavras-Chave: Cavernas na Serra de Itaqueri-SP; morfologia de grutas em arenito; espeleotemas em rochas não carbonáticas.

Abstract

The Itaqueri Hills represent a front of cuesta scarps in the eastern border of Paraná Sedimentary Basin, situated between Itirapina e Ipeúna cities in the State of São Paulo, Brazil. The hills hold an intriguing set of karstic features placed in sandstone rocks, represented there by the Botucatu Formation. The caves of Itaqueri Hills are usually small. Most of them are represented by a single chamber, do not exceed 35 m of horizontal projection and have arc shaped mouths. To a greater or lesser extent, all cavities have a significant number of speleothems, represented by cave corals and tiny stalactites and constituted by silica and calcium carbonate. In a few caves it is possible to observe relicts of anastomosis and dissolution features, most exhibiting cupola-like morphologies, suggesting dissolution as the main mechanism acting in the caves development.

Key-Words: Serra de Itaqueri caves; Sandstone caves morphology; non-carbonatic rock's speleothems.

1. INTRODUÇÃO

O A Serra de Itaqueri corresponde ao *front* de cuestras da borda Leste da Bacia Sedimentar do Paraná, situada entre os municípios de Itirapina e Ipeúna no Estado de São Paulo. A evolução destes terrenos remete ao avanço do processo de circundesnudação pós-Cretácea responsável pela formação da Depressão Periférica Paulista e consequentemente do recuo erosivo das escarpas que configuram o *front* do referido sistema de cuestras (Ab´Saber, 1969).

As cavernas da Serra de Itaqueri têm sido amplamente explorado nas últimas décadas pelo EGRIC (Espeleo Grupo Rio Claro), que tem ali uma

área de pesquisa e treinamento, com alto potencial espeleológico em cavidades desenvolvidas em arenito, utilizando-a como campo escola.

Muitos trabalhos têm sido realizados pelo EGRIC e por outros pesquisadores, na referida serra, incluindo propostas em relação à gênese das cavidades, estudos de caracterização do carste e relatórios de prospecção espeleológica. Apesar disso, a região ainda carece de um estudo sistemático que apresente o resultado dessas pesquisas e proponha novos tópicos a serem explorados, de modo a incentivar o avanço dos conhecimentos geoespeleológicos nessa porção da Bacia Sedimentar do Paraná.

Este trabalho busca traçar um panorama da evolução dos estudos realizados nas últimas décadas, além de apresentar os resultados de pesquisas mais recentes, realizadas pelo EGRIC, com enfoque nos resultados dos trabalhos de prospecção, topografia e caracterização das cavidades.

1.1 Localização

A Serra de Itaqueri abrange parte dos municípios de Ipeúna e Itirapina, no interior do Estado de São Paulo, distando cerca de 200 km da sua capital.

O acesso à área pode ser feito através da rodovia Washington Luiz até a cidade de Rio Claro, de onde deve-se seguir pela rodovia vicinal SP-191 até o município de Ipeúna (Figura 1). A locomoção dentro da área de estudo é feita por estradas secundárias não asfaltadas, abundantes em decorrência do grande número de plantações de cana e eucalipto, bem como por trilhas e/ou caminhadas em meio à mata nativa.

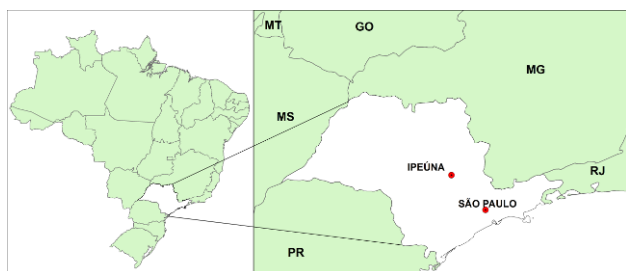


Figura 1 - Mapa de localização. Em vermelho destaca-se o município de Ipeúna (região de entorno da área de estudo) e a capital do Estado.

1.2 Aspectos Fisiográficos

A Serra de Itaqueri está localizada em uma área de transição entre matas semidecíduas e enclaves de cerrado. Atualmente a cobertura vegetal nativa dessa região é representada por pequenos remanescentes de mata próximos do *front* da cuesta arenito-basáltica ou outros reduzidos fragmentos, já que a maior parte da cobertura original foi removida para ocupação antrópica e o terreno destinado às monoculturas de cana de açúcar e eucalipto (Corvalán, 2005).

O clima da região é caracterizado por invernos secos e verões quentes, com cerca de 80% da precipitação pluviométrica anual concentrada nos meses de outubro a março e temperatura média anual de 19°C (Nimer, 1977).

A proposta de compartimentação do relevo paulista, feita por Almeida (1964) e corroborada por estudos posteriores (Ponçano *et al.*, 1981, Ross;

Moroz, 1997), divide o estado de São Paulo em cinco províncias geomorfológicas: Província Costeira, Planalto Atlântico, Depressão Periférica, Cuestas Arenito-basálticas e o Planalto Ocidental (Figura 2).

A província das Cuestas Arenito-basálticas compreende derrames de magmatismo básico que atuaram como capa de atenuação dos processos intempéricos das formações areníticas subjacentes, menos resistentes, gerando um relevo assimétrico de escarpas festonadas e reverso com suave inclinação rumo ao depocentro da bacia (Zalán *et al.*, 1990). A área em questão está localizada nesta província, sendo que as cavernas conhecidas até o momento ocorrem principalmente nos *fronts* junto à transição com a Depressão Periférica. São encontradas ainda depressões no reverso das cuestas.

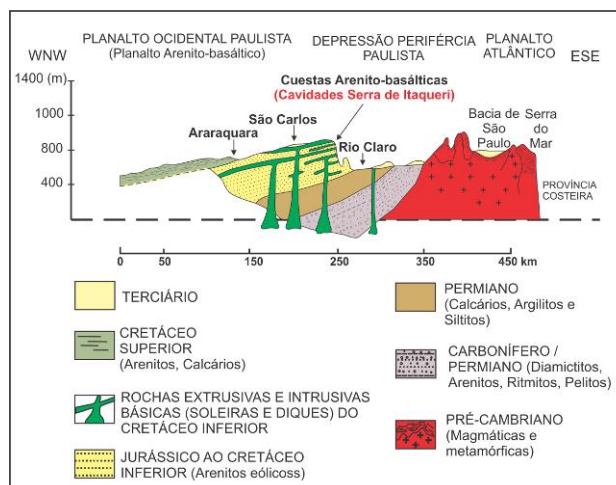


Figura 2 – Perfil geomorfológico de São Paulo - Modificado de Ab'Saber (1956).

1.3 Contexto Geológico Regional

A área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, a qual compreende uma vasta área sedimentar dentro do continente sul-americano, recobrando porções do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (Milani *et al.*, 2007). Apresenta um formato alongado na direção NNE-SSW, com aproximadamente 1.750 km de comprimento e largura média de cerca de 900 km.

Na região de estudo ocorre exposição de parte do pacote sedimentar da Bacia do Paraná, sobretudo rochas de idades Triássica, Jurássica, Eo a Neocretácea, representadas respectivamente pelas Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (Figura 3).

A Formação Pirambóia é constituída por arenitos síltico-argilosos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. De acordo com Dias (2006),

ela compreende depósitos eólicos de dunas e interdunas, com *sets* de estratificação cruzada de tamanhos variados.

