

2015

**ANEXO 23 – RELATÓRIO DE ESTUDO
ESPELEOLÓGICO**



OLIMPO
ENGENHARIA & SERVIÇOS

Residencial Quinta das Águas
Valinhos / SP
Junho / 2015

FICHA TÉCNICA

Trabalho

O presente Relatório visa atender o disposto nos "itens 13 e 14" da Informação Técnica nº 08/15/IEEL, emitido pelo Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental (DAIA/CETESB) em 27 de março de 2015, atendendo às "Orientações Básicas à Realização de Estudos Espeleológicos", elaborado e disponibilizado pelo CECAV/ICMBio.

Empreendedor

01 FS Empreendimentos Imobiliários SPE Ltda.

Endereço

Rua Barão de Jaguara, nº 707, 13º andar sala 132, Bloco Amadeus

CEP

13.015-926

Bairro

Centro

Município

Campinas

Estado

SP

CNPJ

20.512.614/0001-60

Empresa Responsável Técnica

Olimpo Consultoria Ambiental e Empresarial Ltda

Endereço

Rua Joaquim Bicudo de Almeida, 09

CEP

13.190-000

Bairro

Jd. Planalto

Município

Monte Mor

Estado

SP

CNPJ

15.821.688/0001-48

Coordenador Responsável técnico pelo Estudo de Impacto Ambiental

Bruna Ribeiro

Título do Profissional

Engenheira Ambiental

CREA/SP

5063755352

Profissionais envolvidos no Trabalho

Clara Piccinini

Francisco A. Queiroz

José Luiz de Moraes

Rafael M. G. Konopczyk

Simone C. Della Rosa

Thiago Brandão Favaro

Título Profissional

Bióloga

Biólogo

Arqueólogo

Biólogo

Geógrafa

Geólogo

Registro no conselho

Em tramite

CRBio: 100.235/01-P

CTF/IBAMA: 33.818

CRBio: 100.236/01-D

CREA/SP: 5062357150

CREA/SP: 5069276488

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	LEGISLAÇÃO PERTINENTE REFERENTE ÀS CAVIDADES SUBTERRÂNEAS	3
3	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO	6
3.1	Descrição das cavidades subterrâneas	6
4	CARACTERÍSTICAS DO MEIO BIÓTICO.....	13
4.1	Introdução:.....	13
4.2	Fauna de Invertebrados.....	14
4.3	Fauna de vertebrados.....	14
4.4	Resultados	15
5	CONCLUSÃO.....	18
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
	ANEXO I – TRABALHO DE REFERENCIA DE ZAMPAULO et al, 2007	20
	ANEXO II – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E INFLUÊNCIAS DE CAVIDADES SUBTERRÂNEAS..	21
	ANEXO III – RELATÓRIO DE LEVANTAMENTO GEOFÍSICO	22

1 INTRODUÇÃO

Com o objetivo de atender aos itens 13 e 14 da **Informação Técnica CETESB Nº 08/15/IEEL de 27/03/2015**, apresentamos aqui o levantamento, caracterização e classificação das cavidades subterrâneas presentes ou afetadas pelo empreendimento na Área de Influência Direta estabelecida pelo presente EIA.

2 LEGISLAÇÃO PERTINENTE REFERENTE ÀS CAVIDADES SUBTERRÂNEAS

- **CONSTITUIÇÃO FEDERAL Art. 20**, São bens da União;
- **CONSTITUIÇÃO FEDERAL Art. 216**, Constituem patrimônio cultural brasileiro;
- **CONSTITUIÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO Art. 197**, São áreas de proteção permanente;
- **LEI Nº 3.924**, de 26.07.1961, Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- **LEI Nº 9.605**, de 12.12.1998, Dispõe sobre sanções penais a danos ao meio ambiente;
- **LEI Nº 9.985**, de 18.07.2000, Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC;
- **DECRETO Nº 99.556**, de 01.10.1990, Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional, e dá outras providências;
- **DECRETO Nº 6.640**, de 07.11.2008, Dá nova redação ao Decreto 99.556/1990;
- **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 009**, de 24.01.1986, Institui comissão especial para tratar de assuntos relativos à preservação do patrimônio espeleológico;
- **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237**, de 19.12.1997, Regula o licenciamento ambiental;

- **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 347**, de 10.09.2004, Dispões sobre a proteção do patrimônio espeleológico;
- **RESOLUÇÃO SMA-SP Nº 87**, de 16.09.2013, Dispõe sobre a criação do Conselho do Patrimônio Espeleológico do Estado de São Paulo;
- **RESOLUÇÃO SMA-SP Nº 07**, de 28.01.2014, Designa os representantes do Conselho do Patrimônio Espeleológico do Estado de São Paulo, criado pela Resolução SMA 87 de 2013;
- **PORTARIA IBAMA Nº 887**, de 15.07.1990, Delibera sobre o patrimônio espeleológico nacional e delimita a área de influência das cavidades naturais;
- **PORTARIA IBAMA Nº 57**, de 05.06.1997, Institui o Centro Nacional de Estudo Proteção Manejo de Cavernas – CECAV;
- **PORTARIA MMA Nº 81**, de 26.02.2002, Institui um Grupo de Trabalho para rever Portarias CONAMA referente ao patrimônio Espeleológico;
- **PORTARIA IBAMA Nº 34**, de 18.04.2006, Constitui o Grupo de Trabalho CavLegis;
- **PORTARIA ICMBio Nº 78**, de 03.09.2009, Institui o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV;
- **PORTARIA MMA Nº 358**, de 30.09.2009, Institui o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico;
- **PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 30**, de 24.03.2015, Estabelece procedimentos para órgãos envolvidos em processo de licenciamento de competência do IBAMA;
- **INSTRUÇÃO NORMATIVA MMA Nº 2**, de 20.08.2009, Dispõe sobre as regras para classificar o grau de relevância das cavernas de acordo com o Decreto 6.640/2008;
- **INSTRUÇÃO NORMATIVA ICMBio Nº 25**, de 12.04.2012, Disciplina os procedimentos de planos de ação nacionais para conservação de espécies ameaçadas de extinção ou do patrimônio espeleológico;

- **INSTRUÇÃO NORMATIVA ICMBio Nº 30**, de 19.09.2012, Estabelecer procedimentos administrativos e técnicos para a execução de compensação espeleológica;
- **INSTRUÇÃO NORMATIVA ICMBio Nº 7**, de 10.11.2014, Estabelecer procedimentos para licenciamentos e autorização de pesquisa em Unidades de Conservação Federais e suas Áreas de Amortecimento, incluindo cavernas;
- **PROJETO DE LEI 5.071/1990** - Lei das Cavernas - Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas, em conformidade com os Arts. 20, inciso X, e 216, inciso V, da Constituição Federal e dá outras providências;
- **SUBSTITUTIVO AO PROJETO DE LEI 36/1996** - Dispõe sobre uso das cavidades naturais.

3 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

3.1 Descrição das cavidades subterrâneas

Próximo ao antigo hotel Fonte Sônia, foi constatada a existência de duas cavidades subterrâneas contempladas no Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento Quinta das Águas. Atendendo ao Processo 44/2010 e suas exigências perante a identificação das cavernas, este documento visa complementar informações para melhor identificação e descrição de tais cavidades.

Uma das cavidades localizada fora da área do empreendimento e do lado oposto ao divisor de águas, conseqüentemente não sofrendo influências no que diz respeito a dinâmica hídrica superficial de qualquer atividade que venha a ser exercida na área de estudo, já está identificada e catalogada pelo ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) e CECAV (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas). Leva o nome de Gruta Santa Rita e possui as seguintes coordenadas UTM segundo o mapa elaborado pela GESMAR (Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar) disposto no ANEXO I:

- Zona: 23 k;
- Datum: Córrego Alegre;
- Coordenadas UTM: 300.301 E / 7.459. 602 S;
- Projeção horizontal: 80.01 m;
- Desenvolvimento linear: 93.65 m;
- Desnível: 18.05 m;
- Grau de topografia: 5B (BCRA);
- Litologia: Granito.

O trabalho elaborado por ZAMPAULO et al. (2007) denominado “Impactos em Grutas Graníticas na Serra dos Cocais (Valinhos-SP): Patrimônio espeleológico Desconhecido” contempla características das cavernas da região tal como aponta problemáticas associadas a extração irregular de rocha que ameaça a existência das cavidades. As informações a seguir foram obtidas neste trabalho e em estudos

de campo realizados na área do empreendimento tanto na elaboração do EIA/RIMA quanto em uma segunda etapa no mês de junho de 2015.

As cavernas graníticas na área têm sua formação associada ao empilhamento de blocos de rocha chamados de matacões. A passagem de drenagens junto a processos de escala regional como diminuição de nível de base faz com que situações como essa sejam possíveis. A presença de matacões em solo desenvolvido sobre rochas graníticas é comum, porém as condições para que a caverna seja originada são pontuais visto que é necessário que ocorra uma mudança na dinâmica hídrica superficial permitindo que a água venha a erodir o material que antes envolvia tais blocos fazendo com que o acúmulo destes propicie sua formação. Utilizando a classificação de Finlayson (1983), a classificação da caverna é do tipo blocos em canal (Figura 1).

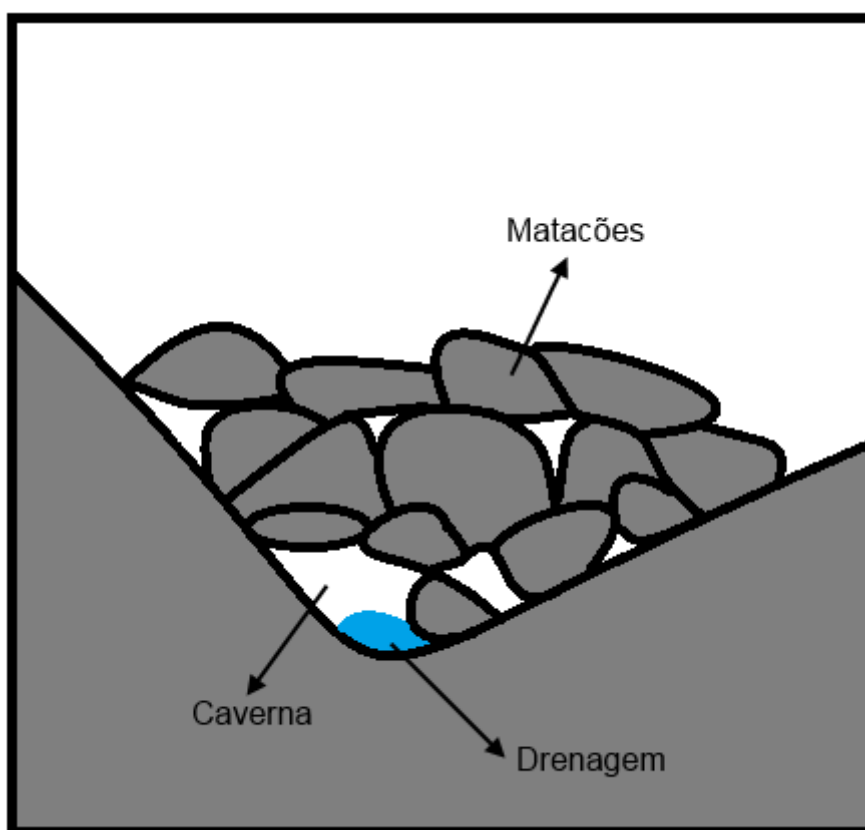


Figura 1. Esquema demonstrando a configuração de uma caverna do tipo blocos em canal.

Fonte: Modificado de Finlayson, 1983.

Com tais informações, verifica-se que a ocorrência de tais feições fica restrita a locais com determinadas características como a presença de litotipo graníticos e áreas de encosta na qual as drenagens e o desnível permitam o acúmulo dos blocos.

A Gruta Santa Rita (Figura 2) possui duas entradas principais com 2x2 metros sendo uma formada em local de sumidouro de uma drenagem. Possui uma zona afótica localizada nas bases 25 e 26 (Anexo I) e sua formação preferencial tem sentido Leste – Oeste. A caverna possui cerca de 10 metros de vegetação em seu entorno. Próximo a caverna existe uma voçoroca originando um processo de assoreamento a jusante. (Figura 3).



Figura 2. Imagem da parte interna da Gruta Santa Rita com raízes de árvores penetrando por entre os matacões.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.



Figura 3. Sedimento originado pela voçoroca em drenagem.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

Os estudos na etapa do EIA/RIMA contemplaram vistoria em campo em toda a região de encosta, atividade que identificou uma caverna na seguinte localização:

- Zona 23 K;
- Datum: Córrego Alegre;
- Coordenadas UTM: 299.033 E/ 7.459.474 S;
- Litologia: Granito.

A caverna possui dimensões muito reduzidas, com 8 metros de desenvolvimento linear chegando a, no máximo, 1.30 metros de altura em época seca (Figura 4) e sua entrada possui 1.5x1.0 m. O desnível é de 1.5 metros entre a cota mais alta e a cota mais baixa. O sentido para o qual a caverna se desenvolve é NW/SE, semelhante à Gruta Santa Rita no lado oposto do divisor de águas. Essa

orientação é dominante nas drenagens encontradas na encosta do corpo granítico. Observa-se a presença de água da drenagem, e a visita em época chuvosa constatou que o nível subiu fazendo com que a entrada que é feita no espaço entre matacões na caverna se tornasse difícil e alguns locais inacessíveis. A caverna funciona como sumidouro para a água. Devido à natureza dinâmica de tais cavidades, no momento da segunda visita também se verificou que a presença de grande quantidade de material de origem orgânica como folhas e galhos lacrou algumas passagens. A presença de componentes bióticos também se mostrou fortemente afetada pela elevação do nível d'água. Com base na **INSTRUÇÃO NORMATIVA MMA Nº 2**, de 20.08.2009, verifica-se que o grau de relevância desta cavidade é baixo visto que suas dimensões são limitadas, a biodiversidade no seu interior é baixa e na região estão presentes cavernas de maior porte e representatividade que possuem mesma característica e gênese.

Na caverna não ocorre o desenvolvimento de estalactites ou estalagmites (Figura 5). A área do entorno é composta por vegetação. A parcela da área de influência da caverna que está inserida nos limites do empreendimento localiza-se dentro de área preservação permanente, assim assegurando sua proteção. Vale ressaltar que devido ao tipo de gênese destas cavernas, os maiores riscos de deterioração do patrimônio estão relacionados a atividades exercidas a montante e tal região encontra-se fora dos limites do empreendimento (Anexo II).



Figura 4. Entrada da caverna encontrada próxima ao limite da área.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

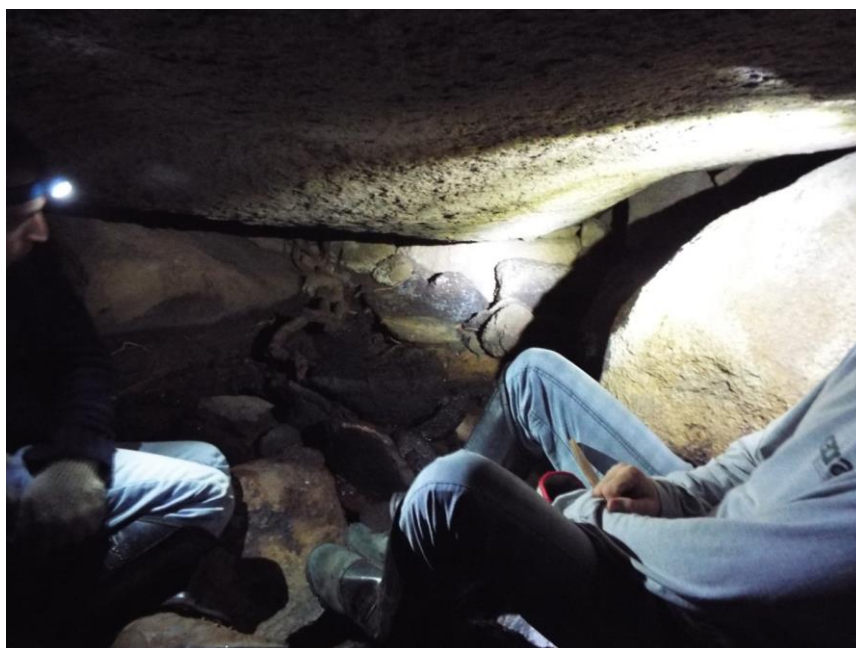


Figura 5. Caverna formada pelo acúmulo de matacões. Ausência de estalactites e estalactites.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

Para um maior detalhamento, a empresa GeoSupply foi contratada para fazer um caminhamento elétrico com arranjo dipolo-dipolo que está presente no Anexo III. Foi feito no total 1.310 metros de caminhamento. As linhas foram dispostas de forma que abrangessem a área com maior propensão de ocorrência de cavernas. Sua direção foi desenhada de modo que ficasse perpendicular a orientação das cavernas supracitadas, assim mostrando os locais com potencial de ocorrência para posterior etapa de reconhecimento em campo e verificação da possível existência.

Os pontos assinalados como possíveis locais de cavernas foram locais visitados em campo. As constatações feitas foram que se trata de locais com drenagens e acúmulo de matacões que por sua vez em alguns casos funcionam com sumidouros, porém não formam cavidades de proporções suficientes para um ser humano adentrar (Figura 6).

Como citado anteriormente, as feições tratadas nesse estudo são dinâmicas e passíveis de modificações bruscas de acordo com variáveis climáticas de precipitação além de outros aspectos regionais de maior importância em escalas temporais amplas. A importância de manter tal ambiente inalterado e protegido por mata é fundamental, e tal aspecto é respeitado pelo projeto apresentado anteriormente. Mesmo com o surgimento de novas cavidades em situações pontuais, essas estarão localizadas em zonas fora de qualquer tipo de ação antrópica direta.



Figura 6. Acumulo de matacões que gera anomalias no ensaio geofísico.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

4 CARACTERÍSTICAS DO MEIO BIÓTICO

4.1 Introdução:

Cavernas são ambientes singulares em questão de formação. Ao contrário do que se pode observar em ambientes abertos, mesmo impactados, esse tipo de formação não permite o desenvolvimento de indivíduos fotossintetizantes por ausência de luz e em consequência disso, a disponibilização de recursos orgânicos neste ambiente se dá principalmente por meio da importação por agente abióticos (e.g. vento e água das chuvas) e bióticos (e.g. morcegos) do ambiente epígeo para o hipógeo (HARRIS, 1970; CULVER 1982; SOUZA-SILVA 2003; SOUZA-SILVA et al., 2007; FERREIRA et al., 2006). Existem, também, outras vias menos convencionais, como raízes vegetais que crescem interceptando galerias de cavernas (HOWARTH, 1983). O tipo, a qualidade do recurso bem como sua forma de distribuição no sistema são importantes determinantes da composição e abundância da fauna presente em cavernas (FERREIRA 2006).

Ainda segundo Culiver (1982), mesmo que haja *input* de matéria orgânica isso se dá em pequena quantidade, podendo-se considerar a caverna um ambiente oligotrófico.

4.2 Fauna de Invertebrados

Não foram realizadas capturas ou coletas no local, apenas a observação e caracterização das cavernas. Para validação da possível presença de fauna, foi feito levantamento bibliográfico dos estudos de cavidades graníticas, embora esses sejam raros.

Gnaspini-Neto e Trajano (1994) foram os primeiros a apresentarem relatos sobre a fauna em cavernas graníticas. No trabalho dos referidos autores foram amostradas três cavernas no estado de São Paulo, sendo a Gruta dos Crioulos (Campos do Jordão) a que apresentou a maior riqueza com 31 espécies, seguida da Gruta da Quarta Divisão (Riberão Pires) com 23 espécies e a Gruta do Quarto Patamar (Santo André) com 16 espécies.

Souza-Silva (2008) amostrou um total de 32 cavidades inseridas em rochas magmáticas, sendo que estas cavidades representam um total de 31% das cavidades amostradas no trabalho. A riqueza nestas cavidades variou entre 79 espécies, encontrada na Gruta do André Huschi (Santa Tereza-ES), e apenas 10 espécies na Gruta da Manga de Pedra (Nacip Raidan – MG).

Bernardi *et al.* (2010) realizaram levantamento semelhante aos anteriores, na Gruta do Pinhão Assado, uma caverna granítica localizada na região da Serra da Mantiqueira, no município de Itamonte, Minas Gerais. Nesta caverna foram encontradas 51 espécies, pertencentes a 21 ordens e pelo menos 36 famílias.

4.3 Fauna de vertebrados

Os estudos de caracterização da comunidade de vertebrados, são ainda mais raros. No entanto, pode-se prever que, se há presença de espécies na área como demonstrado no EIA, elas farão uso dos recursos presentes nas grutas. Os animais terrícolas podem utiliza-la para proteção contra desidratação (ambiente mais fresco

e úmido) e dessedentação (água corrente). As frestas e raízes podem ser utilizadas para refúgio de pequenos animais e as coleções de água para sobrevivência e reprodução de anuros, por exemplo.

4.4 Resultados

Ao todo foram visitadas duas cavidades subterrâneas, conforme descrito no item 3.

Em ambas não houve observação direta de fauna com exceção de insetos e aracnídeos, embora tenhamos observado presença de rastros indiretos (cheiro de urina, por exemplo). Não foi realizado nenhum tipo de coleta ou armadilhamento, dado que as visitas foram realizadas em um único dia, sendo um dia para cada visita.

Quanto à flora local, observamos a presença de raízes que se infiltram nas rochas para obtenção de água corrente, além de musgos e briófitas apoiadas em rochas.

Para ilustrar as informações acima citadas, seguem fotos dos locais visitados (Figuras 7 a 10).



Figura 7. Raízes de uma figueira centenária infiltradas nas rochas em busca de água.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.



Figura 8. Escoamento de água para dentro da gruta.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.



Figura 9. Fissuras e entradas na gruta.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.



Figura 10. Baixa luminosidade e reentrâncias dentro da caverna.

Fonte: Acervo pessoal, 2015.

5 CONCLUSÃO

Por uso direto ou indireto, a presença das cavidades no terreno são de suma importância para manutenção da dinâmica local, formando um elo entre seu ambiente interno e o entorno. A presença de uma diversidade de invertebrados mostra a base de uma rede trófica bem evidente. Insetos e pequenos aracnídeos atraem fauna insetívora como pássaros, pequenos roedores e marsupiais. Além de sua própria presença, a dinâmica a qual as cavernas pertencem favorece a beleza cênica e enriquecimento do local.

Quanto à implantação de empreendimento no local, como será respeitada a conservação do fragmento em que as cavernas estão localizadas, não haverá impacto sobre o meio biótico, pois a vegetação de entorno fornece uma zona considerável de amortecimento, devendo-se atentar somente à área limítrofe e seu impacto sonoro durante a fase de implantação.

Na região ocorre a exploração de rochas graníticas para diferentes finalidades e tal atividade muitas vezes é feita de forma irregular ameaçando a existência das cavidades. O projeto do empreendimento prevê não só a conservação das encostas graníticas como também o reflorestamento junto a projetos de recuperação e conservação das áreas de proteção permanente o que pode ser uma ferramenta importante na revitalização de nascentes e cavernas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CULVER, D. C. **Cave Live**. Cambridge, Massachusetts and London, Harvard University Press. p. 189, 1982.

FERREIRA, R.L. **A medida da complexidade biológica e suas aplicações na Conservação e Manejo de sistemas subterrâneos**. 2004. 161 f. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) Universidade Federal de Minas Gerais.

FINLAYSON, B. **The formation of caves in granite**. IN: OF THE ANGLO-FRESCH KARST SYMPOSIUM. Proceedings... Norwich, England: Geo Books, Sept. 1983.

GNASPINI, P.; TRAJANO, E. **Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa**. Revista Brasileira de Entomologia. Curitiba. v. 38, n. 4, p. 549-584. 1994.

HARRIS, J.A. **Bat-guano environment**. Science. Washington, n. 169, p. 1342-1343. 1970.

ZAMPAULO, et. al., 2007. **Impactos em grutas graníticas na Serra dos Cocais (Valinhos-SP): Patrimônio espeleológico desconhecido**. Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia, 335-345.

ANEXO I – TRABALHO DE REFERENCIA DE ZAMPAULO ET AL, 2007

IMPACTOS EM GRUTAS GRANÍTICAS NA SERRA DOS COCAIS (VALINHOS-SP): PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO DESCONHECIDO

**Robson de Almeida ZAMPAULO¹; Jovenil Ferreira de SOUZA;
Maria Helena PEREIRA; Claudia Santos LUZ**

Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar – GESMAR

¹ - rzampaulo@yahoo.com.br

Abstract

The mountain range groups: Serra dos Cocais, Serra dos Lopes, Serra do Atibaia and Serra do Jardim from São Paulo's state has many important remaining of Mata Atlântica (Semideciduous Estational Forests) close to transition zones to Cerrado biome. This area has a group of granite caves where is possible to verify the presence of a great number of animals and plants that are losing their habitat. The present article intend to describes speleologicals works developed by the environment studying group of Serra do Mar (GESMAR) on two Serra dos Cocais' caves (Valinhos-SP). Two expeditions were realized on May 2005 and September 2006 each of them two days long. Two caves were map: Santa Rita's cave (93m linear development e 18m vertical difference level) and Espírito Santo (83m linear development and 7m vertical difference level). During the speleological works we observed the artisan extraction of granite blocks 100m long from caves, deforesting the riparian forest, sanding springs that are associated to caves and problems with real estate speculation. There is necessary a complete description of speleological patrimony of the region, once these informations can support fiscalization and conservation.