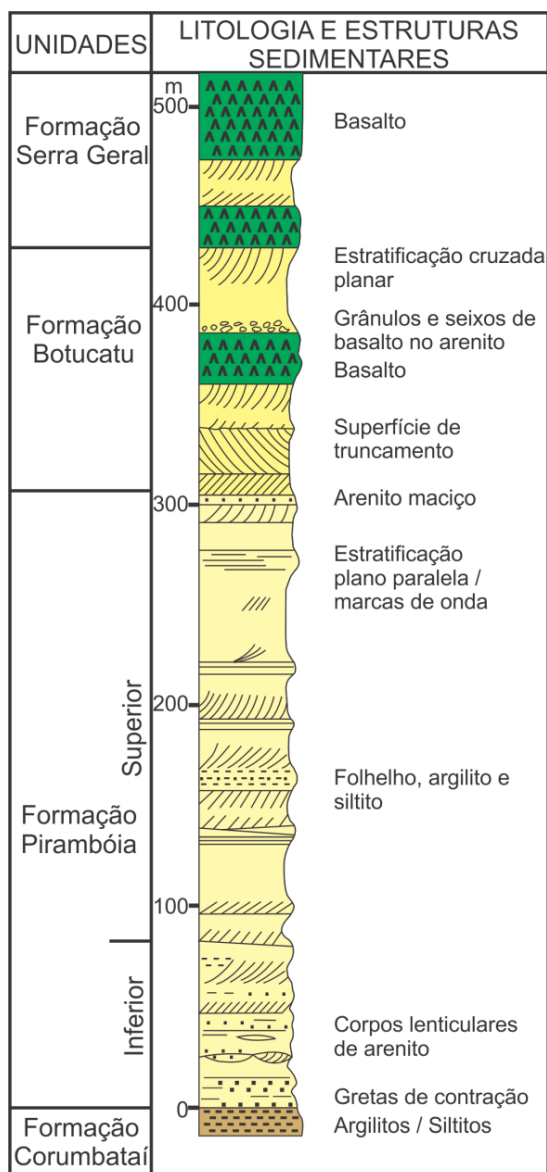


Figura 3 - Coluna estratigráfica simplificada da região de estudo. Modificado de Assine et al., 2004.

Milani (2007) posiciona a Formação Pirambóia na porção final da Supersequência Gondwana I, estabelecida como um ciclo transgressivo-regressivo completo.

A Formação Botucatu, a qual hospeda as cavernas em estudo, é constituída por arenitos eólicos sotopostos pelos derrames da Formação Serra Geral. Essas duas formações representam o Grupo São Bento de Schneider *et al.* (1974), posicionado por Milani (2007) dentro da Sequencia Jurássica-Eocretácica Gondwana III.

A unidade é constituída, quase que totalmente, por arenitos avermelhados de natureza bimodal, finos a médios, geralmente friáveis, compostos por

grãos de elevada esfericidade e aspecto fosco.

Os índices de maturidade mineralógica e textural para os arenitos da Formação Botucatu estão entre maturo (nos subarcóseos) e supermaturo (nos quartzo-arenitos), indicativos de que seus constituintes são derivados de áreas de relevo pouco acentuado, com transporte relativamente prolongado e forte retrabalhamento (Caetano-Chang & Wu, 1992).

A Formação Serra Geral representa a maior manifestação ígnea não oceânica durante o Fanerozóico e uma importante contribuição à geração da crosta continental (Milani *et al.*, 2007). Em termos petrológicos, a unidade é dominada por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo subordinadas quantidades de riolitos e riodacitos (Peate *et al.*, 1992) *apud* Milani (2007).

2. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

Os procedimentos adotados no decorrer deste estudo incluíram:

I – Topografia das cavernas: O mapeamento topográfico das cavernas foi realizado com grau de precisão BCRA – 4D, usando bússolas e clinômetros suunto com grau de precisão 1,0 e os perfis em seções longitudinais e transversais às feições de interesse.

II – Vetorização de mapas topográficos das cavernas: envolveu a vetorização de mapas topográficos e seções, efetuados com auxílio dos softwares Compass®, CorelDraw® e ArcGIS®.

III – Coleta e descrição de espeleotemas: foram coletados espeleotemas nos locais onde ocorrem em maior proporção e com o menor impacto visual possível, sob autorização do SISBIO Nº 38492-1.

IV – Integração dos dados: compilação dos dados levantados em campo, interpretação e discussão dos resultados.

3. RESULTADOS

3.1 Evolução do conhecimento geoespeleológico na Serra de Itaqueri

A Serra de Itaqueri está inserida na província espeleológica arenítica Serra Geral, definida por Martins (1985). Trabalhos pioneiros realizados por Wernick *et al.* (1973), Collet (1982), Veríssimo; Spoladore (1994) e Riccomini *et al.* (1996) abordaram aspectos geoespeleológicos da Serra de Itaqueri e descreveram as características geológicas

da Gruta do Fazendão e o potencial arqueológico da área ao seu redor.

Mais recentemente, Ribeiro *et al.* (1994, 1997, 2001, 2005) e Hardt (2003, 2009 e 2011) apresentaram características do regime tectônico e propostas evolutivas para as cavidades encontradas nessa região. Segundo Wernick *et al.* (1973), a Gruta do Fazendão apresenta controle estrutural condicionado por um sistema de fraturamento com direção preferencial NE-SW e NW-SE e propõe que o desenvolvimento das cavidades da Serra de Itaqueri são resultado da infiltração e escoamento de águas superficiais nas proximidades das escarpas, ao longo dos planos de diaclasamento, com conseqüente remoção e dissolução do material arenoso. O autor ainda afirma que a gênese dessas grutas é um processo recente e regional, não dependente da natureza estratigráfica do arenito onde se desenvolve.

Veríssimo; Spoladore (1994) reafirmam o controle estrutural da Gruta do Fazendão e complementam as interpretações mostrando que a galeria principal dessa cavidade está controlada por uma falha subvertical, de movimentação dextral (sentido horário) de direção NE e pequeno rejeito. Os mesmos autores também concluem que a gênese da gruta é recente, a partir do Pleistoceno Médio, porém não apresentam datações geocronológicas absolutas e também não observam evidências diretas dos primeiros estágios de desenvolvimento, apenas etapas posteriores de alargamento sob condições vadasas.

Baseando-se nas observações de Szczerban; Urbani (1974) e Martini (1979) *apud* Veríssimo & Spoladore (1994) concluem que existiu uma fase de dissolução inicial ao longo dos contatos entre os grãos (*arenitization*), favorecido pela existência de descontinuidades na rocha. Isso leva ao processo de retirada dos grãos mecanicamente, conhecido como *piping*. A água promove o alargamento destes condutos, uma vez criado um conduto primário e principal, aproveitando-se dos planos de fraqueza.

Ribeiro *et al.* (1994, 1997, 1999, 2001, 2005), apresentam uma série de trabalhos com enfoque no controle estrutural das cavidades da Serra de Itaqueri e estabelecem que a gênese e evolução dessas cavernas são condicionadas por estruturas rúpteis pós sedimentares, condições geomorfológicas, estratigráficas e climáticas e concluem que as dimensões são determinadas pela orientação, penetratividade e densidade do fraturamento.

Coube a Hardt (2003) apresentar efetivamente as primeiras propostas de um sistema cárstico para a região da Serra de Itaqueri, quando registrou na

literatura a presença de relevo ruiforme, cânions e dolinas de dissolução nessa região. Hardt (2009) concretiza suas observações sobre o sistema cárstico da Serra de Itaqueri e propõe efetivamente que o carste pode se desenvolver em rochas não carbonáticas.

Por fim, Hardt (2011) apresenta uma nova proposta para a gênese da Gruta do Fazendão, que em maior ou menor grau pode ser atribuída às demais cavidades da região. Este autor sugere que a coalescência de alvéolos registra um momento duradouro de ação do lençol freático em meio à rocha encaixante, quando as águas agiram permitindo a corrosão do material e sua remoção pela movimentação do lençol freático gerando espaços, naquele momento, ainda preenchidos por água.

A presença de cúpulas de dissolução evidencia o rebaixamento do lençol freático e nessa fase se instalou um fluxo regular. Esse rebaixamento se reflete na morfologia da gruta, uma vez que a formação dos principais salões está ligada à instabilidade gerada após tais oscilações no nível do lençol freático. Hardt (2011) afirma que até o momento desses colapsos a caverna ainda não havia encontrado uma abertura exterior, que se dá apenas a partir da incisão do vale pelas drenagens atuais, pois de outra forma não seria possível explicar a presença de uma antiga cúpula de dissolução na entrada da Gruta do Fazendão.

3.2 Caracterização das cavernas da Serra de Itaqueri

Atualmente há doze cavernas na Serra de Itaqueri, das quais dez já eram previamente conhecidas e dois abrigos (Vaca Rolada e Vista da Casa) foram encontradas durante as etapas de prospecção. Estas cavernas variam de pequenos abrigos e/ou tocas a cavernas com dimensões consideráveis (Figura 4 e Tabela 1), tal como a Gruta do Fazendão, a maior cavidade da área com cerca de 285 m de projeção horizontal.

As cavernas da Serra de Itaqueri, conhecidas até o presente momento, estão confinadas em uma área de apenas 3,0 km² no vale do Córrego da Lapa e alguns de seus tributários, além de algumas ocorrências a nordeste desse córrego, próximo da Fazenda Rochedo, onde ocorre a gruta de toponímia homônima.

Todas as cavernas da Serra de Itaqueri desenvolvem-se em arenitos da Fm. Botucatu, caracterizados como quartzarenitos de coloração marrom avermelhado e também creme, compostos

essencialmente por quartzo e plagioclásio (Figura 4). Há variação no grau de esfericidade dos grãos entre as lâminas, mais de forma geral são sub-arredondados/sub-angulosos e apresentam boa seleção. O arenito é grão-suportado, havendo silicificação nos interstícios/poros da rocha.

momento não identificou-se nenhuma fácies rochosa que seja mais propensa ao desenvolvimento dessas cavidades. Segundo Hardt (2011) essa característica está atrelada apenas a estabilidade do lençol freático que atuou por um período suficiente para o desenvolvimento dessas cavernas.

Tabela 1 – Síntese das Grutas da Serra de Itaqueri-SP.

Cavidade	Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)
Gruta do Fazendão	284,94	5,20
Boca do Sapo	120,00	4,00
Abrigo da Glória	51,24	5,00
Gruta do Paredão	40,13	1,75
Gruta do Rochedo	39,88	3,20
Gruta das Abelhas	37,75	2,00
Gruta do Ninho	35,27	5,10
Gruta do Fóssil	29,15	1,20
Abrigo Vista da Casa	17,35	2,40
Abrigo da Vaca Rolada	16,18	4,80
Abrigo Bauru	5,76	0,00
Toca do Gigante	3,5	0,00

Apesar de todas as cavidades estarem localizadas próximo da cota 850m, até o presente

A maior parte das grutas da região é caracterizada por apresentar um único salão, onde suas dimensões médias variam de 5,0m (Abrigos do Bauru e Vista da Casa) a 30m de comprimento (Figura 5). As grutas do Fazendão e da Boca do Sapo são as maiores da região e possuem salões de até 90m (Figura 5D e D; Figura 6 – Seção Longitudinal B-B’), sendo também as únicas a apresentarem pequenas ramificações em seus condutos.

A morfologia dos condutos varia entre o formato de “arco” e “semi-triangular” (Figuras 06, 07, 08 e 11). Os condutos em formato de arco ocorrem em todas as cavidades da Serra de Itaqueri, já os condutos em formato semi-triangular foram observados localmente apenas nas cavernas Abrigo da Glória e Gruta do Rochedo (Figura 8 – perfis transversais B-B’, C-C’ e Figura 11 – perfil transversal B-B’).

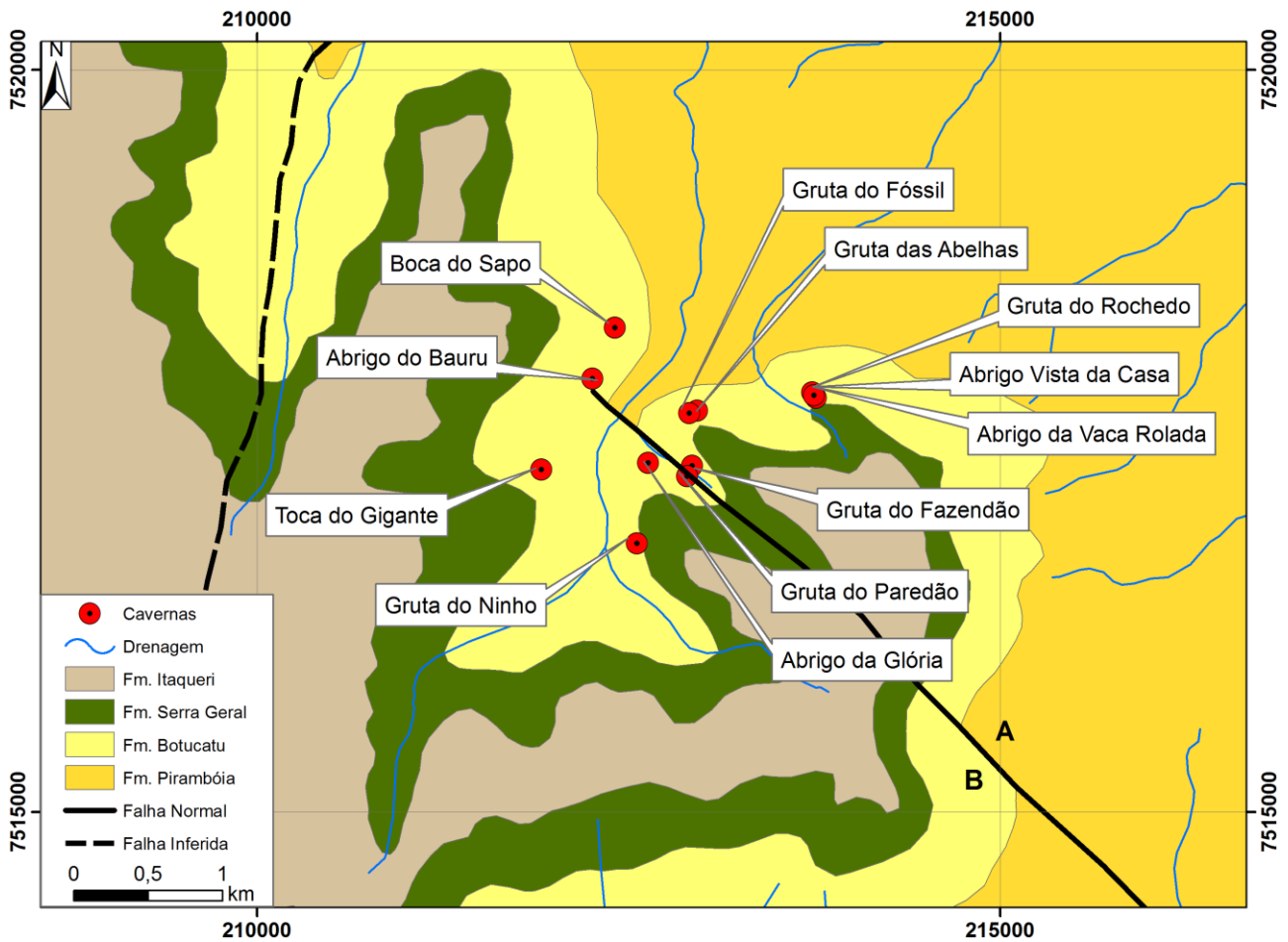


Figura 4 – Mapa Geológico da região com localização das cavernas.