1. Introdução

Estima-se que possam existir mais de 100.000 cavernas no Brasil, das quais, pouco mais de 4.000 encontram-se registradas no Cadastro Nacional de Cavidades (CNC) da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). Dessas últimas, apenas uma parte já foi inventariada biologicamente. Além disso, os levantamentos espeleológicos no Brasil se concentram em cavidades carbonáticas, embora existam cavernas associadas a diversas litologias, como quartzitos, arenitos e granitos, o que demonstra claramente que ainda existe uma total ignorância sobre estes ecossistemas em nosso país (FERREIRA, 2001; 2005). As cavernas de origem granitóide, como as que ocorrem na Serra dos Cocais, representam aproximadamente 2% do total de cavidades cadastradas no país (SBE, 2007). Em atividades de prospecção espeleológica em diversas áreas cristalinas ou metamórficas, pôde-se verificar que a ocorrência de tais cavidades não pode ser considerada um acaso, já que é possível encontrar este tipo de formação com muita frequência, o que ressalta a necessidade de estudos sistemático neste ambiente. Apesar de suas pequenas dimensões comparadas a outras litologias (calcários/quartzitos), estas cavidades são consideradas como ambientes capazes abrigar sistemas biológicos complexos, e sua gênese é praticamente desconhecida (WILLENS et al., 2002).

Desde 2002, entidades ambientalistas da região de Valinhos, estado de São Paulo, estão fomentando a implantação de uma Unidade de

Conservação no conjunto de Serras: Serra dos Cocais, Serra dos Lopes, Serra do Atibaia e Serra do Jardim. Estas áreas são de extrema importância para a região por serem consideradas zonas de recarga, pois nestas serras nascem diversos córregos e ribeirões formadores do rio Atibaia, Ribeirão Pinheiros e do rio Capivari. Essas serras, trata-se de um importante remanescente de Floresta Atlântica (Floresta Estacional Semidecidual) próximo de áreas de transição com o bioma Cerrado onde é possível verificar a presença de muitas espécies endêmicas da fauna e da flora que estão perdendo seu habitat. Na referida área, existe também um conjunto de cavernas granitóides (aproximadamente dezesseis), algumas consideradas como as maiores do Brasil. No entanto, até o momento apenas duas cavidades (Gruta Espírito Santo e Gruta Santa Rita) foram registradas no Cadastro Nacional de Cavidades, após atividades realizadas pela Associação Civil Eco Vida Ambiental (EVA) e Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar (GESMAR), com o apoio da SBE. Durante os trabalhos nesta região, entre outros problemas sócio-ambientais, foi registrada a extração artesanal de granito a menos de 100m de distância das cavidades, além de áreas assoreadas em função de desmatamento e problemas associados à especulação imobiliária. Apesar dessas atividades estarem em desacordo com legislação nacional (Portaria do IBAMA N. 887 e o Decreto Federal N° 99.556), este tipo de atividade parece freqüente na região, o que compromete seriamente o patrimônio

espeleológico, bem como, muitas nascentes que estão associadas a essas cavernas. Tais nascentes correm sérios riscos de assoreamento devido ao desmatamento nas áreas de entorno que comprometem inclusive o aporte energético das cavidades. Um estudo detalhado destes sistemas cavernícolas é essencial para uma caracterização completa e confiável não só deste patrimônio, como também da flora e da fauna associadas (muitas vezes endêmicas e ameaçadas de extinção). O cadastramento deste conjunto de cavidades junto a SBE, ao Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (CECAV - IBAMA) e a Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente do município de Valinhos, poderá subsidiar ações dos órgãos competentes no tocante a fiscalização e conservação. Pretende-se ainda, produzir uma publicação visando a divulgação do potencial das cavernas granitóides da região da Serra dos Cocais permitindo que a população conheça este patrimônio, podendo assim subsidiar ações de conservação e trabalhos de educação ambiental.

2. Justificativas

1. Estas cavidades estão inseridas em uma importante área de transição entre remanescentes de Floresta Atlântica e Cerrado do estado de São Paulo, sendo consideradas como *hot spots*, ou seja, áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade em todo o continente americano e no mundo, por apresentar uma excepcional perda de habitat, mas que ainda retém uma alta taxa de diversidade e endemismo. (MYERS et al. 2000).
2. A ausência de dados sobre o patrimônio espeleológico da Serra dos Cocais tem acarretado em problemas como a livre extração de granito, o desmatamento para construção de pastagens e a especulação imobiliária gerando um processo quase irreversível de degradação das áreas adjacentes às cavernas.

3. Objetivo

Realizar o levantamento espeleológico em duas cavidades da região da Serra dos Cocais (Valinhos-SP) incluindo o levantamento topográfico, cadastramento e impactos decorrentes de atividades antrópicas.

4. Métodos

4.1. Área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido nas Fazendas Espírito Santo Fazenda e Santa Rita (também denominada como Fazenda Buracão),

localizadas no município de Valinhos (SP) a aproximadamente 100Km da cidade de São Paulo (Figura 1). As Gruta batizadas com mesmo nome das fazendas estão localizadas nas coordenadas Lat. S22° 57'3433" – Long. W46° 56' 5176" e Lat. S11° 44' 0320" – Long. W46° 42' 0620" respectivamente.

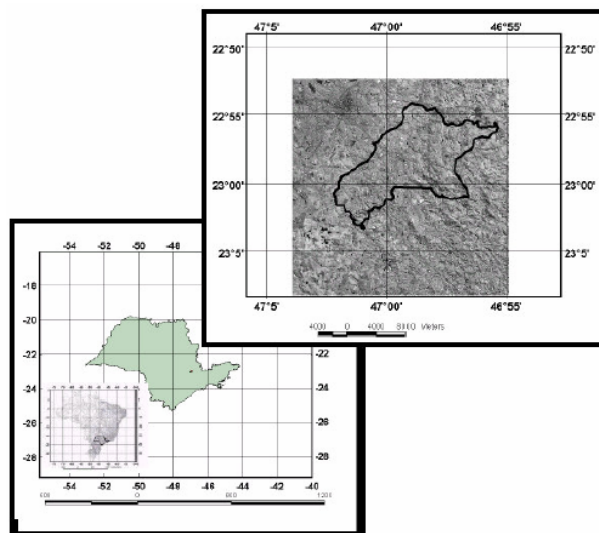


Figura 1: Localização do município de Valinhos (SP).
Fonte: ANJOS (2004).

O clima da região apresenta forte sazonalidade climática e é caracterizado segundo sistema de Köppen, como Cwa com verão quente e chuvoso e um inverno frio e seco. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro e a estação úmida entre os meses de outubro e março. A pluviosidade total anual e a temperatura média na área são de 1379 mm $20,7 \pm 2,2^{\circ}\text{C}$, respectivamente (Van Sluys et al. 1994 apud Anjos 2004).

A vegetação pode ser classificada como floresta estacional semidecídua, nomenclatura proposta por Veloso et al. 1991 apud Santos 2003. A matriz em que os fragmentos estão inseridos constitui-se de um mosaico de culturas anuais e perenes, pastagens, reflorestamentos e pequenos assentamentos humanos. A agricultura é caracterizada por pequenas áreas de café, figo, goiaba, laranja, cana de açúcar e culturas de subsistência. Os reflorestamentos com eucalipto e pastagens ocupam grandes extensões (Miranda 1996 apud Santos, 2003). A cobertura vegetal das Fazendas é composta principalmente por gramíneas, cactáceas, espécies herbáceas e arbustivas e poucas árvores de maior porte.

O relevo é acentuado, formado por morros com abundantes afloramentos graníticos com presença de matações e inúmeras nascentes. Estas nascentes provocam constantes carreamentos de

sedimentos menores dando início à formação das cavidades presentes na região (Figura 2).



Figura 2: Relevo acentuado formado por morros com abundantes afloramentos graníticos com presença de matacões.

Foram realizadas duas expedições à região das Serra dos Cocais (Maio 2005/Setembro 2006) com duração de dois dias, com o objetivo de realizar a prospecção e topografia utilizando o método de bases flutuantes. Durante o trabalho de topografia foram utilizados os seguintes equipamentos: bússola e clinômetro (Suunto - precisão de 0,5 grau); trena de PVC da marca Lufkin com 50m; 2 fios de prumo de 1,70m; planilha topográfica e material para anotações. Os dados foram inseridos em software específico de mapeamento (SURVEX) e detalhados em programas de desenho.

A identificação das cavidades e das áreas com potencial foram realizadas a partir de informações, pré-existent, dos moradores e ambientalistas locais e com a utilização de fotos aéreas da região (1:2.000), imagens de satélite e mapas cartográficos (1:10.000); As coordenadas geográficas foram obtidas com o auxílio de equipamento GPS (Garmin-38).

Durante os trabalhos de prospecção e mapeamento, os principais impactos observados no entorno e no interior das cavidades foram identificados.

Os dados das cavidades foram inseridos no CNC (SBE).

5. Resultados

5.1 Gruta Santa Rita

A gruta possui duas pequenas entradas principais de aproximadamente 2X2m no ponto mais alto de seu desenvolvimento, sendo uma formada pelo sumidouro (Figura 3). Sua topografia (Figura 4) foi composta por 32 bases, unidas por 31 visadas e nenhum loop. O desenvolvimento linear das visadas foi igual a 93,65m, o desenvolvimento

horizontal 80,01m, desenvolvimento vertical de 32,26m e desnível 18,05m. Existe apenas uma única zona afótica localizada nas bases 25 e 26 e sua formação ocorre preferencialmente no sentido leste-oeste (Mapa 1).



Fotografias 3 e 4: Uma das entradas da Gruta Santa Rita e trabalho de topografia em seu interior.

Durante a topografia foram encontrados os seguintes exemplares de fauna: Diplópodes (1sp.), grilos (1sp.), formigas (2sp.), aracnídeos: araneae (5sp.) e opiliones (2sp.), baratas (2sp.), dípteros culicídeos (1sp.) e tipulídeos (1sp.), quilópodes (1sp.). Também foram encontrados depósitos de guano, o que indica que, em algum momento, a gruta serviu de abrigo para morcegos.

Após a base 30 (final da topografia) os blocos continuam dispostos pelo canal por aproximadamente mais uns 20m onde o canal termina e a nascente ressurge. O entorno da caverna possui uma pequena faixa de mata de aproximadamente 10m laterais que acompanha a gruta por todo o canal.

5.2 A Gruta Espírito Santo

Localizada a 604m de altitude e apresenta projeção horizontal igual à 83m e desenvolvimento linear de 89m (Figura 5). Seu desnível é de apenas 7m (Mapa 2). A gruta possui um desenvolvimento preferencial no sentido leste-oeste e a topografia foi composta por 28 bases unidas por 27 visadas sem nenhum loop.

A Gruta possui duas entradas principais, sendo uma em nível inferior (5X1,5m) localizada próxima a uma zona de extração de granito e a outra em nível superior formada por blocos maiores (4X4m), em que o acesso é realizado após algumas passagens em quebra corpo. Existem zonas afóticas nas bases 20 e 29 e depósitos de argila. A nascente em seu interior segue o sentido leste-oeste. A fauna é similar a existente na Gruta Santa Rita, sendo

observado a presença de uma terceira espécie de opilião.



Fotografia 5: Interior da Gruta Espírito Santo.

5.3 Caracterização das grutas

Segundo a classificação utilizada por Finlayson (1983), as grutas caracterizam-se como cavernas de “Blocos em Canal” (Figura 6). Essas cavernas são formadas por blocos acumulados no fundo de um canal, entre os quais existem interstícios suficientemente grandes para a penetração de uma pessoa (figura 2).



Figura 6: Esquema de uma caverna formada por blocos em canal.

Os blocos encontrados possuem desde 1m até 5m de diâmetro e o desenvolvimento da cavidade está muito próximo à superfície existindo inúmeras clarabóias, o que dificulta a formação de zonas afóticas. Existem trechos onde é possível entrar em contato com lamina d’água da nascente, aproximadamente 10cm de profundidade (período seco), mas em quase todo seu percurso as águas infiltram em profundidades não acessíveis.

6. Discussão e Recomendações

Granitos são formados pela cristalização de magma em profundidade, na crosta terrestre. Estas rochas são formadas por quartzo, micas e feldspatos. Uma das características desta litologia é a baixa solubilidade pela água o que dificulta a formação de cavidades. No entanto, o acúmulo de blocos pode favorecer a formação de pequenas cavidades naturais penetráveis.

As grutas Santa Rita e Espírito Santo foram formadas pelo carreamento de partículas finas de sedimentos, e até blocos, desde nascentes, que estão localizadas em zonas de recarga que seguem por um canal. Na cabeceira das nascentes não existem matas ciliares estando estas rodeadas por área de pastagens e apresentando acentuados processos erosivos.

Estas cavernas apresentam situação dinâmica, pois estão sujeitas a alterações em sua morfologia, tais como em períodos de chuvas prolongadas, pois a vazão das nascentes aumentam, intensificando os processos erosivos, facilitando desmoronamentos e podendo formar novas passagens ou pequenos salões. Portanto, não é recomendável a penetração das mesmas por pessoas inexperientes, já que muitos blocos encontram-se instáveis, havendo riscos de pequenos desmoronamentos, mesmo em períodos secos.