Figura 5 – Principais grutas da Serra de Itaqueri e novas cavidades encontradas; A) Aspecto geral do Abrigo da Vaca Rolada com teto recoberto por coraloídes; B) Morfologia interna da gruta do Ninho. Seta amarela indica a posição lateral da entrada da boca da gruta; C) Entrada em formato triangular da gruta do Ninho; D) Salão da Gruta do Fazendão evidenciando amplitude do mesmo (Foto: Alexandre Lino); E) Gruta da Boca do Sapo mostrando imponente pórtico de entrada em formato de arco.

A Gruta do Ninho é a única cavidade da região que não apresenta entrada em formato de arco, e sim em formato triangular com base de 2,0 m de largura e 9,0 m de altura. A entrada dessa gruta é perpendicular ao desenvolvimento principal da caverna (Figura 5B e C e Figura 7 – perfil transversal A-A’).

A delgada parede que promove a divisão entre o meio interno e externo da gruta não possui mais que 3,0m de espessura (Figura 5 A e B) e elucida

claramente que caso tivesse ocorrido o abatimento dessa parede a caverna também teria assumido uma boca em formato de arco como observado nas demais cavidades da região. A singularidade desta gruta pode sugerir que esteja preservada ali uma etapa prévia do processo de desenvolvimento descrito por Hardt (2011) onde não ocorreu ainda o desabamento da entrada, o que a tornaria, numa etapa posterior, morfologicamente similar às demais cavidades da região (boca em arco, ampla e com vestígios de desabamento) (Figura 6).

Apesar de Spoladore; Cottas (2007) terem apresentado uma síntese dos principais tipos de ornamentos encontrados em cavidades areníticas, no presente trabalho optou-se por adotar uma denominação simplista no tocante aos espeleotemas, dividindo-os em dois conjuntos: coralóides e estalactites.

Os mais frequentes espeleotemas observados nas cavidades da Serra de Itaqueri são pequenas estalactites e coralóides, enquanto escassos *espeleogens* são observados apenas na Gruta do Fazendão.

As estalactites aqui descritas são registros da deposição de ornamentos com formato cônico, originados pela precipitação de minerais em locais de gotejamento ou escoamento de soluções aquosas e se desenvolvem verticalmente a sub-horizontalmente em relação ao piso da cavidade.

O termo coralóide foi utilizado para descrever uma gama de espeleotemas conhecidos como pipocas de sílica, corais de sílica e couve-flor, por acreditar se tratar de um único tipo de ornamento observado em diferentes estágios de desenvolvimento Spoladore; Cottas (2007).

As estalactites apresentam tamanho médio de 2,0 cm de comprimento e máximo de 8,0 cm e apresentam cor marrom ferrugem e/ou amarelo ocre na terminação do ornamento (Figuras 09A, B, C, D e E). Nos locais onde são mais desenvolvidas

geralmente apresentam base de cor branca a creme claro que dá lugar a ornamentos de cor marrom escuro. Já os coralóides em sua grande maioria apresentam cores variegadas de branco, creme claro a amarelo (Figura 9F). Ensaios preliminares em laboratório com amostras coletadas em algumas cavidades indicaram que ambas são compostas essencialmente por sílica e subordinadamente por carbonato.

Outro tipo de espeleotema encontrado, com área de ocorrência restrita, são raízes calcificadas. Apesar da feição em questão não ter relação direta com a definição de espeleotema, foram incluídos nessa categoria por representar o produto de substituição do material orgânico por carbonato e esporadicamente sílica, mostrando mais uma vez que o processo de dissolução e conseguinte precipitação estão ativos na área. Na Gruta do Rochedo podem ser observados todos os estágios de desenvolvimento deste ornamento, desde o seu estágio inicial, no qual as raízes encontram-se compostas por material orgânico, até o seu estágio final, no qual o material original encontra-se totalmente substituída por carbonato e/ou sílica (?) (Figura 9G e 09H). A Figura 8 traz o mapa topográfico da Gruta do Rochedo, mostrando a disposição das feições apresentadas nas Figuras 09G e 09H ao longo da cavidade (local indicado pela elipse vermelha no mapa da Figura 8).

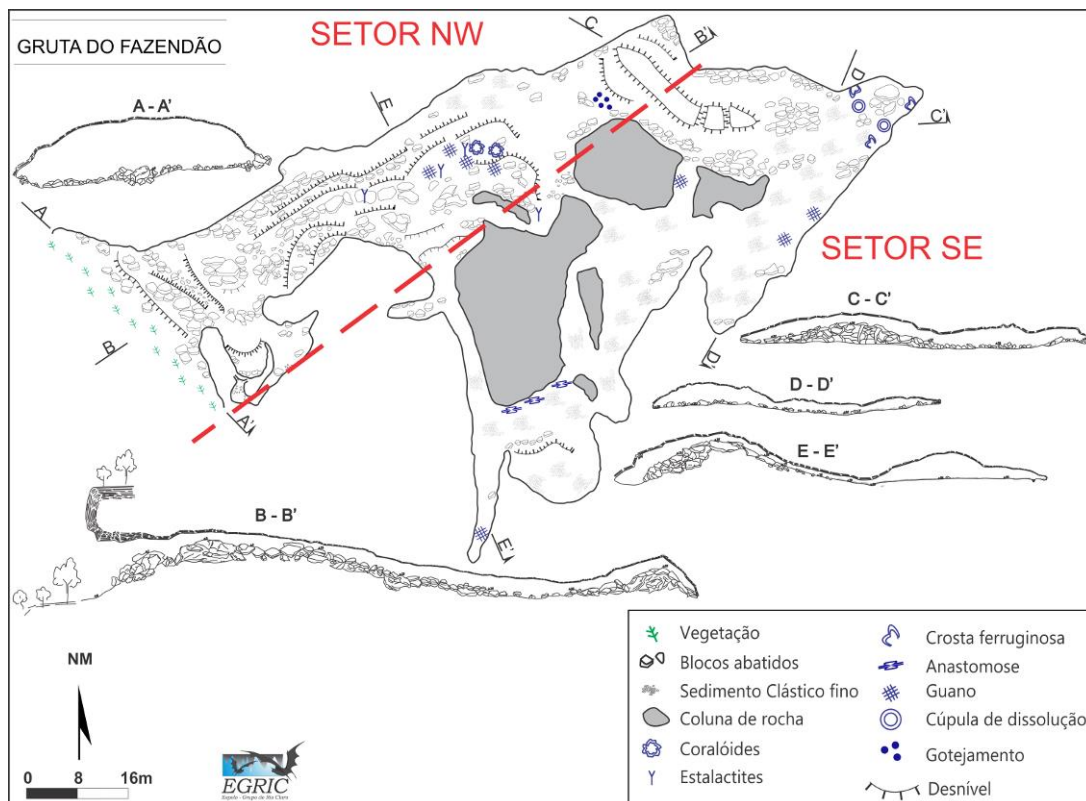


Figura 6 – Mapa topográfico da Gruta do Fazendão.

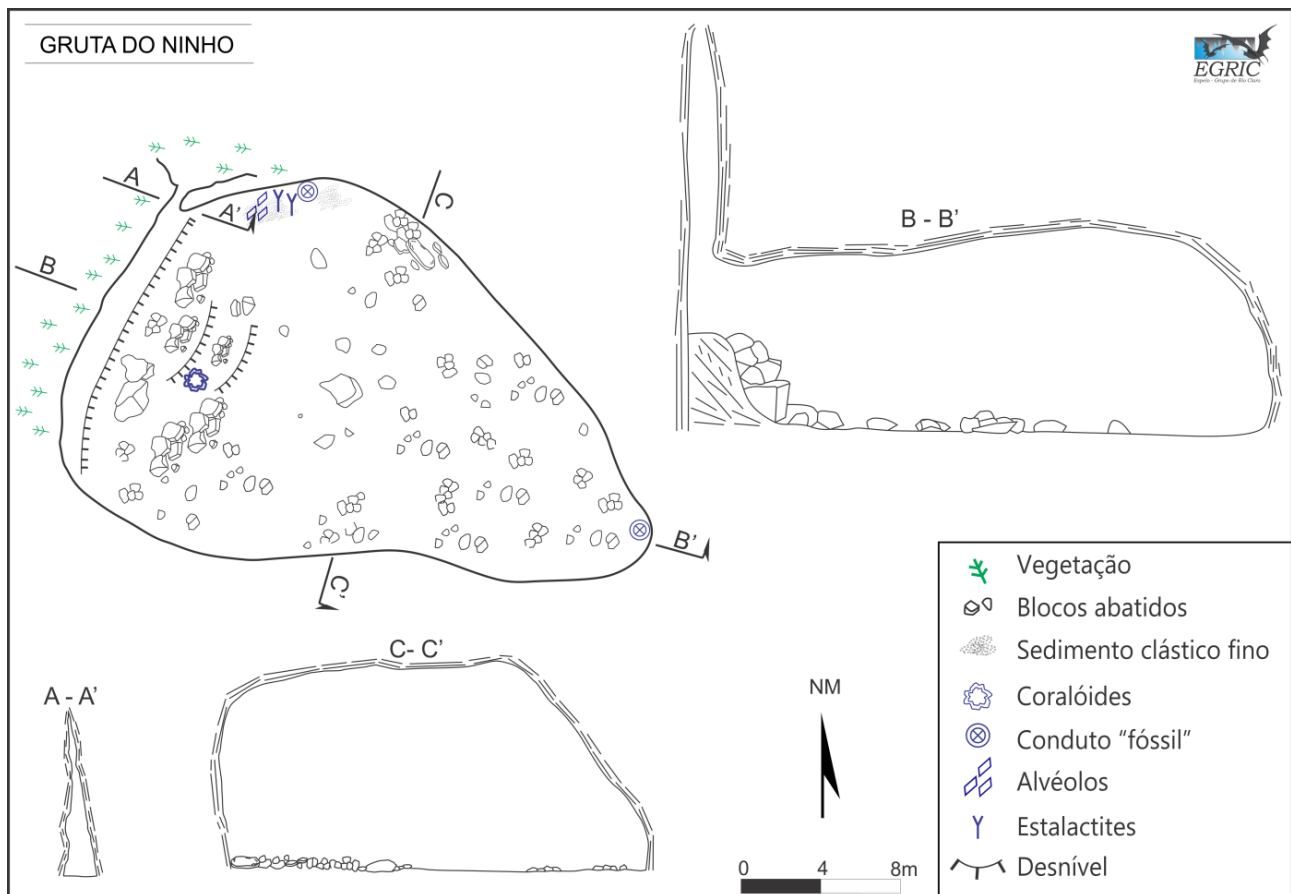


Figura 7 – Mapa topográfico da Gruta do Ninho. Notar que a entrada da gruta ocorre na porção lateral da cavidade.

Outras feições notáveis quanto ao endocarste da Serra de Itaqueri são estruturas que denotam atuação da dissolução da rocha encaixante, materializadas sob a forma de cúpulas de dissolução, anastomose e alvéolos, como já descritas por Hart (2011).

Cúpulas de dissolução são encontradas no teto das grutas do Fazendão, Rochedo e Abrigo da Glória (Figuras 08, 10 e 11), na forma de estruturas circulares até elípticas com raio máximo de 1,0 m e profundidade inferior a 0,2 m. Os melhores exemplares desse tipo de estrutura são observados no setor sudeste da Gruta do Fazendão (Figuras 10A e B). Segundo Hardt (2011), esse tipo de feição ocorre em locais que em algum momento sofreram alagamento. A água, confinada e sobre pressão, penetrou fraturas pretéritas alargando-as através da dissolução, gerando assim tais estruturas.

Também são comuns feições de anastomose e alvéolos. As feições de anastomose são evidentes na Gruta do Fazendão (setor sudeste), no Abrigo do Bauru, Abrigo da Glória e Gruta do Ninho. Normalmente geram feições de corrosão no teto da cavidade e, quando observadas em seu estágio inicial, compreendem reentrâncias fechadas com profundidade muito inferior ao comprimento,

podendo atingir entorno de 1,5 m de comprimento por pouco mais de 0,2 m de profundidade (Figura 10B). À medida que essa feição evolui tais reentrâncias tendem a se coalescer e, em alguns locais onde a dissolução da rocha não foi tão efetiva, observam-se feições reliquias de níveis preteritamente desenvolvidos que, em algumas situações, ficam fixos ao teto apenas por uma delgada base.

Alvéolos distribuem-se de maneira pervasiva em todo o *front* das cuevas arenito-basálticas e em algumas cavidades da região. Quando encontrados junto às cavernas, tendem a serem mais frequentes e proeminentes próximos às entradas, representando feições côncavas que se distribuem paralelamente aos *foresets* das estratificações cruzadas dos arenitos. Como característica principal, apresentam comprimento mais desenvolvido do que a altura e da profundidade e ocorrem desde a escala centimétrica (com maior frequência) até a escala métrica, como pode ser observado na Gruta da Boca do Sapo e no abrigo Vista da Casa.

Em sua grande maioria, não possuem coalescência entre si, porém quando isso ocorre originam microcavidades que refletem sobremaneira o desenvolvimento do carste da Serra de Itaqueri.