Durante os trabalhos espeleológicos observamos a extração artesanal de blocos de granito à aproximadamente 100m de distância das cavidades (Figuras 7 e 8). Tal procedimento encontra-se em desacordo com legislação nacional de proteção o patrimônio espeleológico. A utilização das cavidades naturais subterrâneas e de sua área de influência deve fazer-se consoante com a legislação específica, e somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do respectivo equilíbrio ecológico, mediante estudos técnicos e específicos que determinem sua área de influência. No entanto, este tipo de atividade parece freqüente na região, o que compromete seriamente o patrimônio, bem como, muitas nascentes que estão associadas às cavernas e são importantes zonas de recargas da bacia hidrográfica da região.



Figura 7: Área de extração de blocos de granito no entorno da Gruta Espírito Santo.

Diante de tal situação, o Grupo de Estudos Ambientais da Serra do Mar alerta, através deste trabalho, sobre a necessidade de proteção das Grutas Santa Rita e Espírito Santo bem como de todo

patrimônio espeleológico da região da Serra do Cocais. Estas cavidades abrigam nascentes que correm sérios riscos de assoreamento, caso sua mata ciliar não seja recomposta.

Um estudo detalhado destes sistemas cavernícolas é essencial para uma caracterização completa e confiável do patrimônio espeleológico da região e das espécies da flora e da fauna associadas, que muitas vezes são endêmicas e ameaçadas de extinção. O cadastramento deste conjunto de cavidades junto à SBE e ao CECAV poderão subsidiar ações de fiscalização e conservação dos órgãos competentes.



Figura 8: Área de extração de blocos de granito no entorno da cavidade Santa Rita.

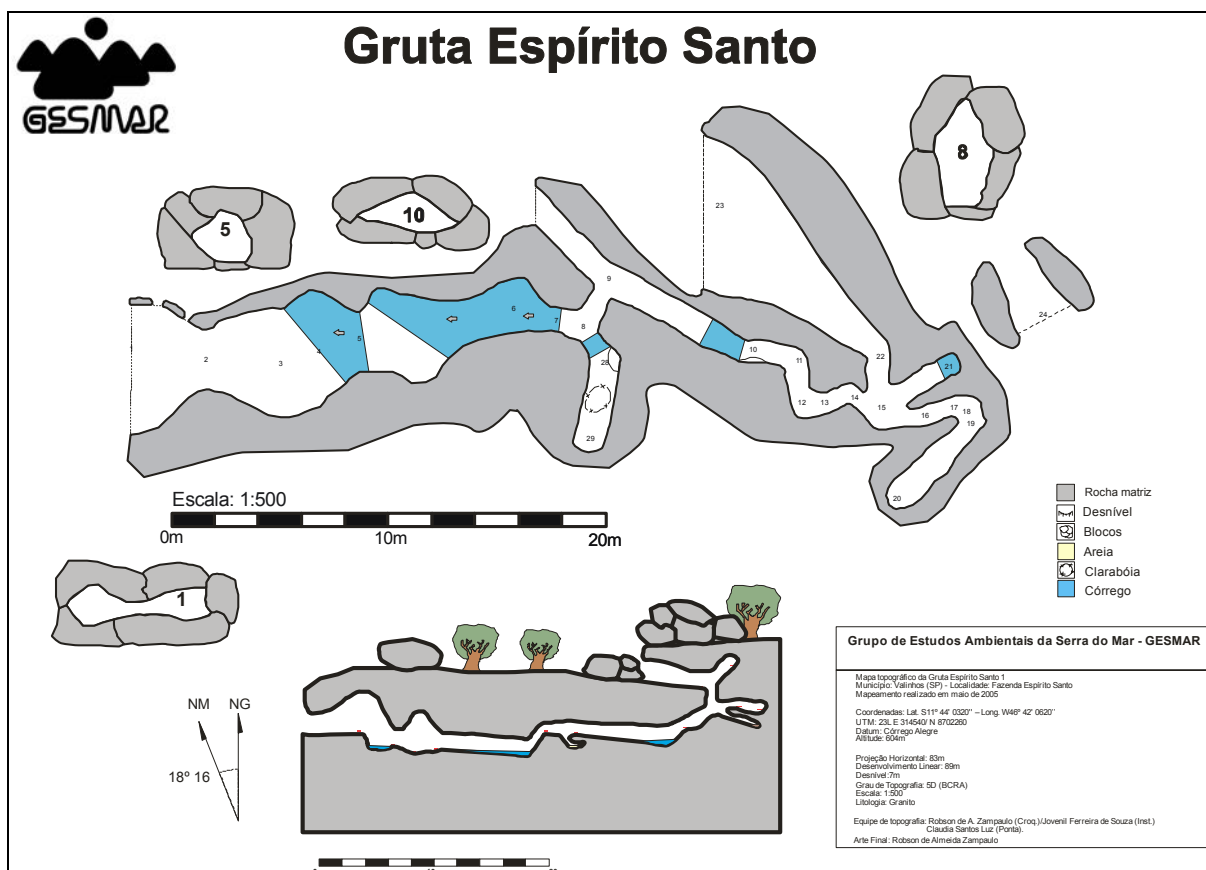
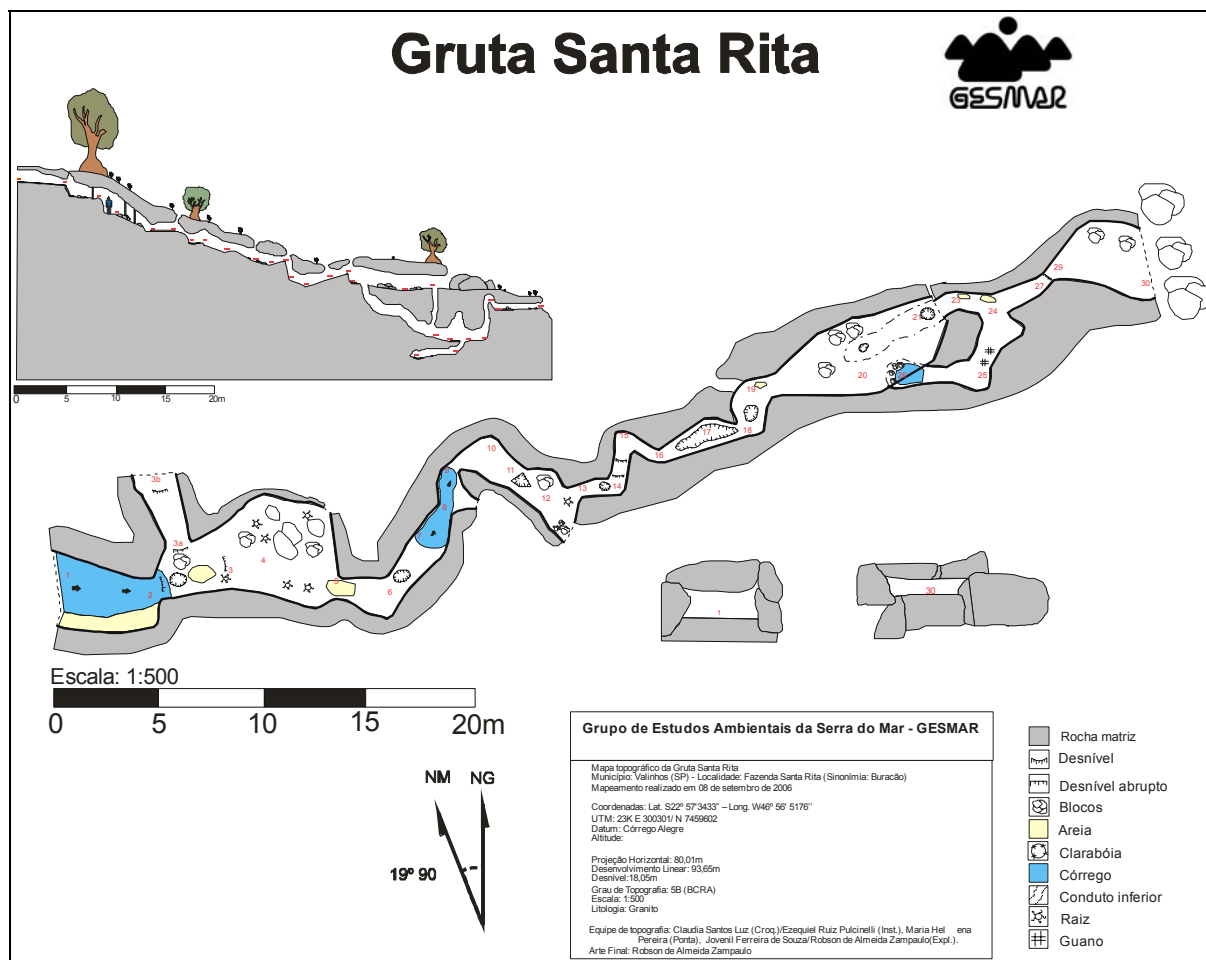
7. Agradecimentos

Ezequiel Ruiz Pulcinelli (GESMAR)

Associação Civil Eco Vida Ambiental (EVA)

8. Referências

- ANJOS, Luciano Alves dos. **Ecologia de um lagarto exótico (*Hemidactylus mabouia*, Gekkonidae) vivendo na natureza (campo rural) em Valinhos, São Paulo**. 2004. 143p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, 2004.
- BRASIL. Portaria n. 887 de 15 de junho de 1990. **Delibera sobre o patrimônio espeleológico nacional e delimita a área de influência das cavidades naturais**. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/leis/port88790.htm>. Acesso em: 27 maio 2007.
- BRASIL. Decreto n. 99.556, de 1º de outubro de 1990. **Dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/leis/dec99556-90.htm>. Acesso em: 27 maio 2007.
- FERREIRA, Rodrigo Lopes; MARTINS, Rogério Parentoni; Cavernas em risco de extinção. **Ciência Hoje**. Vol. 29, nº 173, julho de 2001, p. 20-28.
- FERREIRA, Rodrigo Lopes. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**. Julho de 2005. Vol. 17 nº3 p106-115.
- FINLAYSON, B. The formation of caves in granite. In: OF THE ANGLO-FRESCH KARST SYMPOSIUM. **Proceedings...** Norwich, England: Geo Books, Sept. 1983.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. v. 403, p. 853-858, feb. 2000.
- SANTOS, Karin dos. **Caracterização florística e estrutural de onze fragmentos de mata estacional semidecidual da área de proteção ambiental do município de Campinas – SP**. 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **Cadastro Nacional de Cavidades (CNC)**. Consultado em 02 de outubro de 2006. Disponível em: www.sbe.com.br.
- WILLENS, L. et al. Karst in granitic rocks, South Cameroon: cave genesis and sílica and taranakite espelothems. **Terra nova**, Vol 14, Nº 5, 355-362, 2002.

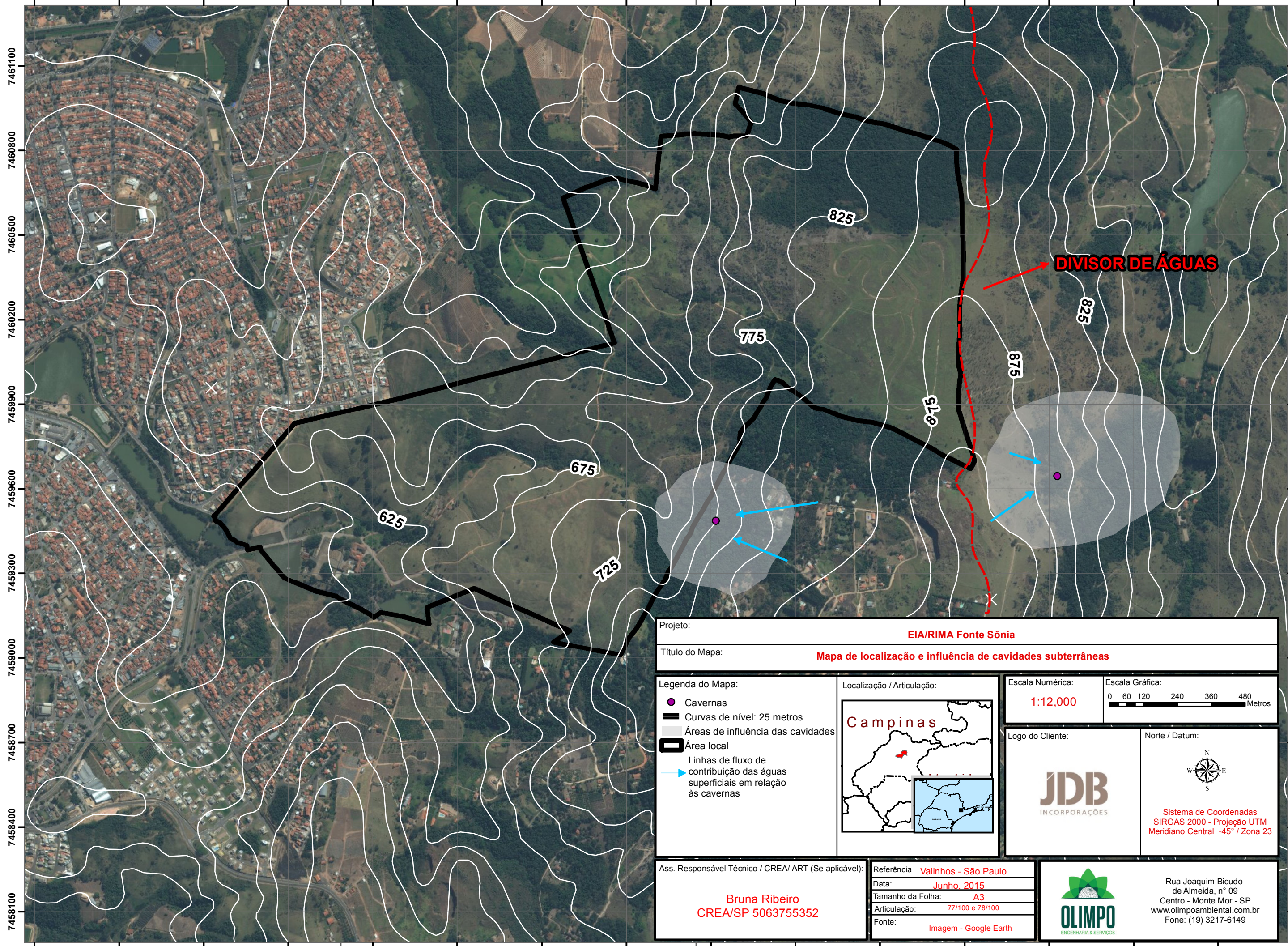


ANEXO II – MAPA DE LOCALIZAÇÃO E INFLUÊNCIAS DE CAVIDADES SUBTERRÂNEAS

296700 297000 297300 297600 297900 298200 298500 298800 299100 299400 299700 300000 300300 300600 300900

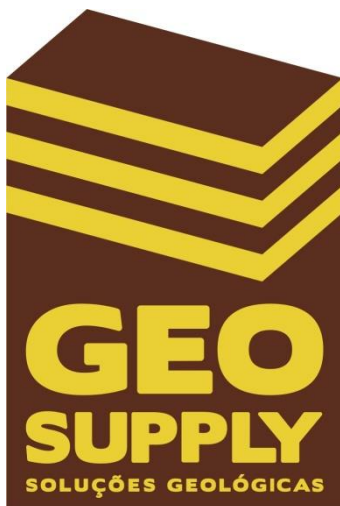
746100
746080
746050
746020
745990
745960
745930
745900
745870
745840
745810

746100
746080
746050
746020
745990
745960
745930
745900
745870
745840
745810



Projeto: EIA/RIMA Fonte Sônia					
Título do Mapa: Mapa de localização e influência de cavidades subterrâneas					
Legenda do Mapa: <ul style="list-style-type: none">● Cavernas— Curvas de nível: 25 metros■ Áreas de influência das cavidades▭ Área local→ Linhas de fluxo de contribuição das águas superficiais em relação às cavernas	Localização / Articulação:	Escala Numérica: 1:12,000	Escala Gráfica: 0 60 120 240 360 480 Metros		
		Logo do Cliente: 	Norte / Datum: Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 - Projeção UTM Meridiano Central -45° / Zona 23		
Ass. Responsável Técnico / CREA/ ART (Se aplicável): Bruna Ribeiro CREA/SP 5063755352		Referência Valinhos - São Paulo			
		Data: Junho, 2015		Rua Joaquim Bicudo de Almeida, nº 09	
		Tamanho da Folha: A3		Centro - Monte Mor - SP	
		Articulação: 77/100 e 78/100		www.olimpoambiental.com.br	
		Fonte: Imagem - Google Earth		Fone: (19) 3217-6149	

ANEXO III – RELATÓRIO DE LEVANTAMENTO GEOFÍSICO



GEO SUPPLY SOLUÇÕES GEOLÓGICAS

**RUA VINTE E CINCO DE JULHO, 130 –
SACOMÃ – SÃO PAULO**

TELEFONE: (11) 2501-1366

EMAIL: contato@geosupply.com.br

www.geosupply.com.br

RELATÓRIO DE LEVANTAMENTO GEOFÍSICO

Natureza do Trabalho: Ensaios geofísicos de eletrorresistividade para caracterização de cavernas em granitos em área de interesse da OLIMPO CONSULTORIA AMBIENTAL E EMPRESARIAL, Valinhos, SP.

Cliente: OLIMPO CONSULTORIA AMBIENTAL E EMPRESARIAL.

São Paulo, 9 de junho de 2015.



1 INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação feita pela OLIMPO CONSULTORIA AMBIENTAL E EMPRESARIAL, a GEO SUPPLY SOLUÇÕES GEOLÓGICAS LTDA. realizou ensaios geofísicos de eletrorresistividade para caracterização de cavernas em área de interesse da OLIMPO CONSULTORIA AMBIENTAL E EMPRESARIAL, situada em Valinhos, SP.

2 OBJETIVOS

Os levantamentos geofísicos objetivaram detectar anomalias ou assinaturas geofísicas de eletrorresistividade correlacionáveis à presença de cavernas em granitos em área situada em Valinhos, SP.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO E GEOMORFOLÓGICO

A região dos ensaios geofísicos está inserida no contexto geológico da suíte intrusiva Morungaba, localizada na Serra dos Cocais, caracterizada por granitoides.

Valinhos está situada na zona de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica, o relevo caracteriza-se por apresentar morros e morrotes com predominância de declividades médias a altas, acima de 15%, variando de 600 a 650 metros em regiões próximas aos cursos d'água principais, e no caso do presente estudo, variando de 740 a 840 metros nos topos mais elevados na Serra dos Cocais.

A Serra dos Cocais apresenta tendências para formação de grutas e cavernas graníticas devido ao seu relevo acentuado, formado por morros com abundantes afloramentos graníticos com presença de inúmeros matacões. Diferentemente de rochas carbonáticas, rochas graníticas apresentam minerais com baixa solubilidade em água, dificultando formação de cavidades, no entanto o acúmulo de blocos pode favorecer a formação de pequenas cavidades naturais penetráveis.

Finlayson, segundo ESCH (1991), classifica cavernas não carbonáticas basicamente em duas classes, cavernas em blocos e cavernas em juntas. A Figura 1, mostra essa classificação.

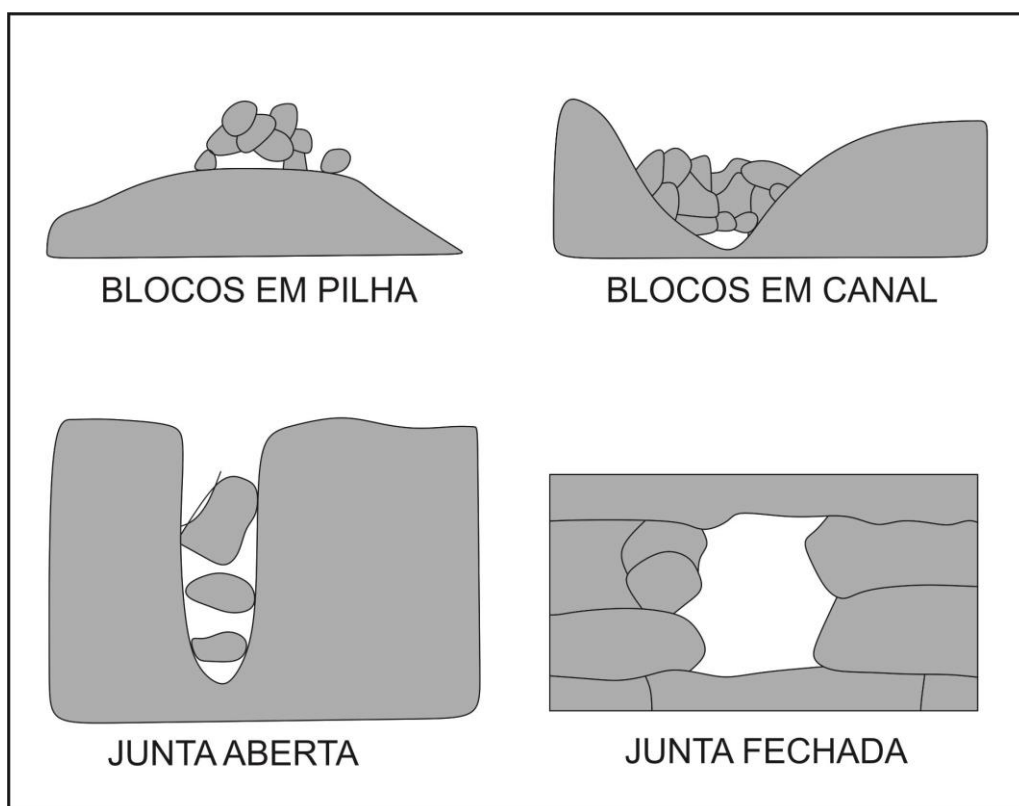


Figura 1- Classificação de cavernas não carbonáticas proposto por Finlayson.

ZAMPAULO *et. al.* 2007, fizeram expedições a Serra dos Cocais em Valinhos, SP, e confirmaram a presença de duas grutas e classificaram como cavernas de blocos em canal.

4 MÉTODO E TÉCNICAS UTILIZADOS

4.1 Resistividade Aparente (R_a)

A resistividade aparente é o parâmetro fornecido pelo método da eletrorresistividade. Seu princípio é baseado na passagem pelo solo de uma corrente contínua de intensidade I , transmitida por um par de eletrodos A e B, ligado a um emissor E (baterias ou grupo-gerador). Mede-se a diferença de potencial ΔV entre dois eletrodos M e N, conforme mostra a Figura 2, e a resistividade aparente (R_a) é dada pela fórmula $R_a = K \cdot \Delta V / I$, onde K é um coeficiente que depende das dimensões e arranjo do quadripolo AMNB.

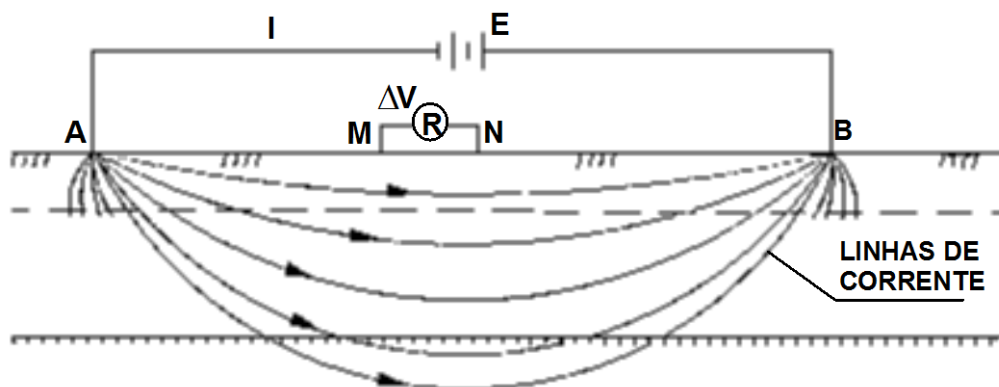


Figura 2 - Princípio do método da eletrorresistividade.

4.1.1 Caminhamento Elétrico

4.1.1.1 Objetivo

Trata-se de uma técnica de investigação horizontal, em uma ou em várias profundidades, aproximadamente constantes, a partir de medidas tomadas na superfície do terreno.

A finalidade do caminhamento elétrico é estudar as variações laterais da resistividade do subsolo, sendo muito adequado para detectar contatos geológicos verticais ou inclinados, matacões, mineralizações, diques, fraturamentos e/ou falhamentos e outros corpos ou estruturas que se apresentem como heterogeneidades laterais deste parâmetro. Também é usado na caracterização de aquíferos e de depósitos de areias e cascalhos, delineando os seus limites.

As investigações por caminhamento elétrico geralmente são efetuadas ao longo de perfis e os resultados obtidos se relacionam entre si através de um estudo em planta a uma profundidade determinada, ou ainda, através de seções com várias profundidades de investigação.

4.1.1.2 Arranjos

Arranjo Dipolo-Dipolo/Pseudo-seções de Resistividade

As pseudo-seções são assim chamadas porque os dados obtidos de diferentes níveis de investigação não correspondem aos valores reais dos parâmetros de cada camada investigada e referem-se a valores aparentes de resistividade. De forma semelhante, as profundidades na seção vertical são também apenas qualitativas.

Na interpretação dos dados das pseudo-seções obtém-se informações qualitativas sobre a posição espacial dos corpos em subsuperfície e, mais raramente, pode-se estimar o seu mergulho. Como decorrência, as informações são tão mais precisas quanto melhor a definição de uma anomalia de resistividade.

O arranjo eletródico de pseudo-seções que foi utilizado neste trabalho é o dipolo-dipolo. Neste arranjo, os eletrodos A e B de envio de corrente e os eletrodos M e N de potencial ou de recepção, são alinhados sobre um mesmo perfil. O arranjo é definido pelos espaçamentos $X = AB = MN$. A profundidade de investigação cresce com R e teoricamente corresponde a $\frac{1}{2} R$ (Figura 3).

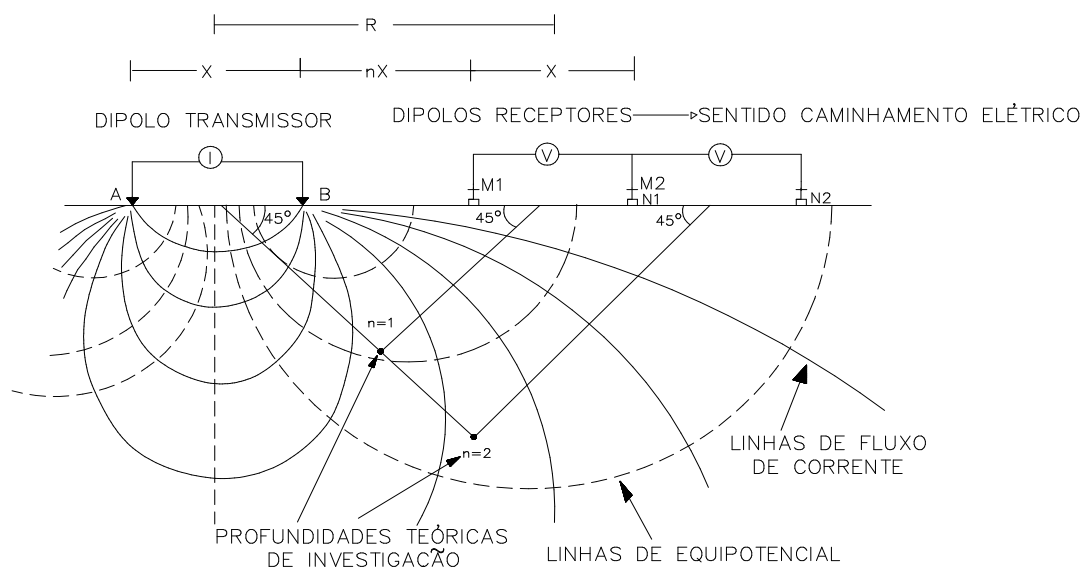


Figura 3 - Caminhamento Resistividade/Disposição no campo do arranjo dipolo-dipolo.

Comumente, as medidas são realizadas em várias profundidades de investigação, isto é, $n = 1, 2, 3, 4$ e 5 , e atribuídas na intersecção das linhas que partem a 45° dos centros de AB e MN.

A cada estação, os dois dipolos são deslocados a uma distância igual a X , e os dados obtidos são plotados nas posições $n = 1, 2, 3$, e interpolados, gerando uma pseudo-seção de resistividade aparente.

Atualmente, os resultados das pseudo-seções são processados em programas de inversão de dados em que são obtidas seções modeladas de resistividade que, em tese, reproduzem de uma maneira realista, a distribuição das resistividades em subsuperfície, mais facilmente correlacionáveis à geologia do local estudado.

5 ENSAIOS GEOFÍSICOS REALIZADOS

Para a aquisição dos dados foi utilizado o resistivímetro EEG – AL48 de fabricação italiana, apresentando voltagem máxima de 700V, potência de 350W e corrente máxima de 2A. Para esse levantamento foi utilizado cabos multi-eletrodos com espaçamento entre eletrodos de 5 metros com utilização de 48 canais.

O equipamento apresenta um chaveamento que é possível fazer leituras de AB=5, 10 e 20 metros chegando a profundidades de cerca de 40 metros de investigação.

Os levantamentos de eletrorresistividade com arranjo dipolo-dipolo foram efetuados nas Linhas A e B.

Após as aquisições em campo os dados foram processados juntamente com a topografia com o uso do programa RES2DINV, que determina automaticamente através de processos matemáticos um modelo 2D da subsuperfície terrestre.

As extensões lineares dos trabalhos são indicadas a seguir:

Linha A: com 595m lineares.

Linha B: com 715m lineares.

Total Final: 1310m lineares de levantamento geoeletrico.

6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos no trabalho realizado estão contidos nas figuras listadas a seguir e são apresentados no ANEXO A e B.

ANEXO A

- Figura 1- Localização das seções geofísicas e possíveis áreas de estruturas cársticas, Valinhos-SP.
- Figura 2- Pseudo-seção de resistividade aparente, seção modelada de resistividade e interpretação da seção A de geofísica.
- Figura 3- Pseudo-seção de resistividade aparente, seção modelada de resistividade e interpretação da seção B de geofísica.

ANEXO B

- Prancha de Fotos 1- A- Contato galvânico do eletrodo com o solo para a aquisição geolétrica multi-eletródica; B- Aquisição de dados em campo com o resistivímetro EGG-AL48; C- Aquisição de dados de GPS para a inversão das seções geofísicas com a topografia; D- Água com sal (NaCl) para um melhor contato galvânico entre o solo e o eletrodo.
- Prancha de Fotos 2- A- Seção geofísica A (próximo à estaca 130m) detalhe para muitos matacões ao fundo; B- Seção geofísica A (próximo à estaca 130m) com detalhe para área alagada causando baixos valores de resistividade; C- Seção geofísica B, com destaque para muitos matacões em superfície; D- Seção geofísica B com destaque de matacões enterrados onde o cabo multi-eletrodo passa.
- Coordenadas dos pontos das seções geofísicas A e B.

7 PROCESSAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos com os ensaios de eletrorresistividade do caminhamento elétrico, dipolo-dipolo, estão sendo apresentados nas figuras 2 a 3 do anexo A sob a forma de pseudo-seções de resistividade aparente e seções modeladas de resistividade.

As medidas de resistividade normalmente são apresentadas e interpoladas (contornos de isovalores) sob a forma de pseudo-seções que dão uma representação visual do comportamento das resistividades em subsuperfície. No entanto, as formas dos contornos não dependem exclusivamente das distribuições de resistividades medidas, mas também da geometria da configuração de eletrodos empregados. Mesmo corpos de formas geométricas simples (retangulares, p. ex.), apresentam pseudo-seções completamente diferentes, conforme o arranjo empregado.

Nesse sentido, para obter-se uma seção de resistividade mais precisa, torna-se necessária a aplicação de processos de inversão nos dados que, em tese, conduz a uma aproximação razoável de modelos para diversas estruturas geológicas. Estes processos de inversão foram empregados no tratamento dos dados deste levantamento, usando-se o software RES2DINV.

As seções modeladas são resultantes de um processo automático de inversão 2-D. Os processos de inversão de dados de resistividade buscam estabelecer um modelo da provável distribuição real dos valores de resistividade em subsuperfície. As eventuais distorções nas pseudo-seções inerentes aos arranjos de eletrodos são, teoricamente, eliminadas pelos processos de inversão.

As seções modeladas também foram submetidas à correção topográfica, sendo que os dados de topografia foram levantados através de GPS de mão (Garmin eTrex 30).

8 INTERPRETAÇÃO

As figuras 2 e 3 trazem as pseudo-seções de resistividade aparente e seções modeladas de resistividade dos perfis e sua interpretação. Estas formas de apresentação dos dados mostram os contrastes de resistividade que podem ser correlacionados a aspectos litológicos e/ou estruturais em subsuperfície.

As pseudo-seções de resistividade aparente trazem os dados brutos originais conforme a aquisição de campo e apresentados na forma de plotagem proposta por Hallof (1957) e ilustrada na Figura 3 deste Relatório.

As seções modeladas de resistividade apresentam os dados processados submetidos a processos matemáticos e automáticos de inversão pelo software RES2DINV, conforme já descrito no item 7.

A Figura 1 do Anexo A, mostra a localização de todos os ensaios geofísicos presentes nesse trabalho e possíveis áreas de estruturas cársticas, sobreposto a imagem aérea obtida através do Google Earth.

A área é de ocorrência de rochas ígneas (granitos) e o foco principal dessa prospecção geofísica é obter assinaturas geofísicas correlacionáveis a possíveis cavernas existentes na área de estudo.

A resistividade é uma medida de dificuldade que um determinado material impõe à passagem de uma dada corrente elétrica, ou o inverso a condutividade, que é a facilidade com que a corrente elétrica passa através de um certo material, portanto, altas resistividades traduzem baixas condutividades.

A resistividade elétrica das rochas cristalinas (no caso granitos) são normalmente altas, devido a vários fatores, como p.e. composição mineralógica e estrutura. No entanto se a rocha *in situ* estiver alterada, fraturada, ou ser submetida a qualquer tipo de intemperismo a resistividade tende a baixar.

No presente trabalho, altas resistividades em profundidade são atribuídas a tendência estrutural do topo rochoso, e altas resistividades em subsuperfície do terreno são atribuídas aos matacões, que são blocos de rochas compactas, tendo sua origem por intemperismo físico e químico, sendo transportados ou não. As baixas resistividades são interpretadas como sendo o capeamento de solo superficial e rocha alterada.

Para o modelo geoeletrico foram atribuídos valores de resistividades (ρ) menores que 800 $\Omega.m$ como sendo capeamento de solo e rocha alterada e

resistividades (ρ) maiores que 1500 $\Omega.m$ como sendo o topo rochoso em profundidade e matacões em subsuperfície (Fig. 2 e 3 do ANEXO A).

Desta forma, é possível estabelecer-se uma correlação entre as zonas de resistividades mais baixas com zonas de resistividade mais altas.

Nas duas seções geofísicas realizadas na área de estudo foram determinados zonas com presença de matacões em subsuperfície, que são o foco principal desse trabalho, ver item 3.

Em alguns locais foram assinalados os locais que possam existir feições cársticas.

Foram assinaladas 2 áreas na seção A, que estão relacionadas com as altas resistividades em subsuperfície geradas pela presença de matacões e também pelas baixas resistividades (em vermelho na seção modelada), que podem estar ligadas com a presença de água em um possível canal que passe nesse carste. A presença de mata densa também é um bom indicador, já que nas grutas caracterizadas por ZAMPAULO *et. al.* 2007, há uma faixa de mata que acompanha o canal.

Na seção B foram assinaladas também três áreas de possíveis carstes, que estão relacionadas com as altas resistividades dos matacões e com o topo rochoso mais raso.

Devido à alta complexidade e dimensões variadas deste tipo de feição cárstica, fica muito difícil sua caracterização precisa. Apesar de assinalados os locais de maior probabilidade de carstes nas seções geofísicas, a caracterização de matacões nas seções interpretadas não deve ser menosprezada, pois estas cavernas apresentam situação dinâmica. Este tipo de ambiente geológico está sujeito a alterações em sua morfologia, como p.e. em períodos de chuvas prolongados, intensificando os processos erosivos e facilitando o transporte de matacões, formando novas estruturas cársticas.

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo principal desta prospecção geofísica foi determinar áreas com possíveis estruturas cársticas.

As informações contidas neste relatório em conjunto com um mapeamento espeleológico das áreas propícias a existir estruturas cársticas, atende o objetivo principal do trabalho em sua excelência.

O mapeamento de matacões com eletrorresistividade, apesar de existirem ou não cavernas em seu entorno, é de suma importância nas fases seguintes do projeto a ser implantado na área investigada, orientando sua estratégia.

O método da eletrorresistividade é uma técnica geofísica de prospecção indireta. Assim sendo, as informações aqui contidas são estimativas baseadas em interpretações a partir da propriedade física da eletrorresistividade, devidamente correlacionada à geologia local.

Mesmo a eletrorresistividade sendo uma técnica geofísica de prospecção indireta, trata-se de uma ferramenta muito eficaz nas estimativas de estratos geológicos horizontais ou sub-horizontais, como o topo da rocha subjacente e a presença de matacões.

As figuras apresentadas neste relatório representam a síntese e interpretação de todo o trabalho realizado.



Diego Daniel Silva
Geólogo

CREA – 5069219087

São Paulo, 9 de junho de 2015.

Geo Supply Soluções Geológicas Ltda. Endereço: Rua 25 de Julho, 130 -

Sacomã CEP: 04182-050

Telefone: (11) 2501-1366 (11) 99326-3886

diego.silva@geosupply.com.br

contato@geosupply.com.br

10 BIBLIOGRAFIA CITADA E/OU CONSULTADA

- EDWARDS, L. S. 1977. A modified pseudo-section for resistivity and induced-polarization. *Geophysics*, v.3, p.78-95.
- ESCH, L. 1991. Speleogenesis in the Lost Creek Wilderness Area, 2 Colorado. *Geo*, 18: 31-35.
- HALLOF, P. G. 1957. On the interpretation of resistivity and induced polarization measurements: Cambridge, MIT, Ph. D. thesis.
- LOKE, M.H. & BARKER, R.D., 1996a, Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections by a quasi-Newton method. *Geophysical Prospecting*, 44, 131-152 .
- LOKE, M.H. & BARKER, R.D., 1996b, Practical techniques for 3D resistivity surveys and data inversion. *Geophysical Prospecting*, 44, 499-523.
- ZAMPAULO, *et. al.*, 2007. Impactos em grutas graníticas na Serra dos Cocais (Valinhos-SP): Patrimônio espeleológico desconhecido. *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 335-345.

ANEXO A

Figuras 1 a 3

LOCALIZAÇÃO DAS SEÇÕES GEOFÍSICAS E POSSÍVEIS ÁREAS DE ESTRUTURAS CÁRSTICAS, VALINHOS-SP

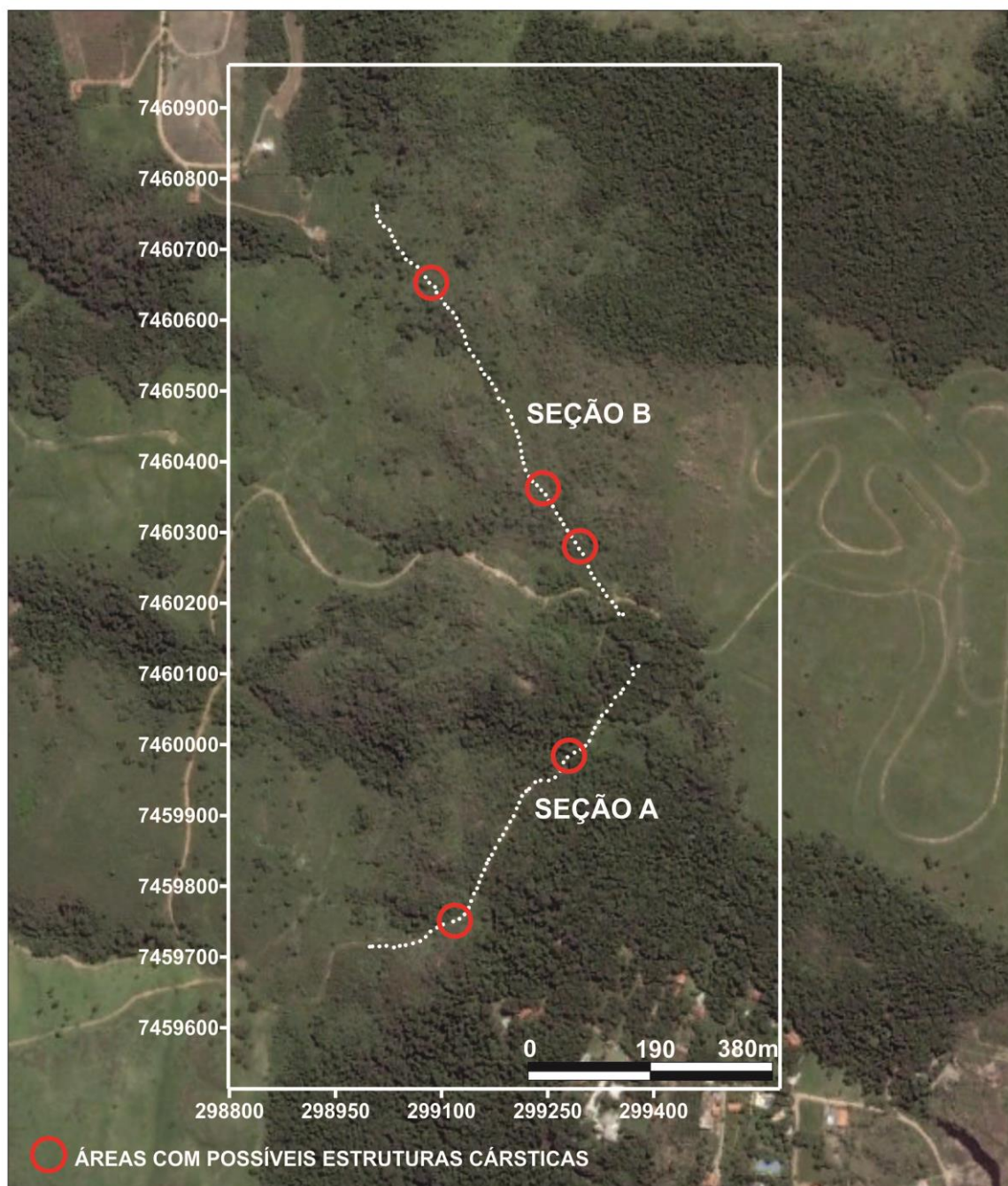


Figura 1- Localização das seções geofísicas e possíveis áreas de estruturas cársticas, Valinhos-SP.

LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE VALINHOS -SP SEÇÃO A

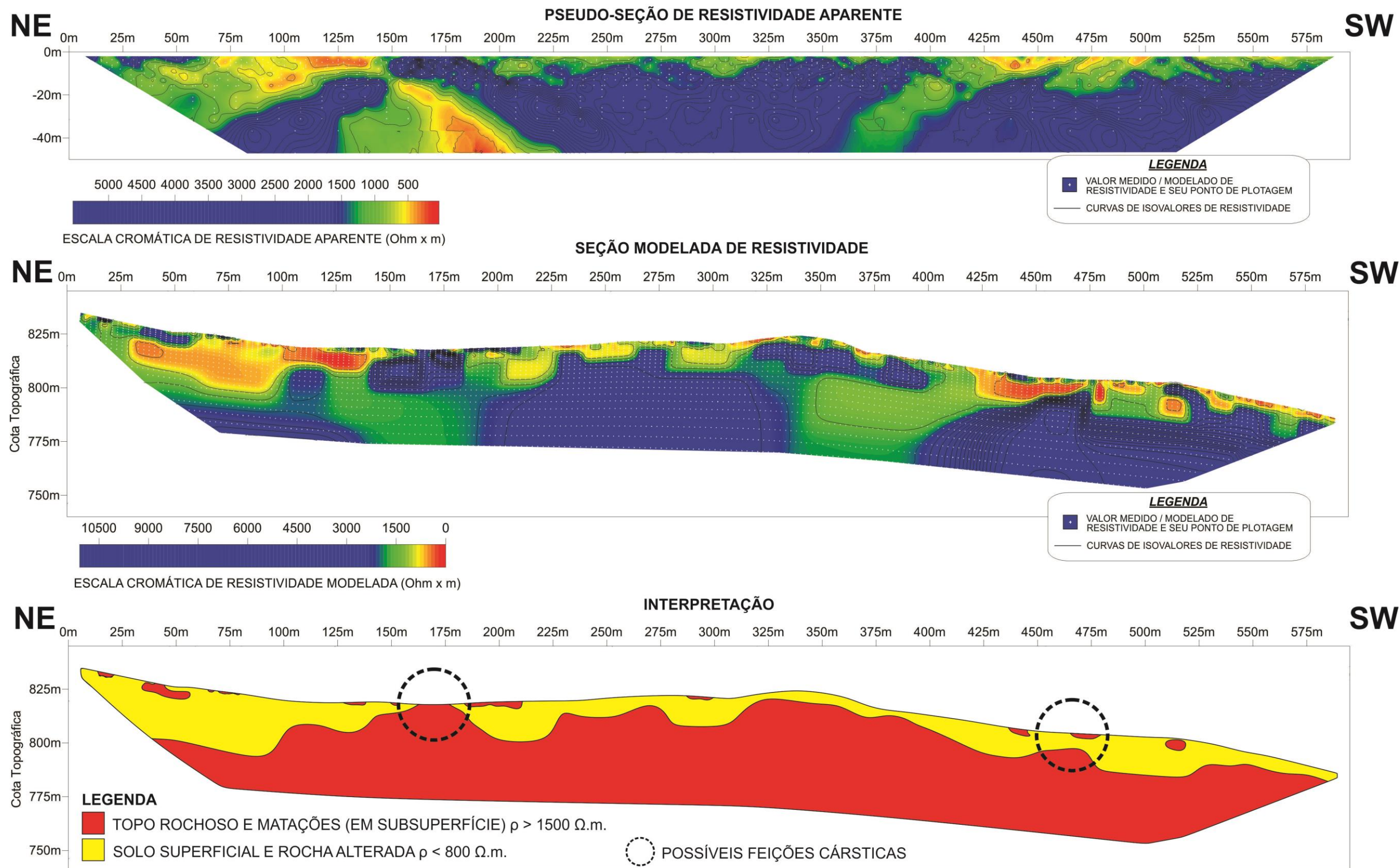


Figura 2- Pseudo-seção de resistividade aparente, seção modelada de resistividade e interpretação da seção A de geofísica.

LEVANTAMENTO DE ELETRORRESISTIVIDADE VALINHOS -SP SEÇÃO B

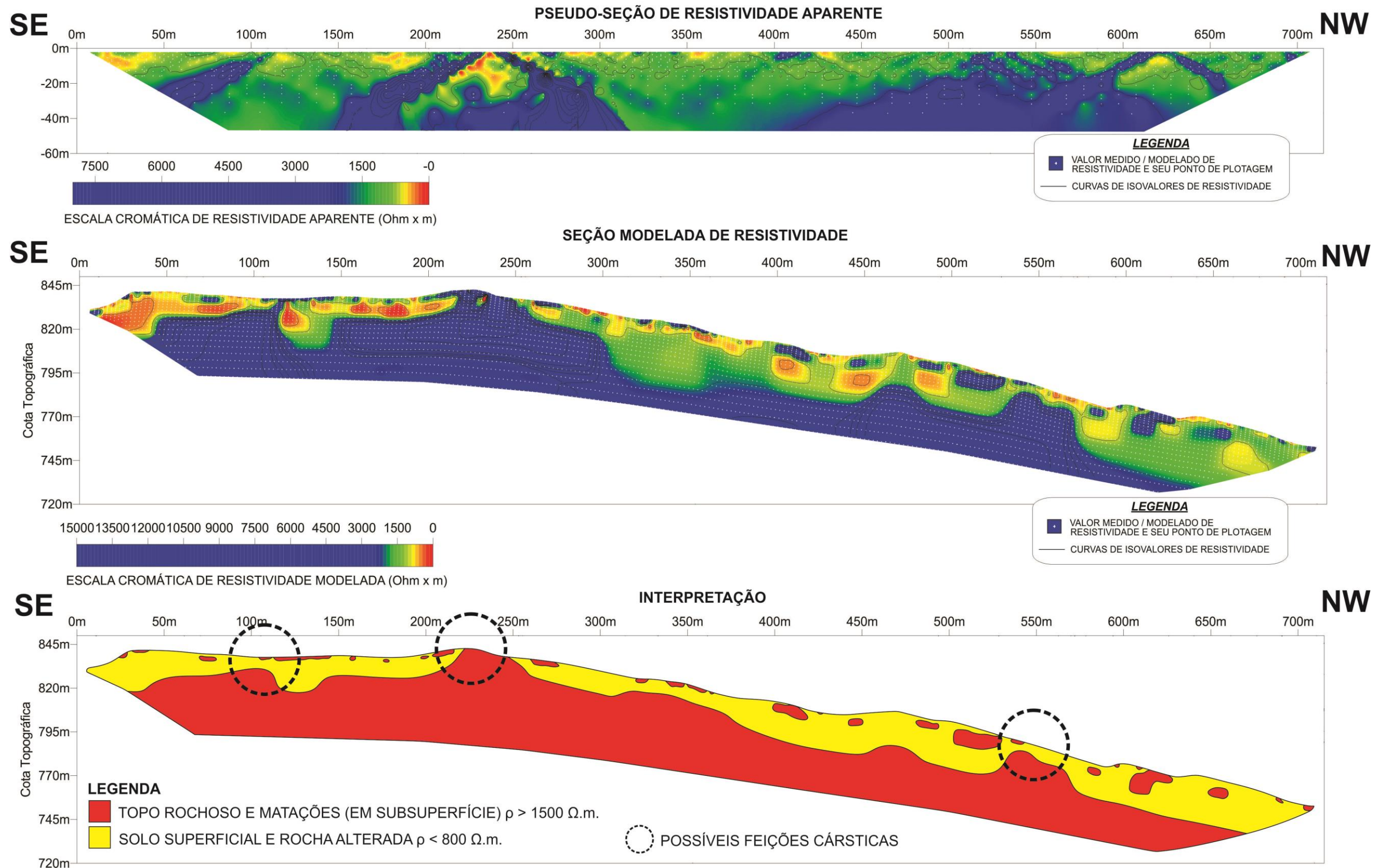
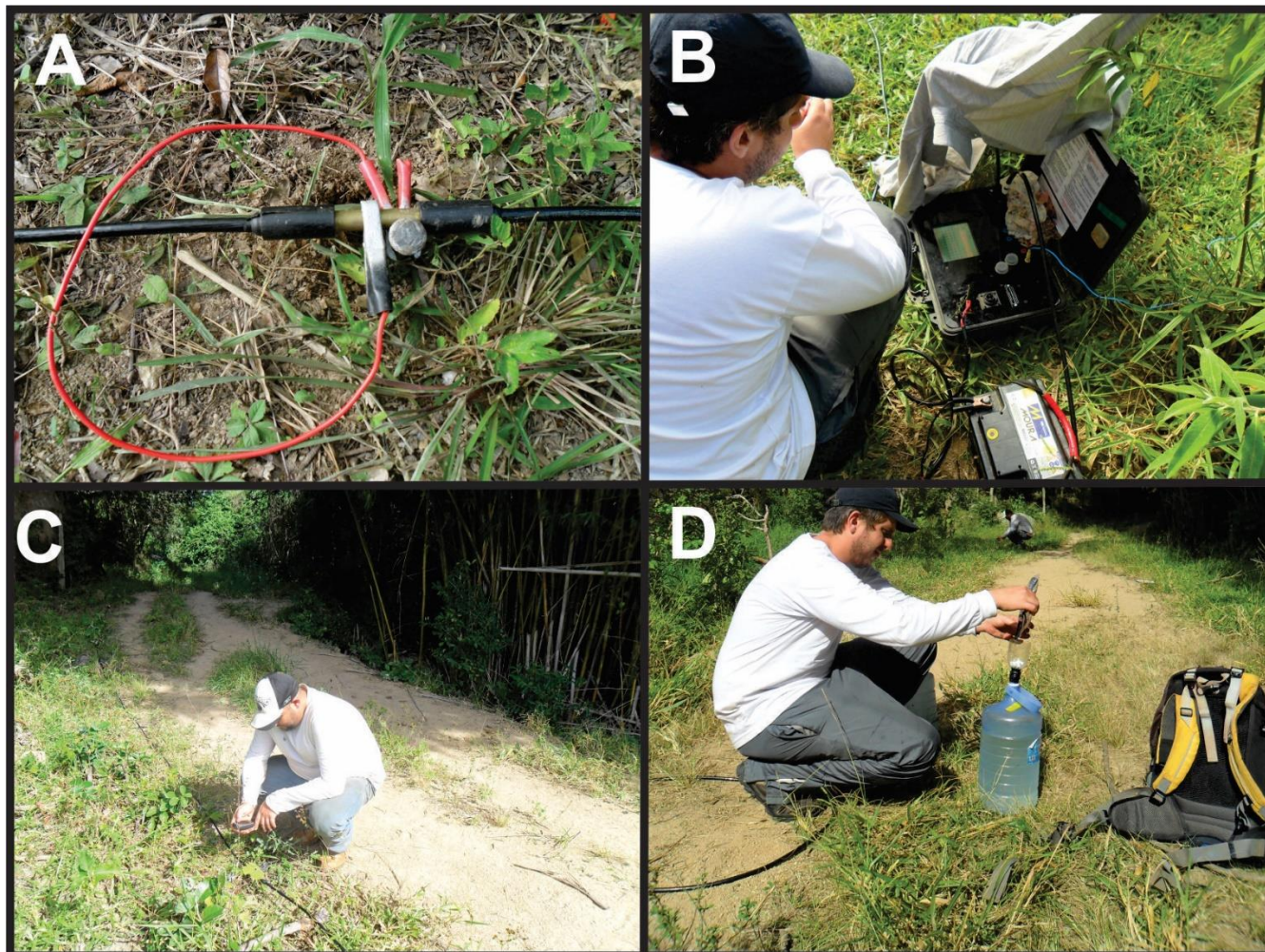
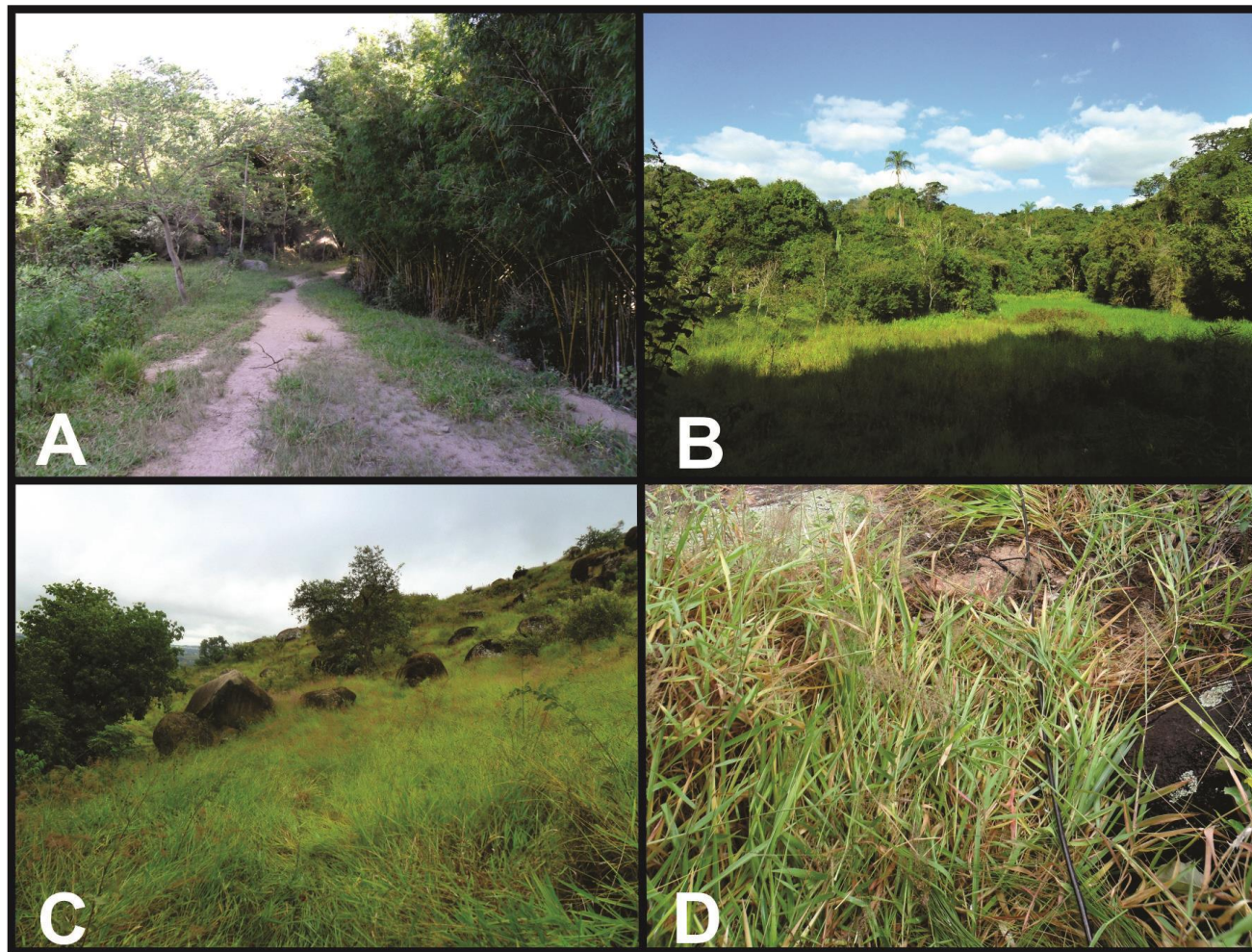


Figura 3- Pseudo-seção de resistividade aparente, seção modelada de resistividade e interpretação da seção B de geofísica.

ANEXO B
***Pranchas de fotos e coordenadas das seções
geofísicas.***



Prancha de Fotos 1- A- Contato galvânico do eletrodo com o solo para a aquisição geolétrica multi-eletródica; B- Aquisição de dados em campo com o resistivímetro EGG-AL48; C- Aquisição de dados de GPS para a inversão das seções geofísicas com a topografia; D- Água com sal (NaCl) para um melhor contato galvânico entre o solo e o eletrodo.



Prancha de Fotos 2- A- Seção geofísica A (próximo à estaca 130m) detalhe para muito matacões ao fundo; B- Seção geofísica A (próximo à estaca 130m) com detalhe para área alagada causando baixos valores de resistividade; C- Seção geofísica B, com destaque para muitos matacões em superfície; D- Seção geofísica B com destaque de matacões enterrados onde o cabo multi-eletrodo passa.

COORDENADAS DE PONTOS DA SEÇÃO A

ESTACA (m)	COORDENADAS		ALTITUDE (m)
A00	299378.6	7460111	837
A10	299369.8	7460107	834
A20	299371.2	7460099	832
A30	299364.3	7460088	830
A40	299356.8	7460078	828
A50	299353.6	7460073	826
A60	299345.7	7460067	826
A70	299339.8	7460056	825
A80	299333.6	7460047	823
A90	299326.7	7460041	821
A100	299322.5	7460032	820
A110	299316.9	7460024	819
A120	299313.3	7460016	819
A130	299309	7460005	819
A140	299303.3	7459998	819
A150	299297	7459994	819
A160	299288.1	7459989	818
A170	299278.3	7459983	818
A180	299272.4	7459975	818
A190	299268.3	7459963	819
A200	299260.8	7459954	819
A210	299251.5	7459949	819
A220	299240.1	7459950	820
A230	299232.6	7459947	820
A240	299224	7459938	820
A250	299219.7	7459934	821
A260	299213.7	7459928	822
A270	299210	7459918	822
A280	299206.3	7459910	822
A290	299202	7459899	822
A300	299197	7459891	821
A310	299191.8	7459882	821
A320	299187	7459873	823
A330	299182	7459865	824
A340	299176	7459854	825
A350	299171.3	7459845	824
A360	299166.6	7459838	822
A370	299164	7459832	817
A380	299160.7	7459823	816
A390	299156.5	7459815	814

A400	299153.2	7459806	813
A410	299150.4	7459797	811
A420	299145.7	7459790	810
A430	299141.8	7459779	808
A440	299138.4	7459770	807
A450	299132.6	7459760	805
A460	299125.3	7459754	805
A470	299116.4	7459750	804
A480	299102	7459746	804
A490	299093.7	7459742	804
A500	299084.4	7459736	803
A510	299077.5	7459729	803
A520	299069.7	7459723	802
A530	299059.5	7459719	800
A540	299049.2	7459717	797
A550	299040.8	7459716	795
A560	299032.6	7459714	793
A570	299021.9	7459716	791
A580	299012.1	7459715	788
A590	299002.2	7459715	786
A595	298998.4	7459714	785

COORDENADAS DE PONTOS DA SEÇÃO B

ESTACA (m)	COORDENADAS		ALTITUDE (m)
B00	299356.7	7460184	831
B10	299350.7	7460185	832
B20	299346.8	7460195	835
B30	299341.4	7460202	842
B40	299333.6	7460210	842
B50	299328.2	7460219	842
B60	299322.6	7460226	841
B70	299315.9	7460235	840
B80	299311.5	7460242	840
B90	299307.6	7460252	839
B100	299304.6	7460260	838
B110	299300.1	7460269	838
B120	299294.3	7460277	838
B130	299289.2	7460286	838
B140	299283.5	7460294	839
B150	299278	7460303	839
B160	299272.5	7460311	839
B170	299268.1	7460319	838
B180	299262.7	7460327	838
B190	299257.5	7460337	838
B200	299251.7	7460345	840
B210	299247.4	7460353	842
B220	299241	7460360	843
B230	299234.9	7460367	843
B240	299228.3	7460372	839
B250	299223.8	7460379	838
B260	299218.8	7460388	837
B270	299216	7460398	836
B280	299213.8	7460406	834
B290	299212.6	7460415	832
B300	299211	7460425	830
B310	299208.5	7460435	828
B320	299205.7	7460443	826
B330	299200.9	7460453	826
B340	299198.5	7460463	824
B350	299194	7460472	823
B360	299187.2	7460485	819
B370	299180.9	7460489	816
B380	299177.1	7460502	814
B390	299171.2	7460510	814

B400	299167.1	7460518	813
B410	299160.6	7460523	811
B420	299155.9	7460531	807
B430	299151.9	7460541	806
B440	299145.1	7460549	805
B450	299139.2	7460559	806
B460	299135	7460567	806
B470	299132.8	7460577	808
B480	299129.2	7460585	804
B490	299124.5	7460593	802
B500	299121.1	7460603	802
B510	299116	7460611	799
B520	299108.9	7.460.617	796
B530	299104.6	7460623	793
B540	299099	7460632	791
B550	299092.9	7460639	788
B560	299090.7	7460647	784
B570	299082.6	7460653	781
B580	299077.2	7460661	778
B590	299070.8	7460669	775
B600	299065.9	7460675	778
B610	299056.8	7460681	775
B620	299049.4	7460686	772
B630	299045.3	7460694	769
B640	299038.1	7460702	771
B650	299033.7	7460711	769
B660	299029.8	7460719	766
B670	299026.4	7460727	764
B680	299018.3	7460733	761
B690	299012.5	7460739	757
B700	299008.6	7460747	754
B710	299008.8	7460756	753
B715	299009	7460761	753