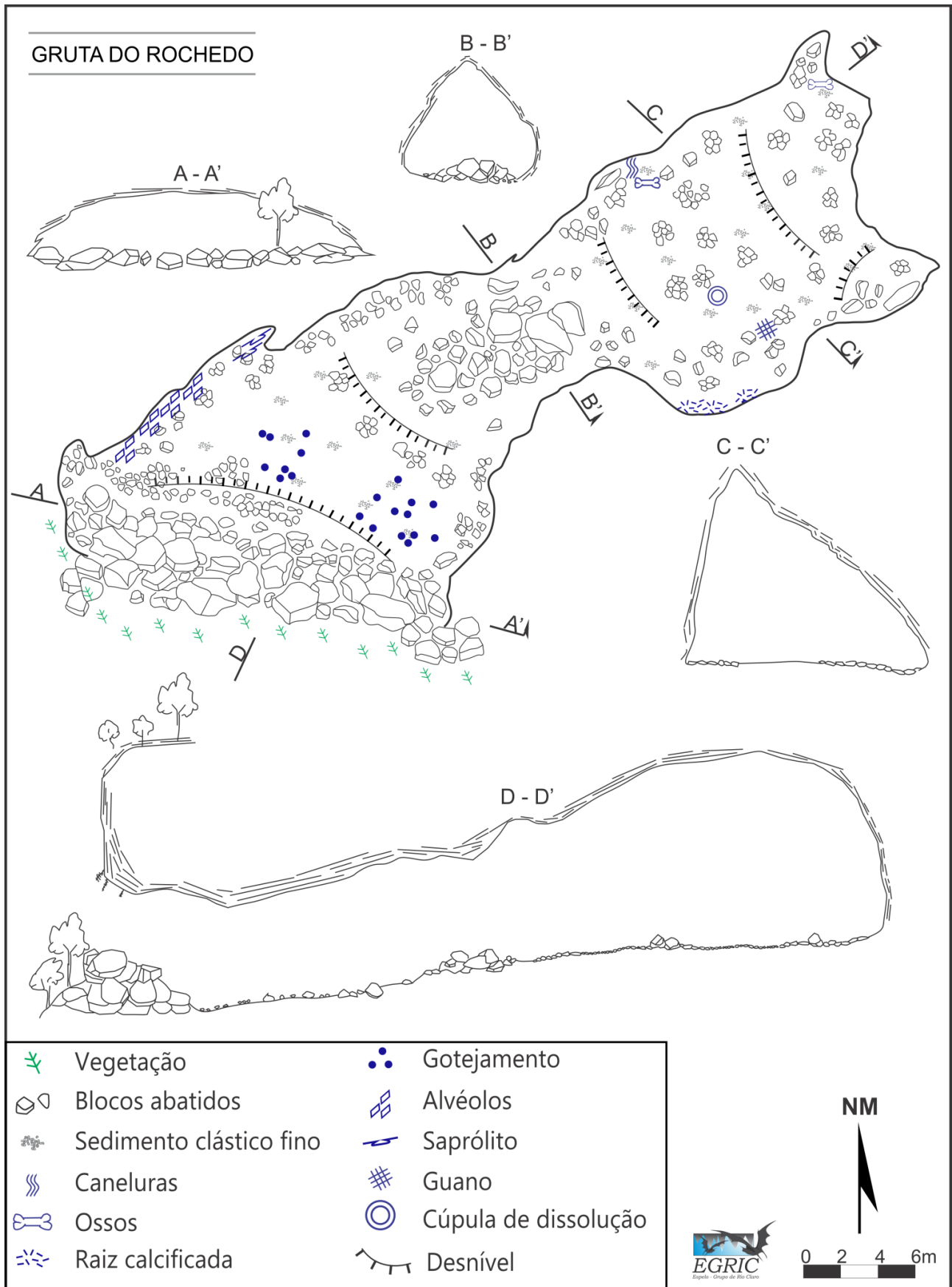


Figura 8 – Mapa topográfico da Gruta do Rochedo; círculo em vermelho destaca área de ocorrência de raízes calcificadas.

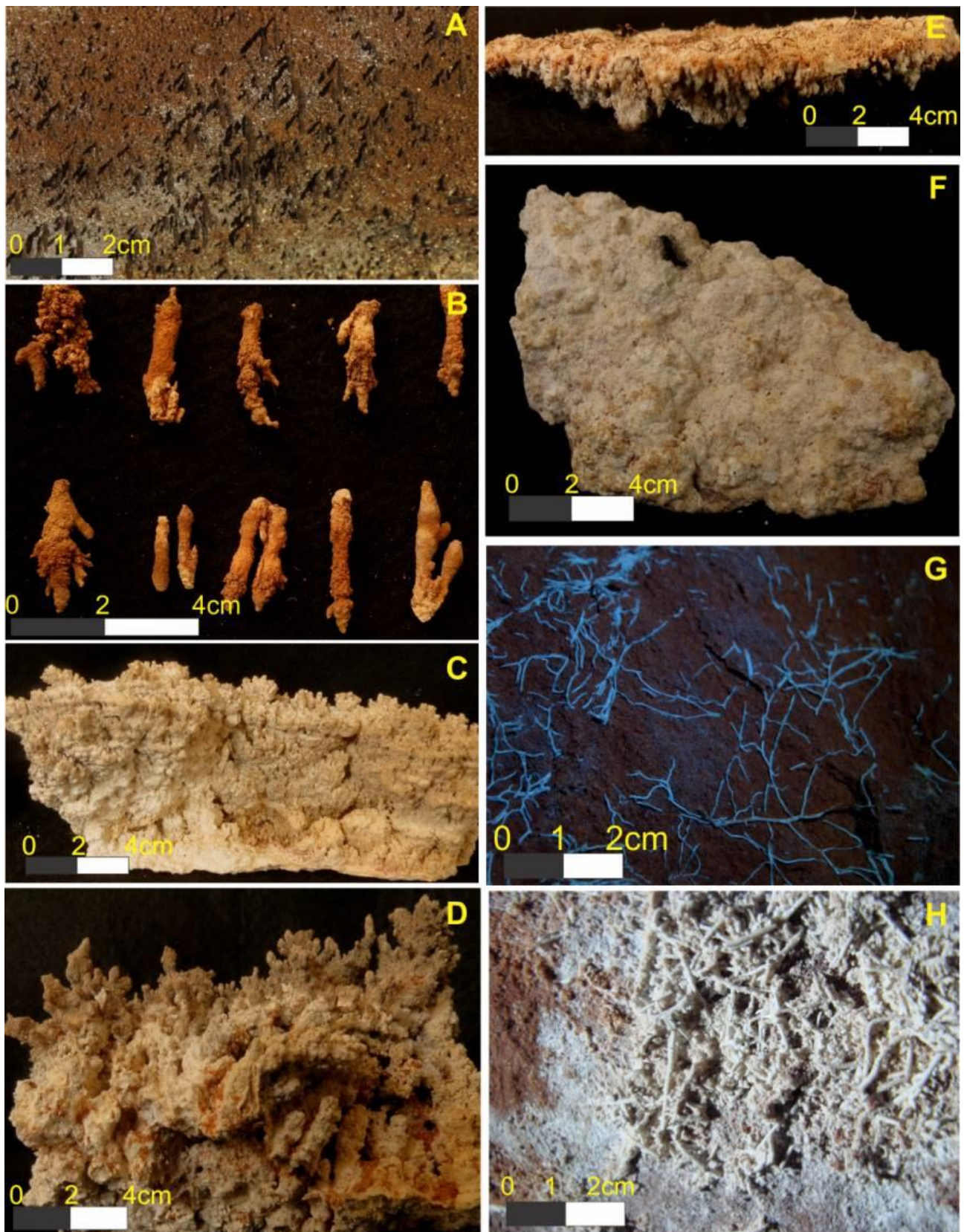


Figura 9 – Principais tipos de espeleotemas encontrados na Serra de Itaqueri; A) Visão Geral de estalactites na gruta do Ninho; B) Detalhes de estalactites da gruta do paredão (compostas por sílica e carbonato); C, D, E) Estalactites compostas por terminações ramificadas (Abrigos da Vaca Rolada e Vista da Casa); F) Crosta coralóide composta (Gruta da Boca do Sapo); G) Marca de raízes em estágio inicial de incorporação de carbonato + sílica (?); H) Raízes completamente calcificadas na Gruta do Rochedo.

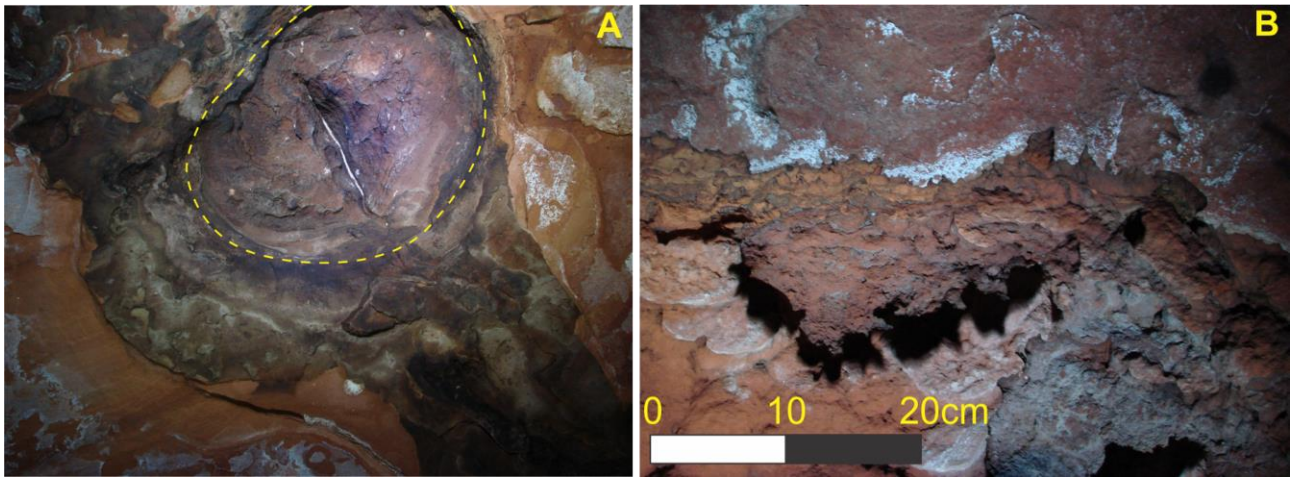


Figura 10 – Aspectos de dissolução; A) Cúpula de dissolução na gruta do Fazendão (diâmetro aproximado da cúpula de 0,5m; B) Relictos de anastomose na Gruta do Fazendão.

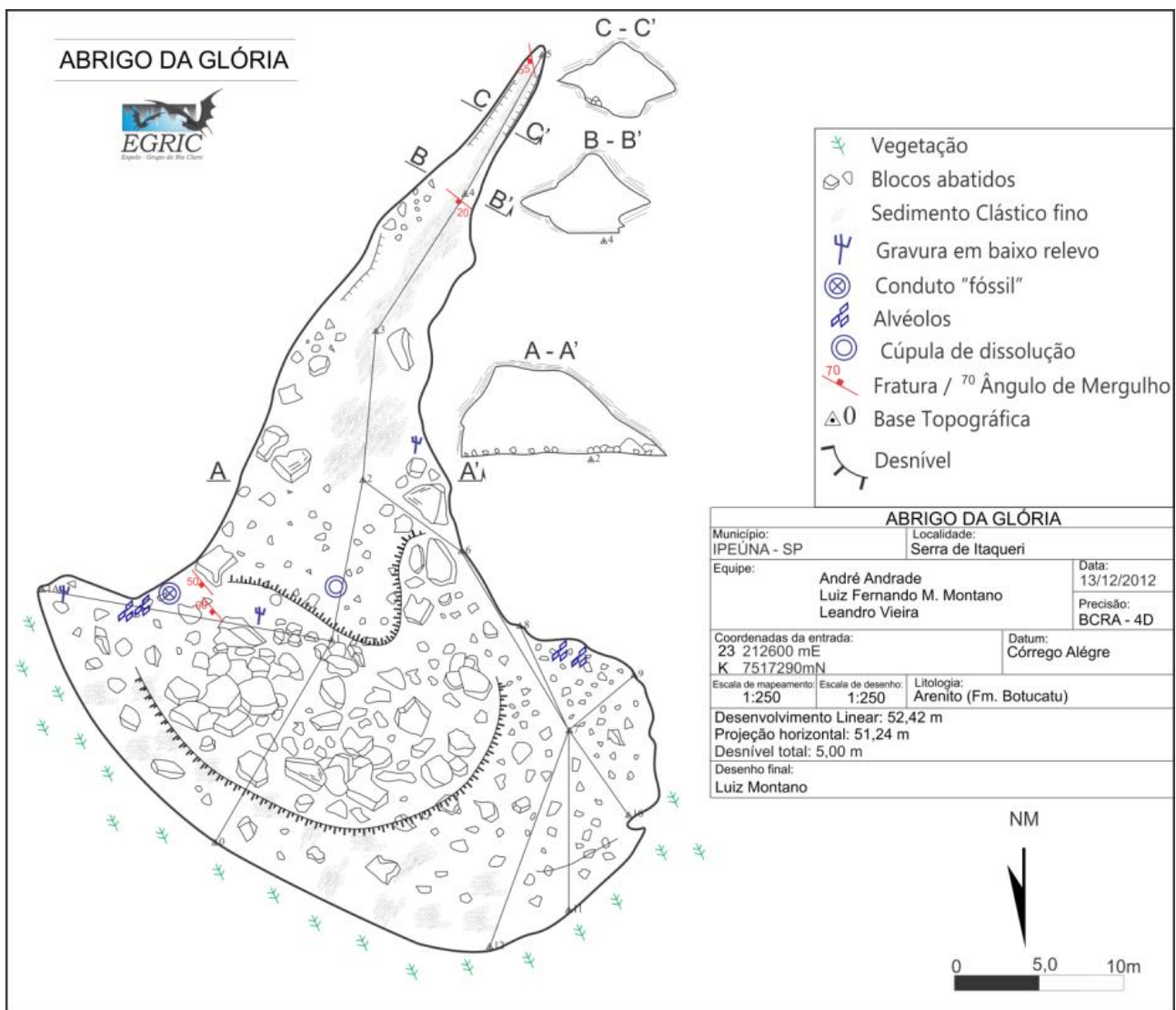


Figura 11 – Mapa topográfico do Abrigo da Glória.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Serra de Itaqueri hospeda uma série de cavernas encontradas nos arenitos da Formação Botucatu, desenvolvidas entre o ponto de cornija das cuestas arenito-basálticas e a zona de tálus

(caracterizada pelo intenso desprendimento de blocos).

As cavidades, de uma maneira geral, apresentam pouca variação morfológica, podendo ser caracterizadas como cavernas com salões únicos,

bocas em formatos de arco e salões em geometria de abóboda. Variações localizadas mostram cavernas com entradas em formato triangular, como é o caso da Gruta do Ninho e cavernas com salões ramificados (Grutas do Fazendão e da Boca do Sapo).

Os espeleotemas ocorrem em menor ou maior frequência em todas as cavernas da região e os ensaios preliminares atestam que grande parte das estalactites e coralóides encontrados são compostos por sílica amorfa (opala?) e carbonato. Novos estudos estão sendo realizados pelo grupo e seus resultados serão apresentados em trabalhos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Ao amigo e professor Doutor Elias Carneiro Daitx (*in memoriam*) pelo incentivo, e constante cobrança para que concretizássemos os trabalhos aqui apresentados.

A todos os membros do EGRIC que estiveram presentes no intitulado Projeto Serra dos Padres, que forneceu subsídios para o artigo em questão.

Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, pelo suporte laboratorial para desenvolvimento das atividades.

Aos revisores da revista Espeleotema pelas críticas construtivas que contribuíram para a melhora do trabalho aqui apresentado.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**. v. 23, 1956. 5-38 p.
- AB'SÁBER, A.N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. São Paulo, **Geomorfologia**, n. 18. 1969.1-23 p.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP, 1964.
- ASSINE, M.L.; PIRANHA, J.M.; CARNEIRO, C.D.R. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. (Coords.), **Geologia do Continente Sul-Americano - Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo. Beca Produções Culturais Ltda. p. 77-92, 2004.
- CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. Bacia do Paraná: formações Pirambóia e Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Roteiro de Excursão**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia v. 2. 1992.1-19 p.
- COLLET, G.C. Sondagens no Abrigo da Glória. **Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, Depto de arqueologia** (Relatório). 1982. 26 p.
- CORVALÁN, S. B. **Levantamento e caracterização dos atrativos naturais da bacia do rio Passa Cinco, através de geoprocessamento** (Dissertação de mestrado em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Rio Claro. 2005.
- DIAS, K. D. N. **Análise estratigráfica da Formação Pirambóia, Permiano Superior da Bacia do Paraná, leste do Rio Grande do Sul** (Dissertação de Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRG. Porto Alegre. 2006.
- HARDT, R. **Formas Cársticas em Arenito - Estudo de Caso. Rio Claro**, (Monografia de Especialização em Geomorfologia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2003.
- HARDT, R.; RODET, J.; WILLEMS, L.; PINTO, S. A. F. Exemplos Brasileiros de Carste em Arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP). **Espeleo-Tema** (20). <www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v20_n1-2_007-023.pdf>. 2009. 7-23p.

- HARDT, R. **Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias.** (Tese de Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2011.
- MARTINS, S. B. M. P. **Levantamento dos Recursos Naturais do Distrito Espeleológico Arenítico de Altinópolis, SP** (Monografia de especialização), UNESP. 1985. 94p.
- MARTINI, J. E. J. Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. **Annals of Geological Survey**. Pretoria. 1979. 115-125p.
- MILANI, E.J. Bacia do Paraná. In Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobrás** v.15. n.2. 2007.
- NIMER, E. Clima. In: Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, **Geografia do Brasil**, Região Sudeste. 3. 1977. 51-89p.
- PEATE D.W., HAWKESWORTH J.C., MANTOVANI M.S.M. Chemical stratigraphy of theParaná lavas (South America): classification of magmas types and their spatial distribution, Bull. **Volcanol.** 55. 1992. 119-139p.
- PERINOTTO, J. A. J; ETCHEBEHERE, M. L. C; SIMÕES, L. S. A; ZANARDO, A. Diques clásticos na Formação Corumbataí (P) no nordeste da Bacia do Paraná, SP: análise sistemática e significações estratigráficas, sedimentológicas e tectônicas. São Paulo, **Unesp, Geociências**, v. 27, n. 4. 2008. 469-491 p.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. Notícia Explicativa do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT. (**IPT, Monografias 5**). 1981. 94p.
- RIBEIRO, L. F. B.; VANDEROOST, F. J.; MONTEIRO, R. C. 1994. O controle neotectônico das cavernas da Serra do Itaqueri. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú. **Bol. Resumos Expandidos**. Florianópolis: SBG. v. 1, (Simpósios). 1994. 397-400p.
- RIBEIRO, L. F. B.; MONTEIRO, R. C.; ROLDAN, A. A.; REATO, M. P. Caracterização estrutural e espeleogênese das Caverna de Ipeúna e Itaqueri - Estado de São Paulo. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE**, 5, Penedo/Itatiaia. Atas. Rio de Janeiro: SBG. 1997. 35-37 p.
- RIBEIRO, L. F. B.; MONTEIRO, R. C.; SIQUEIRA, M. C. FERNANDEZ, R. E. Caverna em Laterita. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE**, 6, 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos...** Rio Claro: SBG/NSP e NRJ e IGCE, UNESP/Rio Claro. 1999. 105 p.
- RIBEIRO, L. F. B. **Morfotectônica da região centro-leste do Estado de São Paulo e adjacências de Minas Gerais – Paleotensões e Termocronologia por traços de fissão** (Tese de Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001
- RIBEIRO, L. F. B.; SOUZA CRUZ, F. R.; RIBEIRO, M. C. S.; GODOY, D. F.; Origem e controle estrutural e estratigráfico das cavernas, tocas, abrigos de ipeúna e itirapina –SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 28. Campinas. **Anais CBE**. <www.cavernas.org.br/anais28cbe/28cbe_205-211.pdf>. 2005. 205-211p.
- RICCOMINI, C.; SALLUN FILHO, W.; FERREIRA, N. B.; COIMBRA, A. M. Estruturas de liquefação em arenitos eólicos da Formação Botucatu (Ki) na Serra de Itaqueri, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG. v.1 (Sessões Temáticas). 1996. 151-153p.

- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, 1997.
- SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **Anais** do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre. v. 1. 1974. 41-65p.
- SPOLADORE, A.; COTTAS, L.R. Ornamentos de cavernas areníticas. **Anais** do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia. Ouro Preto – MG. Sociedade Brasileira de Espeleologia. <www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe_289-295.pdf>. 2007. 289-295p.
- SZCZERBAN E., URBANI F. Carsos de Venezuela. **Boletín** Sociedad Venezolana de Espeleología. 1974.
- STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S.P; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C.V. Compartimentação estrutural das formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 3. 2004. 303-316p.
- VERÍSSIMO, C. U. V.; SPOLADORE, A. 1994. Gruta do Fazendão (SP-170): Considerações geológicas e genéticas. **Espeleo-Tema**, SBE, v.17. 1994. 7-17p.
- VIEIRA, L. B.; MONTANO L. F. M.; STUMPF, C. F.; SILVA, J. E; TOLEDO S. L.; Potencial espeleológico da Serra de Itaqueri (SP): trabalhos sistemáticos de exploração, mapeamento, coleta e análise de materiais e dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, Barreiras. **Anais** CBE. <www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_281-291.pdf>. 2012. 281-291p.
- WERNICK, E.; PASTORE, E. L.; PIRES NETO, A. Cavernas em arenito. **Notícia Geomorfológica** 13. 1973. 55-67p.
- ZÁLAN, P.V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J.C.J., MARQUES, A., ASTOLFI, M.A.M., VIEIRA, I.S., APPI, V.T. E ZANOTTO, O.A. Bacia do Paraná. PETROBRÁS. De RAJA GABAGLIA e MILANI, E.J. (Coords.). **Origem e Evolução das Bacias Sedimentares.** 1990.

Fluxo editorial:

Recebido em: 26.11.2013

Aprovado em: 02.07.2014



A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp