

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E
APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ
LOPES (SP)**

Sílvia Cristina Benites Gonçalves

Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004/28)

SÃO PAULO
2004

TF
G635
SCB.p

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**Patrimônio Geológico: Conceito e Aplicação para a
Área da Serra de André Lopes**

Silvia Cristina Benites Gonçalves

Monografia de Trabalho de Formatura

Banca Examinadora

Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo _____

Prof. Dr. Paulo Nogueira Neto _____

Prof. Dr. Paulo César Boggiani _____

São Paulo

2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E
APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ
LOPES (SP)**

Sílvia Cristina Benites Gonçalves



Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(TF - 2004/28)

DEDALUS - Acervo - IGC



30900016362

SÃO PAULO
2004

TF
G635
SCB p

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E
APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ
LOPES (1971)

Série Geologia Básica Geológica



Geologia Básica Geológica

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA
(1971-1972)

SÃO PAULO
1972

1. IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto de Geociências

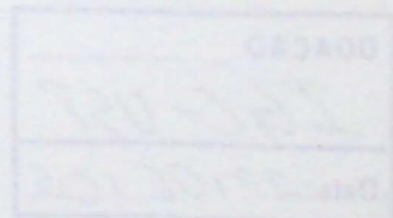
*Projeto nº*28

Tema: Patrimônio Geológico: Conceito e Aplicação para a área da Serra de André Lopes (SP)

Aluna: Sílvia Cristina Benites Gonçalves

Orientação: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo - GSA

São Paulo, 2004.



IDENTIFICACAO

1. Nome do doador ou doadora

Nome do

2. Endereço completo do doador ou doadora (Rua, Número, Bairro, Cidade, Estado, CEP)

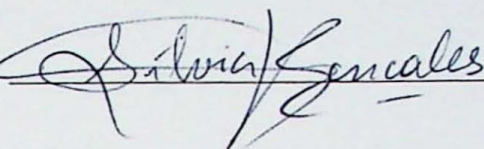
3. Nome do estabelecimento de ensino

4. Endereço completo do estabelecimento de ensino (Rua, Número, Bairro, Cidade, Estado, CEP)

DOACAO
IGC-USP
Data: 27/06/05

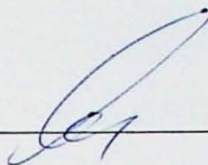
São Paulo, 04 / 05 / 2005

Aluna: Sílvia Cristina Benites Gonçalves



De acordo

Orientador: Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo:



Dedico à saudosa Nair Benites Gonçalves. Mãe zelosa, forte, virtuosa, entre outras aprendizagens, trouxe à luz de meus conhecimentos: *"Ensina-nos a contar os nossos dias de tal maneira que alcancemos corações sábios."* (Salmo 90:12)

AGRADECIMENTOS

A Deus, havendo outrora falado aos nossos pais diversas vezes e de muitas maneiras pelos profetas, nestes últimos dias nos falou pelo Filho, a quem constituiu herdeiro de todas as coisas, pelo qual também fez o mundo (Hebreus 1.1,2).

Ao Orientador, Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo, por tudo, à sua esposa Anna. Marido, Luís, filha, Laís, pai, José, irmãos, Ana, Rogério, Isabel (muito me auxiliaram) e Júnior (Prof. e Geógrafo, formado pela USP, pelas incansáveis revisões deste trabalho); cunhados, Paulo e Rosedalle (pelo apoio e paciência); todos os professores deste Instituto e de outros que participaram da minha formação. Especialmente a: Profs. Drs. Karmann, Ginaldo, Boggiani, Teodoro, Marcelo Rocha, MacReath; pós-graduando: Carvalho, Faleiros, Neide e Jorge; colegas: Sidney, Jaqueline de Fátima; Stela e Aparecida (Biblioteca); Elaine (Labsed), Josefa (Paleo), Marilda, Ivoneide e Diego (Secretaria), Antônio (LIG), expresso a minha gratidão, estendo aos funcionários, colegas, sem os quais não poderia terminar esta etapa. Ao Prof. Raphael (Shelter Language School, Campinas). Deus sempre abençoe a todos.

À Pró-Reitoria de Cultura e Extensão, pelo apoio financeiro deste projeto.

Ao Laboratório de Informática Geológica, pelo apoio dos recursos de computação, de impressão e humano.

ÍNDICE

1. Patrimônio Geológico: Conceito e Aplicação para a área da Serra de André Lopes	
2. RESUMO	01
3. ABSTRACT	02
4. INTRODUÇÃO	03
4.1 Patrimônio Geológico	03
4.2 Produtos do trabalho	07
4.3 Localização	08
4.4 Histórico e medidas de proteção	10
5. METAS E OBJETIVOS	11
6. TRABALHOS PRÉVIOS	12
6.1 Geologia Regional	12
6.1.1 Bloco Serra da Bandeira	13
6.1.2 Geologia das rochas carbonáticas da região	14
6.2 Geologia da Serra de André Lopes	15
6.3 Evolução Tectônica Regional	18
6.4 Geomorfologia Regional	19
6.5 Geomorfologia da Serra de André Lopes	21
6.6 Evolução da Paisagem Cárstica	23
6.7 Geoprocessamento e processamento digital das imagens de satélite da área de estudo	27

7. MATERIAIS E MÉTODOS	30
8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	32
9. RESULTADOS OBTIDOS	34
10. INTERPRETAÇÃO/ DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	35
11. CONCLUSÕES	37
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
13. ANEXOS	41

Anexo 1: Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra.

Anexo 2: Legislação referente à proteção ao Patrimônio Espeleológico.

Anexo 3: Formulário da proposta para reconhecimento da Serra de André Lopes como Sítio Geológico.

Anexo 4: Descrição da área de estudo para documentação da proposta.*

Anexo 5: Descrição geológica e geomorfológica da área em linguagem adequada ao público geral.

Anexo 6: Folheto para visitantes do Núcleo Caverna do Diabo.

Anexo 7: Painéis para divulgação do conhecimento geológico e de outras informações referentes à Serra de André Lopes.

* Nota: texto separado das figuras, diagramação será realizada pela SIGEP. Estas figuras são referentes inclusive ao texto do anexo 5, neste trabalho.

2. RESUMO

A Serra de André Lopes, localizada à margem direita do médio curso do Rio Ribeira de Iguape, no município de Eldorado, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga. Esta área consiste em importante patrimônio geológico e natural, devido os seus valores: geológico, pelo relevo cárstico com presença de sumidouros, dolinas e cavernas; geomorfológico, apresentando escarpas e vales subparalelos, relevos montanhosos e morros cársticos; paisagístico, belo cenário natural; ecológico, flora e fauna preservadas, consideradas Reserva da Biosfera; e por fim cultural, com a presença de comunidade quilombola.

Há onze cavernas conhecidas na região, entre as quais, a Gruta da Tapagem, denominada usualmente Caverna do Diabo, considerada uma das maiores do Brasil, com aproximadamente 60m de entalhamento vertical e 8.262m de comprimento, cujos primeiros 700m são abertos para a visitação do público geral, contando com trilhas e acesso pavimentado, escadaria, luzes e monitores para orientação aos visitantes. Destacam-se também a Trilha do Bugio e cachoeiras como a Queda do Meu Deus.

Os objetivos deste trabalho foram contribuir para o melhor conhecimento do patrimônio geológico e natural da área da Serra de André Lopes e colaborar com a sua preservação. Foram desenvolvidas gestões para seu reconhecimento como Sítio Geológico pela UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) e produzidos materiais de educação ambiental, voltados para os monitores e visitantes do centro turístico localizado na Caverna do Diabo.

3. ABSTRACT

The Andre Lopes Mountain, situated on the right margin of the medium course of Ribeira River in Iguape, Eldorado county, south-southeastern region of Sao Paulo State, has part of its area situated on the center-northern portion of Jacupiranga State Park. It is an important natural and geological heritage site, due to its natural values. From the geological aspect, by its karstic relief with the presence of large dolines, stream swallets and caves; geomorphological aspects, due to escarpments and sub-parallel valleys, mountainous topography; beautiful natural scenery; flora and wildlife considered as a Biosphere Reservation Area; and cultural, presence of a Quilombo community.

There are eleven known caves, among which the Tapagem Grotto, usually referred to as Devil's Cave, considered one of the largest caves in Brazil. It measures nearly 60m vertically and 8.262m long. Its first 700m are open to general public visitation, with tracks and paved access roads, flights of stairs, lights and monitors to assist visitors. Other important points are the Ape's Track and falls such as My God's fall.

This work aims at contributing for a better understanding of Andre Lopes Mountain's natural and geologic site and to cooperate for its preservation. Steps were taken for its recognition as a Geologic Site and materials were produced for environmental education for monitors and visitors at the tourist center situated at Devil's Cave.

4. INTRODUÇÃO

Esta monografia teve como objetivo a apresentação dos conceitos de patrimônio geológico e sua aplicação para a área da Serra de André Lopes.

O trabalho abordou a: organização de mapas e localização da área estudada, o histórico da sua descoberta e levantamento das medidas de proteção.

Foram realizados também a inventariação, organização e divulgação do patrimônio geológico e natural desta área.

Nos trabalhos prévios está esclarecida a revisão bibliográfica sobre: geologia regional, geologia das rochas carbonáticas, geologia da serra, evolução tectônica regional, geomorfologia regional, geomorfologia da serra, evolução da paisagem cárstica, geoprocessamento e processamento das imagens de satélite referentes a esta área.

Os materiais utilizados durante esta pesquisa são os programas e softwares disponíveis no Laboratório de Informática Geológica (LIG). A metodologia adotada foi dividida em etapas, conforme citadas anteriormente.

O desenvolvimento do trabalho foi modificado do cronograma inicial, porém foram realizadas todas as atividades propostas.

Estão apresentados também nesta monografia os resultados obtidos, a avaliação geral e conclusões.

4.1 Patrimônio Geológico

O Patrimônio Geológico segundo Cachão (1998) é um componente importante do Patrimônio Natural, definido como um georrecurso não renovável que, pelo seu valor científico, pedagógico e cultural, deve ser preservado para as gerações vindouras. Navarro (2004) destaca também os valores didáticos e paisagísticos deste recurso natural, merecedor de uma gestão adequada; o autor expõe também que, na atual sociedade, é cada vez mais habitual o contato com a natureza e sua apreciação como um patrimônio valioso e útil para as pessoas, tanto em seus aspectos de ócio e saúde, como nos aspectos de progresso social e econômico.

A compreensão do conceito de Patrimônio Geológico nos remete à Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, apresentada em 1991 no Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico (Anexo 1), no qual esclarece a importância da preservação da memória do passado da Terra, registrada em profundidade ou na superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registro que pode ser lido e traduzido.

A relevância da conservação e da preservação de áreas naturais no Brasil, de significância histórica, científica, paisagística e cultural, tem sido tema de discussão de estudiosos e de políticos. A prática em campo difere do debate político e científico. Apesar da legislação existente, a depreciação e o mau uso, principalmente pela comunidade e por visitantes dessas áreas, apontam para uma ação direta e efetiva junto à administração do Parque e centro de visitação turística dessa área (Watanabe, 2003). Diante deste contexto, este trabalho teve a pretensão de contribuir para a organização e generalização da bibliografia existente sobre a área da serra de André Lopes, dentro do conceito de patrimônio geológico, expondo uma breve introdução na complexidade do assunto e a importância da preservação do tipo de rocha hospedeira de sistemas cársticos existentes na área; também, foi realizado o processamento da imagem de satélite da área de estudo, referente à setembro de 2002, o qual possibilitou sua interpretação, mostrando o seu estado de preservação: apesar de ser considerada Reserva da Biosfera, foram identificadas áreas de desmatamento.

Existem vastas referências sobre projetos desenvolvidos e em desenvolvimento sobre o tema "Patrimônio Geológico" dos quais citamos como exemplos:

- Projeto referente à área do "Parque Natural do Douro Internacional" (PNDI) no Nordeste de Portugal, que visa contribuir para a inventariação do patrimônio geológico nesta região (Dias, 2001). Trata-se de um projeto de caráter interdisciplinar, envolvendo investigadores provenientes de duas instituições portuguesas (Universidade do Minho e Instituto Geológico e Mineiro). Os principais objetivos deste projeto são: aprofundar o conhecimento geológico no PNDI; desenvolver instrumentos científicos de suporte ao planejamento e gestão nestas áreas; inventariar e caracterizar locais de interesse geológico e geomorfológico; contribuir para a sensibilização do público em relação à necessidade de preservar o patrimônio.

Para atingir esses objetivos os investigadores utilizam a seguinte metodologia: cartografia geológica e geomorfológica; caracterização dos materiais geológicos (estudos petrográficos, mineralógicos, geoquímicos, isotópicos e sedimentológicos); inventariação dos recursos geológicos; inventariação e caracterização de geossítios, de acordo com o seu conteúdo, valor, utilidade e relevância.

Com base no tratamento e integração do conjunto dos dados a serem obtidos, o projeto possibilitará a disponibilização dos seguintes resultados relativos ao PNDI: Carta Geológica, Carta Geomorfológica e Carta de Recursos Geológicos (na escala 1:100.000); Carta de Geossítios; Livro "Guia Geológico"; Páginas Web; ações de formação e sensibilização dirigidas ao pessoal do Parque Natural.

Os investigadores prevêem que a definição e a caracterização de locais de interesse geológico, na área do PNDI, terão impactos ambientais e sociais positivos, pois irá contribuir para com a Educação Ambiental da população em geral e, em particular, da população escolar, sensibilizando-os para a necessidade de preservação do património geológico. O sistema educativo poderá igualmente beneficiar-se dos resultados e dos materiais publicados por meios tradicionais e eletrónicos (Dias, 2001).

- Outro exemplo é descrito no "Projeto Geira e programa Nónio Século XXI" (Azevedo et al., 1999) que apresenta um exemplo de integração da Internet para fazer publicação de objeto geológico de diferentes escalas. Este projeto dispõe de um software que permite a visualização de imagens panorâmicas em 360°, o qual pode contribuir para popularizar o conhecimento geológico.

A implantação de novas informações e tecnologias de comunicação em diferentes níveis da atual sociedade, vem sendo assimilada pela comunidade científica, alterando radicalmente o caminho da Ciência para se fazer presente aos cidadãos.

Apesar de existirem algumas dificuldades, a utilização de meios informáticos deve ser incentivada e encarada como uma importante vertente na implantação de sistemas de informação e de divulgação do património geológico (Brilha, 1999).

São notáveis os avanços de grandes projetos no contexto do conceito de Patrimônio Geológico, inclusive no Brasil; durante o 31º Congresso Geológico Internacional, realizado em agosto de 2000: foi realizado o tombamento como Patrimônio Geológico o Morro do Pão de Açúcar, na cidade do Rio de Janeiro.

Diante do conceito de patrimônio geológico, foram realizadas neste trabalho atividades de revisão bibliográfica, seleção de materiais, tais como mapa geológico local e fotos disponíveis sobre a área da Serra de André Lopes, para a efetivação de gestões visando o reconhecimento da área pela UNESCO, como Sítio Espeleológico, foram também produzidos materiais de divulgação que apresentam essas informações de maneira clara, consciente, objetiva e simples para residentes locais e visitantes.

Este trabalho representa uma introdução do assunto, cujas possibilidades de discussão não se esgotam nele, mas abre novas linhas de trabalho, tais como o treinamento de monitores, o levantamento das cavernas ainda não mapeadas e a interação com os grupos que realizam trabalhos semelhantes em outras áreas, como a do Parque Estadual do Alto Ribeira (PETAR).

A Serra de André Lopes é preponderantemente um sítio espeleológico, que se caracteriza por extenso corpo rochoso, denominado Mármore da Tapagem, apresentando forma elíptica em mapa, dimensões aproximadas de 23 km por 4 km, feições cársticas muito bem desenvolvidas, drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas, sumidouros, lagos e paredões verticais de mármore. A rocha é hospedeira de sistemas de cavernas, sendo que muitas já foram localizadas por Campanha (1991), no programa de mapeamento do Inst. de Pesquisas Tecnológicas (IPT) cujo material está disponível para sistematização.

Faz-se necessário esclarecer a importância da Serra na caracterização de processos geológicos - chave regionais, tais como a origem das cavernas, a hidrogeologia, os registros paleoclimáticos nos sedimentos presentes nestas cavernas e a dinâmica do sistema cárstico.

Ressalta-se também a sua vegetação exuberante de Mata Atlântica, a sua expressão cênica e seu bom estado de conservação. Diante deste quadro, podemos compreender a necessidade da sua preservação.

4.2 Produtos do trabalho

Para compreensão das atividades realizadas neste Trabalho de Formatura não basta a leitura da Monografia, e sim a análise dos resultados que são os materiais de divulgação e os documentos preparados para instruir a proposta do reconhecimento da área como Sítio Geológico pela SIGEP e UNESCO.

Estes materiais e documentos são apresentados nos seguintes anexos:

Anexo 1: Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra.

Anexo 2: Legislação referente à proteção ao Patrimônio Espeleológico.

Anexo 3: Formulário da proposta para reconhecimento da Serra de André Lopes como Sítio Geológico.

Anexo 4: Descrição da área de estudo para documentação da proposta.

Anexo 5: Descrição geológica e geomorfológica da área em linguagem adequada ao público em geral.

Anexo 6: Folheto para visitantes do Núcleo Caverna do Diabo.

Anexo 7: Painéis para divulgação do conhecimento geológico e de outras informações referentes à Serra de André Lopes.

4.3 Localização

A Serra de André Lopes está localizada a 40 km do centro da cidade de Eldorado (Fig. 1), com coordenadas geográficas centrais 24°30'25" S / 48°30'25" W, próximo ao extremo sul-sudeste do Estado de São Paulo. O acesso se faz pela Rodovia Br-116, seguindo até acesso para a cidade de Jacupiranga (km 475), no qual trafegando a SP-193 por 25km, chega-se a Eldorado, onde começa a SP-165, estrada que, margeando o rio Ribeira de Iguape, chega após 40km até o sopé da serra, a partir daí segue-se por 5 km de estrada vicinal subindo até o Núcleo Caverna do Diabo (Parque Estadual de Jacupiranga - PEJ). Todas as vias são asfaltadas, exceto a estrada vicinal; é importante lembrar que todas as estradas estavam em boas condições de uso no ano de 2004.



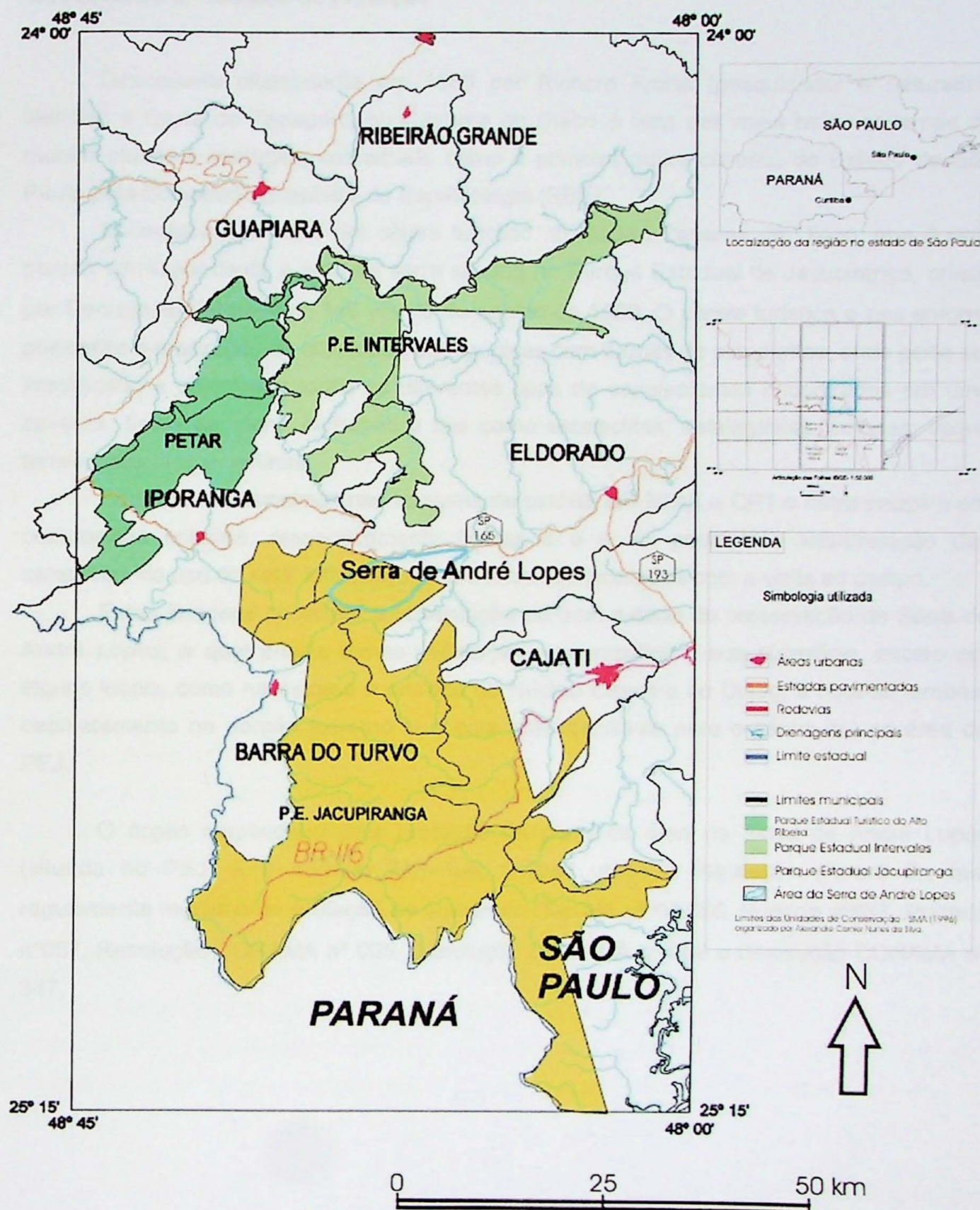


Fig.1 Localização da área da Serra de André Lopes (modificado de Silva, 1996)

4.4 Histórico e medidas de proteção

Descoberta oficialmente em 1886 por Richard Krone (pesquisador e naturalista alemão) a Gruta da Tapagem, ou Caverna do Diabo é uma das mais belas cavernas do mundo aberta à visitação, cadastrada como a primeira maior caverna do Estado de São Paulo pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).

Encontra-se no local um centro turístico no Núcleo Caverna do Diabo, que é uma porção correspondente à área da serra situada no Parque Estadual de Jacupiranga, criado por Decreto-lei Estadual nº 145 em 08 de agosto de 1969. O centro turístico e seu entorno possibilita a realização de atividades pedagógicas com turmas de estudantes, onde pode ser identificado e observado todos os diferentes tipos de espeleotemas encontrados em uma caverna, típica de rocha carbonática tais como estalactites, estalagmites, colunas, velas, torres, helectites e cortinas.

Conforme observamos nas imagens de satélite em NDVI e CP1 e outra imagem em composição colorida, respectivamente figuras 8 e 9, foi possível a interpretação das categorias do uso do solo, informações que foram confrontadas com a visita ao campo.

Estas imagens permitem a observação do bom estado de preservação da Serra de André Lopes, a qual possui densa vegetação, que recobre a sua superfície, exceto em alguns locais, como na estrada e entrada do Núcleo Caverna do Diabo, e nota-se também desmatamento na porção extremo sudoeste estendendo-se para o centro sul na área do PEJ.

O órgão responsável pela proteção de parte da área da Serra de André Lopes (situada no PEJ) é o Instituto Florestal, o qual utiliza a legislação (Anexo 2), que regulamenta medidas de proteção às cavernas: Decreto nº 99.556, Portaria nº887, Portaria nº057, Resolução CONAMA nº 005, Resolução CONAMA nº 009 e Resolução CONAMA nº 347.

5. METAS E OBJETIVOS

Este projeto abrangeu duas metas principais: contribuir para o melhor conhecimento do patrimônio geológico e natural da área da Serra de André Lopes e colaborar com a preservação da área, desenvolvendo gestões para seu reconhecimento como Sítio Geológico pela SIGEP e pela World Heritage Committee, produzindo materiais, com embasamento científico, voltados para a educação ambiental dos monitores e visitantes do centro turístico localizado no Núcleo Caverna do Diabo.

Assim sendo, este trabalho teve como objetivos gerais: inventariar, organizar e divulgar o patrimônio geológico e natural da área da Serra de André Lopes.

A inventariação consistiu nas atividades de: pesquisa bibliográfica, geoprocessamento e processamento de imagens de satélite, visita ao campo para produção e coleta de materiais (fotografias, trabalhos pré-existentes, etc.), dentro do conceito de patrimônio geológico. As informações foram selecionadas e organizadas, de maneira que possibilitaram a confecção de imagem visando a interpretação de categorias de uso do solo, de um folheto e de painéis expondo a geologia local e outros recursos naturais, materiais estes destinados a serem um instrumento da educação ambiental, voltados para o público em geral.

Estas ações estarão contribuindo para com a divulgação do valor do patrimônio geológico e conseqüentemente com a preservação da área da Serra de André Lopes. Futuramente pretende-se disponibilizar este material no centro de atendimento aos visitantes do Núcleo Caverna do Diabo.

A confecção das imagens, para interpretação de categorias de uso do solo, a organização de informações geológicas, geomorfológicas, etc., possibilitou a generalização para elaboração de proposta de Sítio Geológico do Brasil, de acordo com os padrões da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP) e para submeter proposta da área para o registro no Patrimônio Mundial (World Heritage Committee – UNESCO).

A divulgação dos resultados consistirá em disponibilizar os materiais científicos e de divulgação produzidos ao público leigo, nos idiomas português e inglês, para publicação na Internet e livro (Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil). Durante este trabalho foram finalizados os textos em português, cuja proposta será encaminhada para a SIGEP, sendo que após revisão por parte dessa comissão será feita a tradução para o idioma inglês.

6. TRABALHOS PRÉVIOS

A geologia do Vale do Ribeira foi objeto de grande quantidade de trabalhos, devido ao grande potencial mineral das rochas da região. Foram selecionados os trabalhos mais relevantes para esclarecer a geologia e a geomorfologia da região e da área da Serra de André Lopes, permitindo preparar a síntese de conhecimentos sobre a mesma.

6.1 Geologia Regional

A geologia da área em que se insere a Serra de André Lopes é caracterizada por um conjunto de rochas supracrustais, de grau metamórfico fraco a médio, classicamente denominado Grupo Açungui (atual Supergrupo Açungui), cujo embasamento é constituído por um conjunto de rochas gnáissico-migmatíticas, com alguns núcleos charnockíticos e intercalações variadas de metassedimentos. Existem controvérsias sobre os limites deste embasamento e sobre a existência do Grupo ou Complexo Setuva, ampliado e dissociado do Supergrupo Açungui.

A estruturação regional é dominada por uma série de intrusões graníticas, do Proterozóico Médio a Superior, que afetam a seqüência supracrustal e o embasamento. Sobre este quadro ocorre um sistema anastomosado de zonas de cisalhamento transcorrentes, verticalizadas a subhorizontais, de caráter dúctil a dúctil-rúptil, de movimentação na direção NE-SW, além de rejeitos quilométricos. Este sistema de cisalhamento imprime uma compartimentação da região em blocos tectônicos, cujas formas são lenticularizadas, com alongamentos maiores na direção genérica NE-SW. Esta fragmentação tectônica dificulta as correlações litoestratigráficas entre blocos crustais distintos (Campanha, Bistrihi e Almeida, 1987 *apud* Campanha, 1991).

A compartimentação geológica é constituída pelos blocos Costeiro, Andorinhas (atual Bloco Serra da Bandeira), Ribeira, Lajeado e Apiaí.

De modo geral as rochas situadas a sul do Lineamento Ribeira, blocos Andorinhas e Costeiro, caracterizam-se pela deformação muito intensa nos níveis mesoscópico e microscópico, com as intercalações litológicas e o bandamento composicional lenticularizado e rompidos, em direções paralelas à xistosidade.

As rochas situadas a norte do Lineamento Ribeira, blocos Ribeira e Lajeado,

caracterizam-se, nos níveis mesoscópico e microscópico, pela abundância das estruturas *reliqueares sedimentares*, ocorrendo até nas faixas mais deformadas, o que concorre a um grau metamórfico baixo a incipiente, passando para um grau metamórfico mais intenso no bloco Apiaí, porém este último dentro de um baixo grau metamórfico.

6.1.1 Bloco Serra da Bandeira

Conforme mencionado anteriormente a serra de André Lopes está inserida no Bloco Serra da Bandeira (Faleiros, 2003), delimitado entre as zonas de cisalhamento Lancinha (ao sul) Ribeira (ao norte) e Morro Agudo (a oeste), anteriormente denominado Bloco Andorinhas (Campanha, 2002) e constituído pelas Seqüência Serra das Andorinhas, Mármore da Tapagem (área da Serra de André Lopes) e parte do subgrupo Ribeira.

A Seqüência Serra das Andorinhas, composta por filitos e xistos carbonáticos, quartzo xistos, quartzitos, mármore e metabasitos, possui predominantemente rochas com xistosidade bem desenvolvida, geralmente com laminação diferenciada, e intercalações de leitos ricos em quartzo e leitos ricos em micas, cujos minerais essenciais desta rocha são muscovita, biotita e quartzo; os acessórios, quando presentes, são granada, turmalina, magnetita e clorita.

Os filitos xistos carbonáticos presentes são variações faciológicas transicionais que apresentam como mineralogia essencial muscovita, dolomita, calcita, quartzo, feldspato e clorita (em maior quantidade em relação às rochas anteriores), considerados associação clástico-terrígena.

O Mármore da Tapagem (serra de André Lopes), sobrejacente à Seqüência Serra das Andorinhas (provavelmente com contatos tectônicos entre si), é caracterizado como sinforma de flanco invertido (Campanha, 2002), composto geralmente por mármore dolomíticos, finos, isótopos e homogêneos, onde raramente ocorrem bandamentos composicionais ou clivagens tectônicas.

O Subgrupo Ribeira, considerado uma associação metavulcano-sedimentar com contribuição básica expressiva (Campanha, 1991), é composto por quartzo-micaxistos finos a médios, laminados, com intercalações de quartzitos, carbonato xistos e anfibolitos, cujos micaxistos geralmente são constituídos principalmente por muscovita, quartzo e biotita, e acessórios, quando presentes, granada e turmalina. Este subgrupo não preserva estruturas primárias; intercalações quartzíticas e veios de quartzo estirados e “boudinados” formam foliação milonítica. Ocorrem comumente intercalações concordantes e alongadas de

carbonatos, xistos e quartzitos, além de corpos de metaconglomerados oligomíticos.

A contribuição dos metabasitos constitui-se principalmente de anfíbolitos verde-escuros, hornblenda (mineral predominante), actinolita e plagioclásio; os acessórios, quando presentes, epidoto e clorita. Estes metabasitos são raros em relação ao Bloco Rio das Pedras.

Os Metabasitos mais raros são constituídos por quartzo-plagioclásio-clorita xistos miloníticos bandados (Faleiros, 2003).

6.1.2 Geologia das rochas carbonáticas da região

A região sudeste do Estado de São Paulo apresenta três faixas de rochas carbonáticas, inseridas na seqüência metassedimentar da Faixa de Dobramento Apiaí. Partindo do noroeste em direção sudeste, identificam-se nessa área as faixas carbonáticas associadas ao Grupo Itaoca (Souza, 1990 *apud* Karmann, 1994), ao Subgrupo Lajeado e à Seqüência Serra das Andorinhas (Campanha, et. al., 1985 *apud* Karmann, 1994).

A **faixa carbonática Itaóca** limita-se a noroeste pela cobertura sedimentar da Bacia do Paraná e a sudeste pelo Lineamento Itapirapuã. As rochas carbonáticas do Grupo Itaóca são predominantemente metadolomitos maciços e secundariamente metadolomitos calcários laminados (Souza, 1990 *apud* Karmann, 1994), com intercalações locais de metacalcários magnesianos.

Nas proximidades das zonas de cisalhamento Itapirapuã, exibem intensa recristalização, com texturas de mármore. Nas porções internas, a recristalização é fraca, o que possibilitou a preservação de um variado conjunto de estruturas sedimentares primárias.

A superfície cárstica é predominantemente rebaixada em relação às rochas adjacentes (menos solúveis), caracterizando um carste alogênico. Numa classificação preliminar, a paisagem desta área carbonática enquadra-se na categoria de carste alogênico, em grande parte coberto pelas "ilhas" de carste poligonal, pelos cones cársticos desenvolvidos e pelas zonas de fluviocarste (Karmann, 1994).

A cobertura é formada tanto por restos de arenitos devonianos, como por sedimentos detríticos, colúvio-aluvionares, provavelmente terciários (Souza, 1990 *apud* Karmann, 1994). A presença da cobertura devoniana sobre uma superfície previamente carstificada, indica o caráter paleocárstico desta paisagem. Apesar do escasso sistema de drenagem superficial e

importantes sumidouros o aquífero cárstico apresenta sistemas de cavernas acessíveis pouco desenvolvidos, ou talvez desconhecidos.

A **faixa carbonática Lajeado** representa o alinhamento NE-SW de rochas carbonáticas situadas na parte central da Faixa Dobrada Apiaí, limitando-se a noroeste pelo Lineamento Quarenta Oitavas e a sudeste pelo Lineamento da Figueira. Esta faixa carbonática é composta por metacalcários dolomíticos, metacalcários magnesianos e metacalcários. Caracteriza-se por fraca recristalização, estruturas primárias de fluxo turbidítico preservadas e estratificação plano-paralela rítmica marcada pela alternância de estratos carbonato-pelíticos e puramente carbonáticos, além das freqüentes intercalações pelítico-carbonáticas de espessura decimétrica.

A superfície carbonática é rebaixada em relação às rochas não carbonáticas adjacentes, condicionando importante injeção alogênica no sistema cárstico. A paisagem cárstica apresenta-se bem desenvolvida, com variadas formas de carste poligonal e de trechos fluviocársticos. O aquífero cárstico possui importante entalhamento subterrâneo, com sistemas integrados de cavernas acessíveis (Karmann, 1994).

6.2 Geologia da Serra de André Lopes

A **faixa carbonática André Lopes** recebe este nome pelo fato desta rocha formar a serra homônima, constituindo-se em um importante acidente topográfico da área. Predominam os mármore dolomíticos calcários com recristalização moderada a intensa, devido o metamorfismo de grau médio (Campanha, 1991). São principalmente maciços, sem estruturas reliquiares preservadas.

Esta faixa carbonática distingue-se das demais faixas descritas pelo fato de constituir relevo positivo em relação às rochas metapelíticas encaixantes, o que torna o sistema cárstico local, de natureza principalmente autogênica, o que é uma exceção na região descrita (Karmann, 1994).

Apesar de esta área abrigar uma das cavernas turísticas mais conhecidas do Estado de São Paulo (a Gruta da Tapagem, ou Caverna do Diabo), pouco se conhece da distribuição de sistemas de cavernas e das características morfológicas e geológicas do aquífero associado.

A Serra de André Lopes (Fig. 2) encontra-se inserida em um conjunto de rochas supracrustais com embasamento constituído pelo conjunto de rochas gnáissico - migmatíticas, com alguns núcleos charnokíticos maiores e intercalações variadas de

metassedimentos.

Estas rochas são constituídas de metassedimentos de baixo a médio grau metamórfico conhecido como Supergrupo Açungui, subdividido numa série de unidades, dispostas lateralmente em faixas longilíneas. Seus contatos em geral são tectônicos, dados pelo sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes, o qual define a compartimentação tectônica da região, o padrão da distribuição da deformação e das estruturas dos blocos intervenientes, tais como as amplas inflexões sigmoidais das estruturas regionais, o incremento da deformação em direção às zonas de cisalhamento e a predominância da posição sub-horizontal de máximo estiramento (Campanha, 2002).

A serra situa-se no extremo NE do Bloco Serra da Bandeira, entre as zonas de cisalhamento Lancinha e Ribeira (Faleiros, 2003).

Do ponto de vista geomorfológico, a serra, caracterizada por um extenso corpo rochoso (Campanha, 1991), apresenta em mapa forma elíptica, dimensões maiores que 23km por 4 km, feições cársticas muito bem desenvolvidas, drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas, sumidouros, lagos e paredões verticais de mármore. O nível topográfico médio é pouco rebaixado em relação aos xistos e filitos circundantes, formando um anel morfológico mais elevado ao seu redor.

De modo geral os mármore desta área são finos, brancos, isotrópicos, homogêneos e dolomíticos. Ocorrem localmente variações de cores do branco para creme e do cinza claro para cinza escuro, de mármore homogêneos para bandados e de dolomítico para calcítico.

Também há na porção norte do corpo ocorrência de ortoquartzitos finos, brancos, isotrópicos e homogêneos, principalmente nos trechos mais elevados da serra e região da Caverna do Diabo.

De modo geral os contatos com as unidades subjacentes são bruscos, bem marcados em fotografias aéreas e em mapas topográficos; com exceção da parte do contato norte (com xistos carbonáticos da Sequência Serra das Andorinhas), que apresenta intercalações decimétricas a métricas de mármore, sugerindo contato interdigitado (Campanha, 1991).

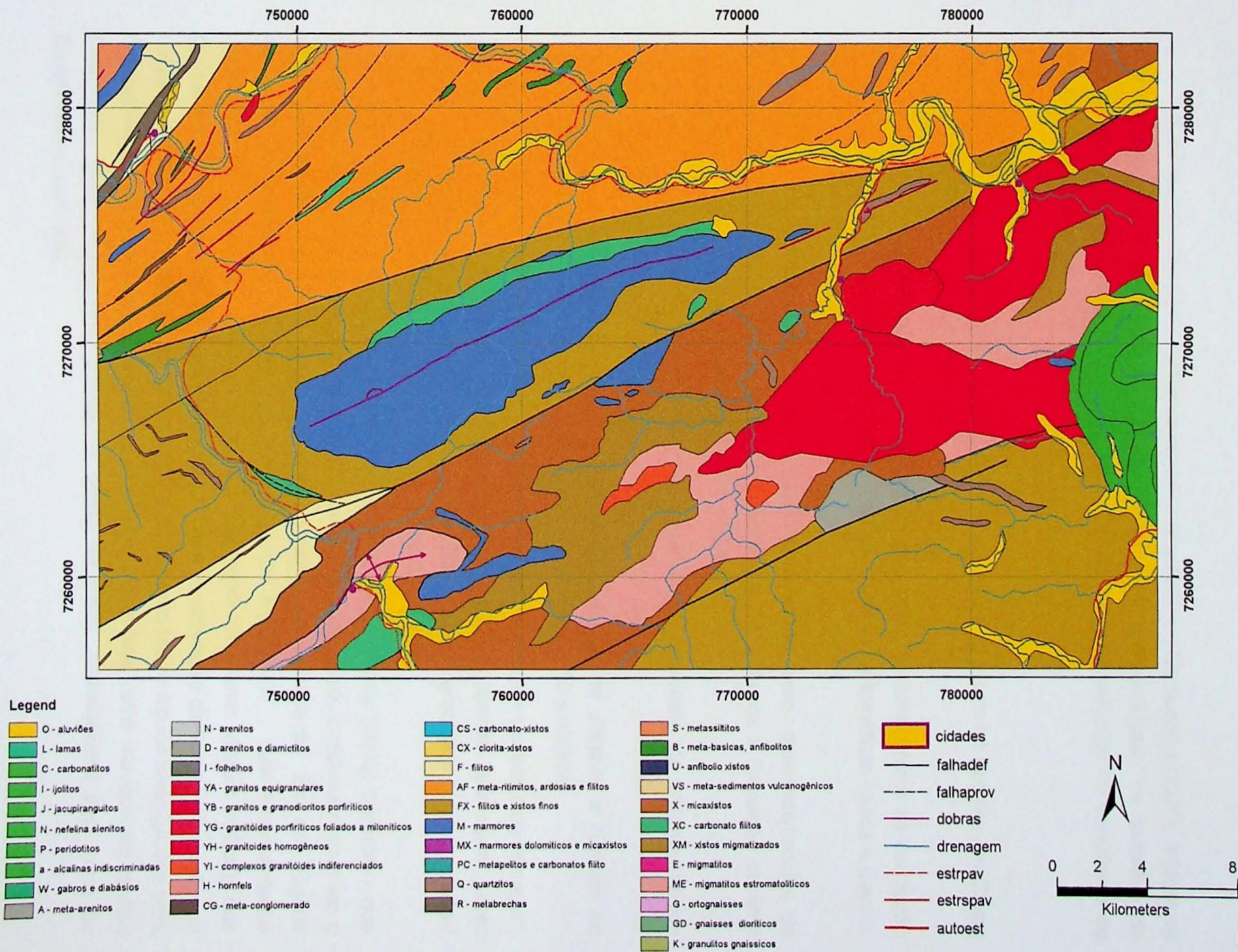


Fig. 2 - Mapa Litoestratigráfico da área da Serra de André Lopes (Campanha, 2002)

6.3 Evolução Tectônica Regional

A síntese de evolução tectônica regional proposta por Campanha (1991), integra os dados paleogeográficos, estruturais, geocronológicos e petroquímicos, na tentativa de estabelecer uma seqüência de eventos, que poderia ser exemplificada na seqüência de eventos descritos abaixo:

- Abertura de um “rift” continental (riólito do morro do Polvilho, no Grupo São Roque), 1800 a 1700 Ma;
- Instalação de abertura oceânica, com vulcanismo básico da Formação Perau. Talvez ocorreu a deposição das plataformas carbonáticas Itaoca e Capiru, 1700 a 1500Ma;
- Fraturamento da margem continental, com desenvolvimento de subducção, para NW, arco magmático no Itaoca, e talvez a formação de uma bacia frontal a arco (Lajeado), 1400 a 1300Ma;
- Distensão de retroarco, provocando ascensão de magma básico (Gabro de Apiai), 800Ma;
- Colisão de blocos continentais (maciços de Joinville e “Craton do Paraná”), produzindo o principal evento metamórfico, 750 a 450Ma;
- Desenvolvimento do sistema transcorrente (por tectônica de “escape”, ou ajuste de blocos continentais) e instalação de bacias “pull-apart”, com deposição das seqüências molassóides. Magmatismo granitóide “tardi-“ e “pós-“ tectônico. Resfriamento regional no final, 630 a 450Ma.

Um modelo de evolução cinemática proposto por Faleiros (2003) considera que todas as estruturas seriam decorrentes de um episódio compressivo, formando empurrões e dobramentos de orientação geral NE–SW, seguido da instalação de um regime transcorrente, primeiramente com geração de falhas ENE-WSW , cuja movimentação deslocaria as falhas NE–SW (provocando reativação direcional destas falhas) que passariam mais tarde a atuar como conjugados. Com a reativação direcional da porção sul da Zona de Cisalhamento Figueira, a Zona de Cisalhamento Morro Agudo seria gerada para compensar as movimentações. A etapa final seria representada pelos movimentos tardios controlados pelo cisalhamento paralelo à borda da placa, materializada pela zona de Cisalhamento Lancinha.

O ambiente sedimentar foi interpretado por Petri & Suguiú (1969) como bacia marinha com sedimentação não litorânea próxima a linha da costa.

6.4 Geomorfologia Regional

Segundo Ross (2002) o relevo da bacia do rio Ribeira de Iguape, inserido no Cinturão Orogênico do Atlântico (Fig. 3), está dividido em quatro macro-compartimentos geomorfológicos: os morros da superfície de cimeira regional, os morros fortemente dissecados dos níveis intermediários da serra do Mar, as terras da depressão tectônica do baixo Ribeira e a planície costeira marinha e fluvial.

O Médio Vale do Rio Ribeira de Iguape, área tema da monografia, pertence à unidade IV dos sistemas ambientais desta bacia: Sistema de Morros e Escarpas das Serras do Mar e Paranapiacaba (Zonas de Unidade de Conservação).

Esta unidade estende-se pela faixa montanhosa das Serras do Mar, Paranapiacaba e pelo médio vale do rio Ribeira de Iguape, abrangendo terras principalmente do Estado de São Paulo ao longo dos médios e altos cursos dos tributários do Ribeira de Iguape, como bacias dos rios Juquiá, Turvo, Jacupiranga, Pilões, Betari entre inúmeros outros de menor porte.

O autor destaca a preservação da área em relação às influências antrópicas, apesar dos avanços da ocupação humana tanto da região da alta bacia do Ribeira, como da parte baixa.

Os níveis altimétricos variam nas partes baixas nos contatos com a Depressão Tectônica do Baixo Vale do Rio Ribeira de Iguape, em torno dos 100-200 m, atingindo até 1000-1100 m nos setores mais altos, principalmente da Serra de Paranapiacaba, prevalecendo nos setores elevados, altitudes entre 700-900m.

O mapa geomorfológico do Estado de São Paulo assinala para essa unidade padrões de formas de relevo fortemente dissecadas, do tipo Da54, Da34, Da44, Da33, Da24, Dc33, Dc34, o que indica vales muito entalhados, geralmente acima de 80m, mas podendo ultrapassar os 160m, e vertentes com inclinações medidas em campo entre 40-60%, mas com setores que chegam a 70-80%.

A área apresenta, em função de suas características geológicas, geomorfológicas e climáticas, uma complexidade muito acentuada de tipos de solos. Embora prevaleçam os

solos rasos, os afloramentos rochosos são mais evidentes nas ocorrências de quartzito e de granito.

A gênese das formas desse relevo sofreram influências da tectônica pré-Cambriana, nas fases do ciclo brasileiro, com dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, magmatismos subjacentes sintectônicos, complexidade de falhamentos e fraturas, fases de reativação tectônica meso-cenozóica, compartilhado com as atividades climáticas pretéritas e atuais, bem como com as oceânicas.

A conjugação de processos tectônicos mecânicos e químicos das águas ao longo de milhões de anos, definem as morfologias atuais do relevo e dos sistemas ambientais desta bacia.

Os processos morfoesculturais das formas deste relevo em serras, morros e colinas e outros os processos morfotectônicos e arranjos morfoestruturais juntamente com as diferenças de resistências aos desgastes das diferentes famílias de rochas são os parâmetros que estabelecem sua morfogênese regional, inclusive da bacia do Ribeira do Iguape.

Do ponto de vista climático, é extremamente úmida, com índices pluviométricos anuais variando respectivamente entre 1000 mm/a a 3000mm/a para os anos menos e mais chuvosos. As chuvas ocorrem o ano todo em função do efeito orográfico, de um lado, e das freqüentes entradas das frentes frias, de outro, sendo que os meses menos chuvosos ocorrem em junho, julho e agosto. As temperaturas são pouco mais baixas, sobretudo em função das altitudes e da latitude, indicando valores médios anuais para as médias das mínimas entre 11 a 20 graus e médias das máximas entre 22 a 32 graus.

Neste ambiente montanhoso e chuvoso, desenvolve-se a Floresta Tropical Atlântica, densa, alta, contínua e extremamente rica em biodiversidade. Aparece com freqüência setores, sobretudo próximo das estradas e do rio Ribeira de Iguape, de áreas desmatadas com agricultura e pecuária de subsistência, ao lado de terras abandonadas com capoeiras e extensos bosques de matas secundárias em elevado estágio de auto-recuperação (Ross, 2002).

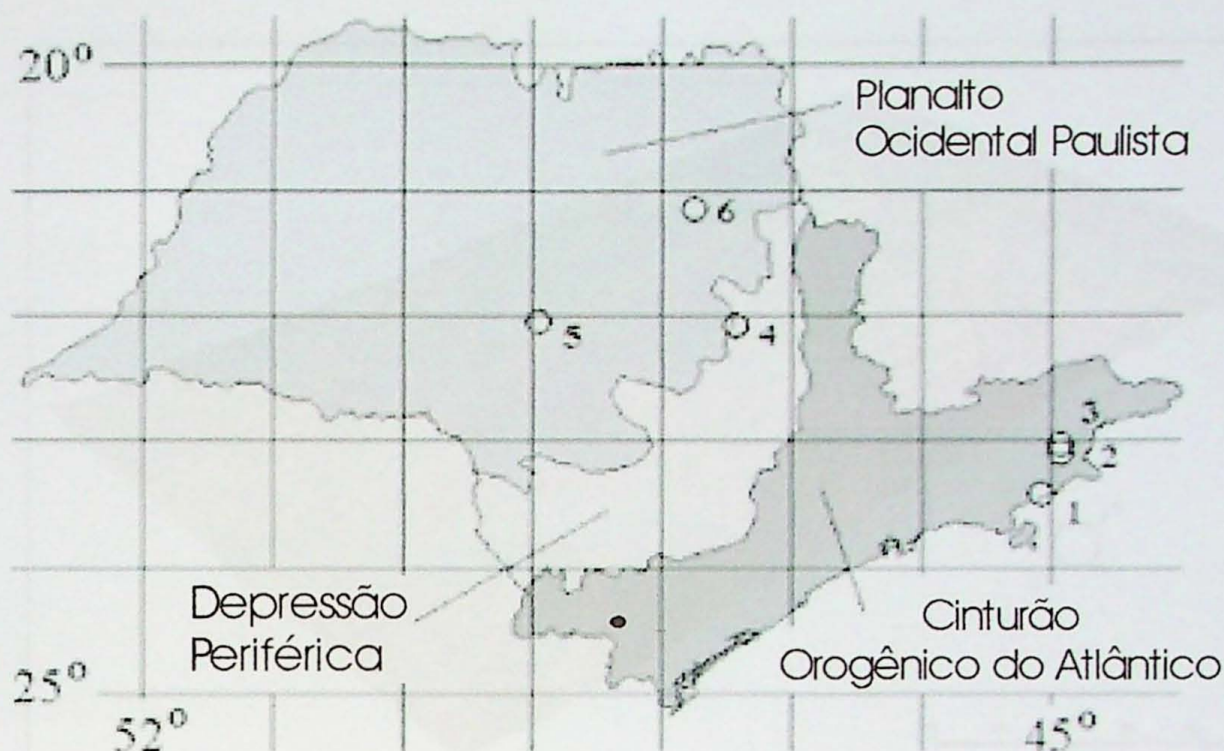


Fig. 3 – Localização das Unidades Geomorfológicas do Estado de São Paulo – Ross & Moroz, 1997 (extraído de Valeriano, 2003).

6.5 Geomorfologia da Serra de André Lopes

A Serra de André Lopes, segundo Carvalho (1999), é constituída de mármore dolomíticos, mármore da Tapagem, à exceção de suas bordas, compostas pelos filitos e xistos finos da Seqüência Serra das Andorinhas. A serra distingue-se das demais faixas carbonáticas do sudeste do Estado de São Paulo pelo fato de constituir um relevo positivo (Fig. 4) em relação às rochas metapelíticas encaixantes, exceto em alguns setores na sua borda sul (Karmann, 1994). A superfície carbonática possui domínios de carste poligonal com amplitudes altimétricas de 500m. No setor noroeste da serra, encontra-se uma grande depressão com drenagem centrípeta, de 100m de profundidade.

A tendência evolutiva desta paisagem é de total obliteração de sua história fluvial passada, pois com a dissecação dos antigos interflúvios pela implantação de dolinas (além do processo de inversão de relevo, através da competição entre depressões), fará com que as antigas rotas de escoamento d'água superficial acabem sendo substituídas pelo reticulado de bacias poligonais fechadas; como exemplo temos o carste Nova Guiné citado por Williams (1972b) *apud* Karmann (1994).

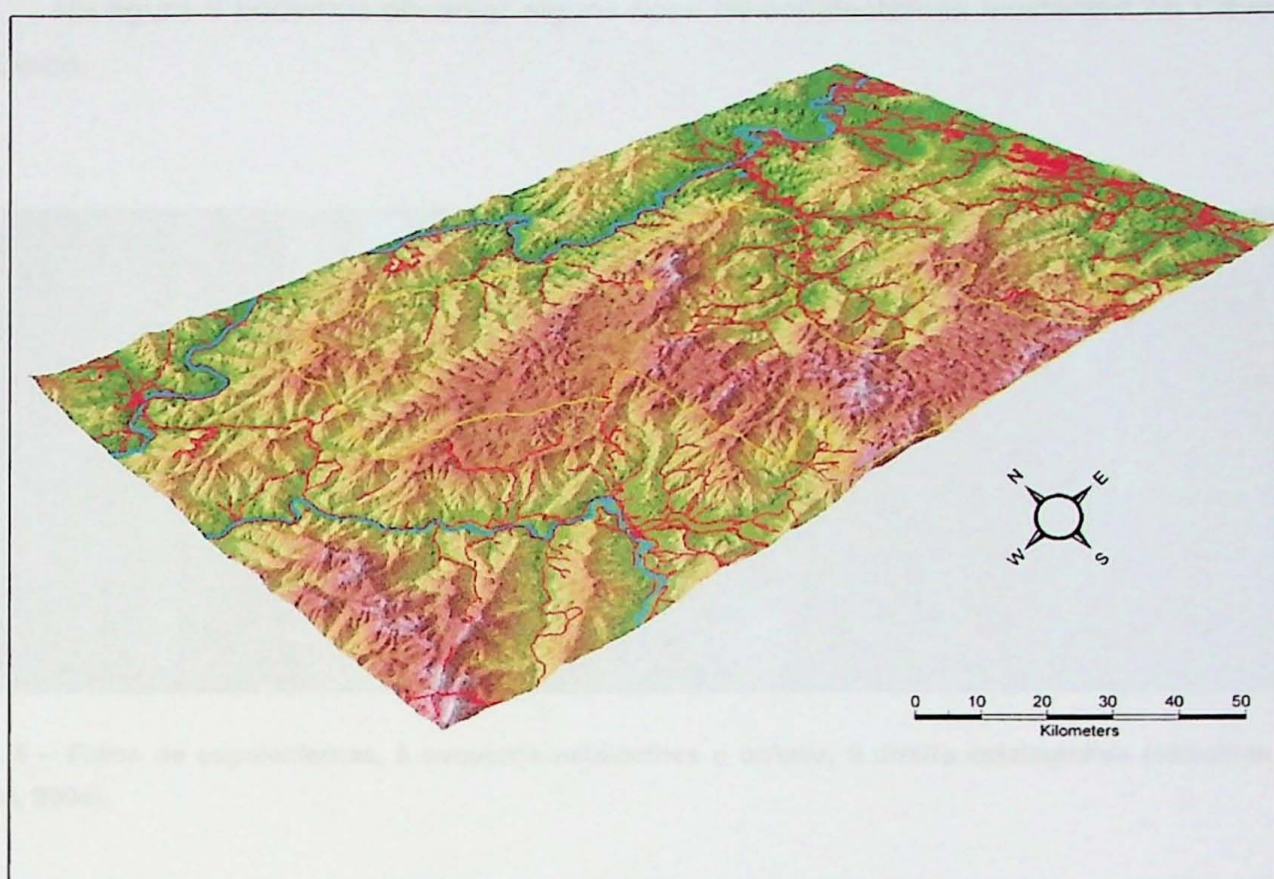


Fig. 4 - Relevo da área da serra (extraído de Macedo & Gonçalves, 2004)

O carste poligonal é caracterizado pela paisagem sobre as rochas carbonáticas, cujo escoamento d'água superficial de natureza essencialmente autogênica, é totalmente absorvido por sumidouros (insurgências) localizados nos fundos de depressões (as quais são delimitadas por divisores de água), formando um padrão planimétrico celular de polígonos irregulares. O termo depressão poligonal segue pela definição de Williams (1972b *apud* Karmann, 1994) caracterizado por uma depressão de dissolução que drena a água para um ou vários sumidouros internos, através de uma rede de drenagem incipiente e centrípeta (Karmann, 1994).

O desenvolvimento da gruta da Tapagem tem direção preferencial SW-NE, mas a drenagem que atravessa a caverna apresenta, em superfície, fluxo para NW, fato interpretado como uma captura da drenagem a partir da instalação de uma drenagem subterrânea no mármore.

A Caverna do Diabo possui um conduto principal e grandes salões de abatimento, que exibem feições indicativas de mais de uma fase de desmoronamento (como brechas de colapso) com clastos de calcita secundária recobertas por grandes espeleotemas.

Na figura 5 podemos observar alguns tipos de espeleotemas existentes na Caverna do Diabo:

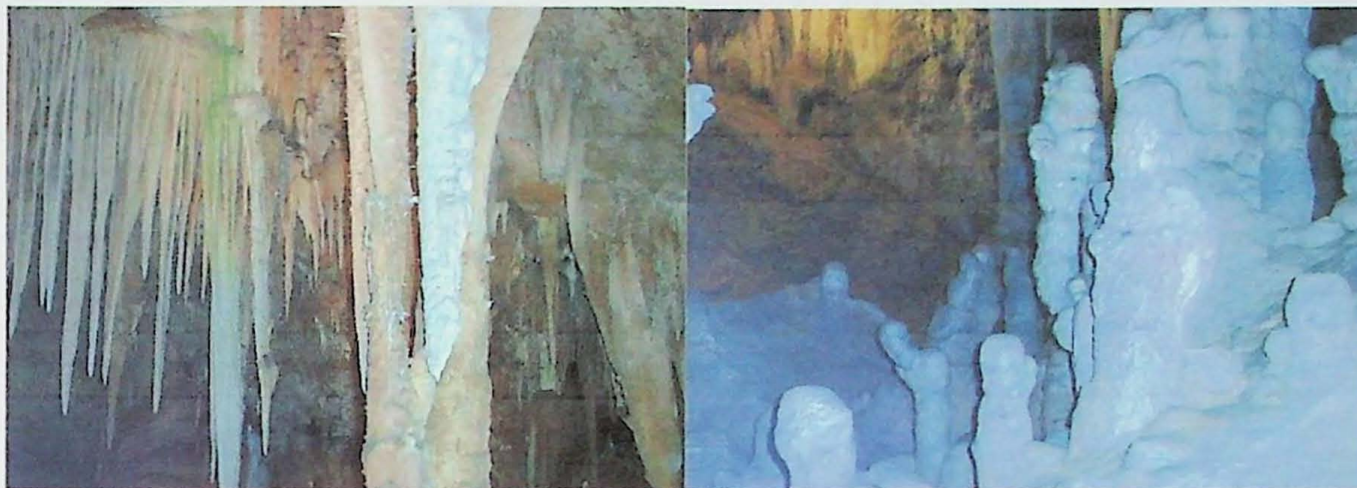


Fig. 5 – Fotos de espeleotemas, à esquerda estalactites e coluna, à direita estalagmites (extraídas de Delila, 2004).

6.6 Evolução da Paisagem Cárstica

Segundo estudos apresentados por Karmann (1994), as rochas carbonáticas são principais hospedeiras das paisagens cárticas e do sistema de cavernas, tornando-se mais relevantes quando são consideradas as estimativas de que no mínimo 25% da população mundial é abastecida ou depende de aquíferos cársticos (Ford & Williams, 1989 *apud* Karmann, 1994). O mesmo autor esclarece em seu trabalho que terrenos cársticos são formados por rochas que passaram por importantes processos de dissolução pelas águas superficiais e subterrâneas. Tais processos de dissolução são responsáveis pela paisagem cárstica.

A seguir são apresentados dois esquemas de evolução de depressões poligonais, sendo o primeiro modelo (Fig. 6), representado pelo modelo de competição e coalescência, e o segundo modelo (Fig. 7) representando uma evolução a partir de drenagem fluvial.

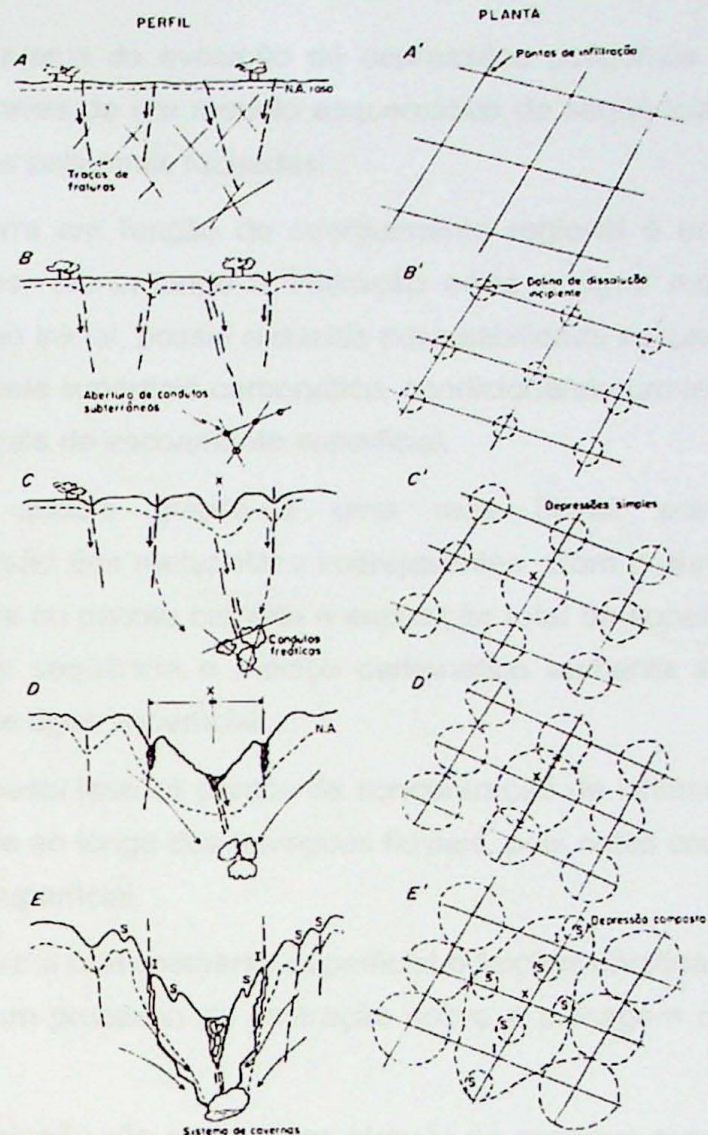


Fig. 6 – Representação esquemática da evolução de depressões poligonais através do modelo de competição e coalescência, gerando depressões compostas a associações de abismos, com inversão de relevo (extraído de Karmann, 1994).

Legenda da figura 6:

A - Situação pré-carstificação;

B - Início de carstificação e aumento da permeabilidade secundária;

C - Instalação de um cone de rebaixamento do lençol freático sobre a rota preferencial de drenagem subterrânea; o "X" marca a depressão com taxa de ampliação maior, devido a sua conexão com a drenagem subterrânea;

D - Englobamento de depressões menores pela depressão com taxa de ampliação maior (formação de depressões compostas);

E - Erosão do solo e detritos acumulados ao longo das rotas de infiltração de depressões menores inseridas no raio do cone de rebaixamento do lençol associado à depressão maior. Iniciação de dolinas secundárias (S) devido ao rebaixamento do lençol e conexão de rotas de infiltração com condutos subterrâneos. Inversão de relevo (I), com a localização de antigos fundos de dolinas nas encostas de depressões maiores.

Na figura 7 o esquema de evolução de depressões poligonais segundo Karmann (1994) é apresentado através de um modelo esquemático de sequência de transformação de vales fluviais em bacias poligonais fechadas.

A fase inicial ocorre em função do soerguimento regional e erosão da cobertura metapelítica dos calcários, aumentando a interação entre a água meteórica e a rocha calcária, que neste período inicial, possui reduzida permeabilidade secundária. Dessa forma pouca água é absorvida pela superfície carbonática, condicionando um lençol freático raso e o desenvolvimento de canais de escoamento superficial.

A partir deste quadro instala-se uma rede fluvial sobre os calcários, concomitantemente à erosão dos metapelitos sobrejacentes. Com o aumento gradativo da permeabilidade secundária no pacote calcário e exposição total da superfície, surgem rotas de drenagem freática, na sequência o maciço carbonático aumenta sua capacidade de absorção e transmissão de água superficial.

Desenvolvem-se nesta fase os pontos de concentração de infiltração vertical que se instalam preferencialmente ao longo dos talvegues fluviais, pois estes concentram o volume de água de escoamento superficial.

Desta maneira diminui o escoamento superficial e feições cársticas, como dolinas de dissolução, iniciando-se um processo de infiltração sobre a paisagem com características fluvio cársticas.

As dolinas de dissolução são expandidas através do contínuo aumento de drenagem subterrânea e ampliação das rotas preferenciais de percolação vertical, o que resulta no desenvolvimento de drenagens centrípetas e início de segmentação das linhas de escoamento superficial, gerando a instalação de divisores topográficos.

Neste estágio o desmembramento da rede fluvial torna-se evidente e a paisagem fluvial gradativamente dá lugar a depressões compostas. Com a evolução destas bacias cresce o grau de segmentação da rede fluvial, através da instalação de novos pontos de absorção vertical (dolinas secundárias), rebaixamento dos fundos de dolinas e desenvolvimento de divisores topográficos entre estas, atingindo a morfologia atualmente observada nas depressões poligonais simples e compostas.

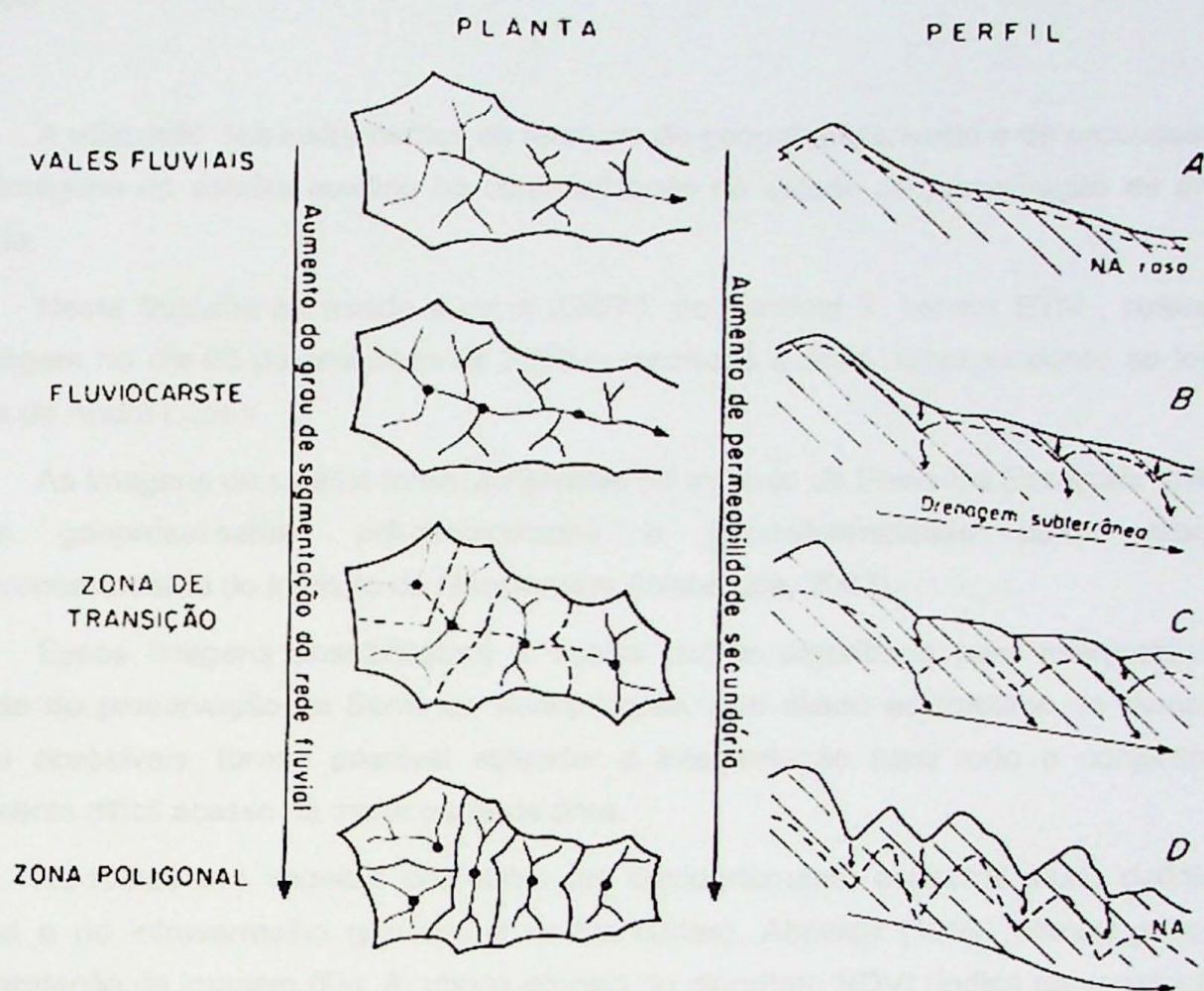


Fig. 7 – Representação esquemática da sequência evolutiva de depressões poligonais a partir de drenagem fluvial (extraído de Karmann, 1994).

Legenda da figura 7:

- A** - Fase inicial de exposição dos metacalcários . Drenagem superficial ativa e lençol freático raso;
- B** - Drenagem superficial parcialmente ativa. Instalação de pontos de absorção do escoamento superficial. Rebaixamento do lençol freático sobre estes pontos;
- C** - Drenagem superficial segmentada. Instalação de dolinas de dissolução. Desenvolvimento de divisores entre sumidouros;
- D** - Ampliação dos divisores entre sumidouros e estabelecimento de bacias poligonais fechadas.

6.7 Geoprocessamento e processamento digital das imagens de satélite da área de estudo

A utilização dos instrumentos de técnicas de geoprocessamento e de processamento das imagens de satélite auxiliou na caracterização do estado de preservação da área de estudo.

Neste trabalho foi usada a cena 220/77, do Landsat 7, sensor ETM , referente à passagem no dia 02 de setembro de 2002 e recortada a área correspondente ao local da Serra de André Lopes.

As imagens de satélite foram adquiridas do Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), e foram geoprocessadas, pré-processadas e georreferenciadas pelo grupo de geoprocessamento do Instituto de Geociências (Watanabe, 2003).

Essas imagens possibilitaram à autora utilizar algoritmos para interpretação do estado de preservação da Serra de André Lopes, que aliado ao trabalho de campo nas áreas acessíveis, tornou possível estender a interpretação para todo o conjunto, que apresenta difícil acesso na maior parte da área.

As folhas dos vegetais por terem um comportamento espectral muito definido no visível e no infravermelho (próximo e ondas curtas), Almeida (1999), tornou possível a interpretação da imagem (Fig. 8) obtida através do algoritmo NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada) e somada a CP1 (análise de principal componente 1), que realçou a resposta da vegetação e aumentou o conteúdo da informação com a textura, respectivamente (Almeida, 2004), no programa ER Mapper 6.3, facilitando a obtenção de informações das categorias do uso do solo para o conjunto da área analisada.

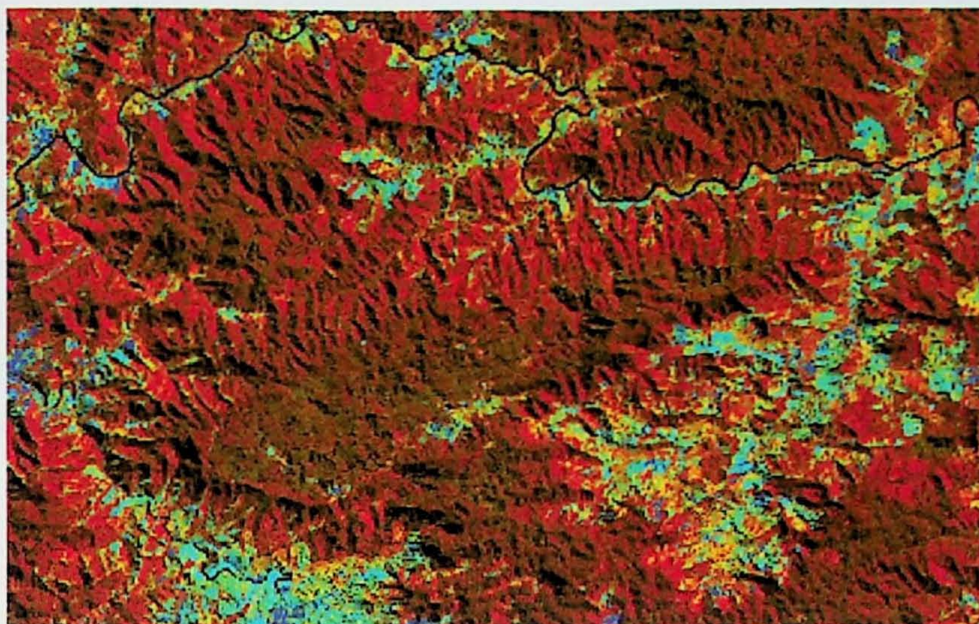


Fig. 8 – Imagem em NDVI e CP1 da área da Serra de André Lopes.

Na figura 8 a coloração avermelhada caracteriza a resposta da vegetação, a azulada/ciano caracteriza o desmatamento com áreas de solo exposto.

A imagem em composição colorida (Fig. 9) nas bandas TM 3(B), TM 4(G) e TM 5(R), comumente usada para mostrar áreas desmatadas, simulou o colorido natural, apresentando o resultado da aplicação do modelo linear de mistura espectral, cuja resposta contida é uma decomposição da imagem em três componentes: solo, vegetação e água (Moreira, 2001).



Fig. 9 – Imagem em TM 3(B), TM 4(G) e TM 5(R) da serra.

Na figura 9 a coloração verde caracterizou a resposta da vegetação, a cor magenta caracterizou o desmatamento (área de solo exposto) e o azul escuro correspondeu à água.

A partir das duas imagens (Figs. 8 e 9) foi possível interpretar que a área da Serra de André Lopes apresenta ainda um bom estado de preservação da vegetação natural.

Em alguns locais ocorre desmatamento tais como a estrada de acesso e a entrada do Núcleo Caverna do Diabo, na área remanescente de quilombo André Lopes e no extremo sudoeste, em direção ao centro sul, dentro e próximo da área do Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ), ocasionado pela mineração Marmor.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais necessários para a realização deste trabalho estavam disponíveis em mapas de papel e mapas digitalizados, como também em imagens de satélite fornecidas para estudos e pesquisas pelo INPE e pela NASA. As imagens de satélite foram adquiridas pelo grupo de geoprocessamento para trabalhos que foram realizados por outros pesquisadores no Vale do Ribeira, especialmente para o estudo da evolução do uso do solo no PEJ (Watanabe, 2003). Os equipamentos de computação e programas utilizados foram os disponíveis no Laboratório de Informática Geológica do GSA-IGC-USP.

A metodologia empregada dividiu todo o trabalho de pesquisa em três etapas descritas a seguir:

- **Inventariação:** (a) pesquisa bibliográfica em bibliotecas e Internet; (b) geoprocessamento e processamento de imagens de satélite; (c) visita ao campo para avaliação do estado de preservação da área e para entrevistas de reconhecimento, no qual foram estabelecidos contatos com administradores e população do entorno, o que possibilitou compreender as carências de materiais voltados para o conhecimento e conscientização sobre a importância do patrimônio geológico;
- **Organização:** (a) do mapa geológico disponível; (b) confecção da imagem do relevo; (c) confecção de imagens de satélite para possibilitar a interpretação do estado de preservação da área, com o intuito de indicação da serra para confecção da proposta de sítio espeleológico à Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP).
- **Divulgação:** (a) produção de materiais científicos e de divulgação para o público leigo (Anexos 4 e 5), no idioma português, para publicação em Internet e livro (dentro dos padrões estabelecidos pela SIGEP), para submeter proposta de registro do sítio espeleológico ao Patrimônio Mundial (World Heritage Committee – UNESCO); após revisão e diagramação por parte da SIGEP os anexos 4 e 5 serão traduzidos para o inglês; (b) durante a pesquisa foram coletadas informações relevantes para o desenvolvimento de gestões que objetivam o reconhecimento da área como Sítio Geológico pela WHC; (c) elaboração de folhetos e de painéis expondo a geologia e outros recursos naturais para contribuir com a educação ambiental, divulgação e preservação da

área da Serra de André Lopes; (dentro deste projeto foram escritos os textos e selecionadas as ilustrações, ficando na dependência de financiamentos adicionais a diagramação final e a impressão);

- Além dos trabalhos já realizados, estão programados: (a) disponibilização dos materiais (anexos 6, 7 e 8) no centro de visitação do Núcleo Caverna do Diabo; (b) promoção de curso de formação para monitores do Centro Turístico da Caverna do Diabo.

8. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O cronograma inicial de atividades propostas foi modificado:

- A pesquisa bibliográfica não foi completada até o mês de julho, tendo sido complementada em dezembro;
- As atividades de geoprocessamento, embora trabalhado como previsto, só foram completadas em novembro e dezembro;
- Os trabalhos de campo foram parcialmente realizados, do qual foi feito apenas uma visita ao Núcleo Caverna do Diabo, sendo bastante proveitosa, pois permitiu conhecer as carências de recursos do local, no que se refere às faltas de materiais voltados para educação ambiental e de conhecimento da importância da preservação da área da serra, a visita também serviu para a análise e constatação do estado de preservação de algumas localidades. Fora verificado também funcionamento da visitação do Núcleo, que é aberto de segunda a domingo, das 09h às 17h, incluindo o museu. Os funcionários e monitores se interessaram pelo presente trabalho;
- A organização do banco de dados foi realizada em maio, junho, agosto, novembro e dezembro, de maneira que possibilitou concluir o arquivamento de material necessário para a realização plena deste trabalho;
- As confecções de mapas e de textos científicos foram desenvolvidas em junho, outubro, novembro e dezembro;
- A proposta de sítio para a SIGEP foi elaborada em junho, outubro e dezembro;
- As produções de materiais ao público leigo, de folhetos e de painéis (Anexos 5, 6 e 7) foram realizadas em agosto, outubro e dezembro, à medida que era feita a síntese de conhecimentos;
- O relatório de progresso foi elaborado em outubro e apontava apenas o avanço mínimo das atividades, devido problemas¹ de força maior da autora;
- A redação desta monografia foi iniciada em outubro porém com maior clareza e alcançando melhor desenvolvimento em novembro e dezembro.
- Em suma todas as atividades realizadas estão apresentadas no cronograma a seguir.

¹ No período de elaboração do Relatório de Progresso a autora sofreu com falecimento de sua mãe, conforme fora notificado ao Presidente da Comissão do Trabalho de Formatura, Prof. Dr. Ian MacReath (GMG).

Cronograma de atividades realizadas no presente projeto:

Atividades	Mar	Abr	Mai	Jun	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan
Pesquisa bibliográfica										
Geoprocessamento e processamento de imagem										
Trabalhos de campo										
Organização de banco de dados										
Confecção de mapas e de textos científicos										
Elaboração da proposta de Sítio Geológico										
Produção de materiais de divulgação ao público leigo										
Relatório de Progresso										
Redação da monografia										
Apresentação e Defesa										

9. RESULTADOS OBTIDOS

Avaliação geral

A revisão bibliográfica possibilitou esclarecer o conhecimento geológico e geomorfológico da área de estudo, além de ter facilitado sistematização e organização das informações.

O processamento das imagens de satélite (figs. 7 e 8) para interpretação das categorias de uso do solo, a reunião de informações e trabalhos geológicos e geomorfológicos, referentes à área de estudo, possibilitou a elaboração da proposta de Sítio Espeleológico do Brasil para a área estudada.

A produção de materiais científicos e destinados ao público leigo (Anexos 4 e 5), no idioma português, para a publicação em Internet e livro (de acordo com os padrões da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos - SIGEP) contribuíram para aumentar a soma de materiais disponíveis sobre a área da Serra de André Lopes, que podem ser destinados futuramente para o aprimoramento do ecoturismo, nas atividades locais de educação ambiental, buscando a conscientização em relação à necessidade da preservação do patrimônio geológico local.

Falta um Plano de Manejo sustentável, que pode ser feito através do aprofundamento de estudos, para constituir subsídios na definição das categorias de uso do solo do Parque Estadual de Jacupiranga, para valorar o social, o cultural e o econômico da região.

O relatório de Progresso possibilitou uma análise crítica da autora na confirmação de ajustes necessários para o cumprimento pleno desse projeto, priorizando as atividades voltadas para o esclarecimento da geologia e da geomorfologia desta área dentro do conceito de patrimônio geológico.

10. INTERPRETAÇÃO/ DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A revisão bibliográfica sobre os estudos da geologia e da geomorfologia contribuiu para o melhor conhecimento da área, fornecendo subsídios para o esclarecimento da complexidade e riqueza do patrimônio geológico e natural.

A Serra de André Lopes possui peculiaridades em relação às outras rochas carbonáticas da região; exemplificadas pelo desenvolvimento de relevo positivo em relação às rochas encaixantes, que lhe confere sistema cárstico de caráter autogênico, que podem ser explicadas pelo seu grau de metamorfismo maior que o presente nas outras rochas carbonáticas.

A faixa carbonática André Lopes é formada por mármore de grau metamórfico médio, com textura de recristalização, não preservando estruturas reliqueares, tais como estratificação sedimentar; estas estruturas podem ser inferidas a partir de seu bandamento composicional, se caracterizando por relevo positivo que forma a serra.

As outras faixas carbonáticas, situadas ao norte do Lineamento Ribeira, preservam estruturas reliqueares, tais como estratificação, grau metamórfico fraco, classificadas de metacalcário, preservando as estruturas primárias mesmo em condições de deformações mais intensas; portanto desenvolvem relevo negativo em relação às rochas encaixantes e têm sistema cárstico de caráter alogênico.

O modelo de evolução tectônica regional segue os apresentados por Campanha (1991) e Faleiros (2003), que muito contribuiu para compreender o ambiente de formação e deformação das rochas da área estudada.

A revisão da geomorfologia possibilitou a compreensão do cenário paisagístico, principalmente do relevo da serra, uma vez que a área caracteriza-se pelo clima sub-tropical o que acaba por interagir com a morfoestrutura da serra, determinando sua paisagem atual (morfoescultura).

As rochas carbonáticas, enquanto morfoestrutura, apresentam diferenciação de formas de morros em relação às outras rochas mais resistentes, elas formam cones cársticos com pontas aplainadas e as rochas mais resistentes formam morros mais elevados e pontiagudos. Portanto os mesmos processos de intemperismo resultam em morfoesculturas distintas devido às diferenças litológicas e graus metamórficos.

A apresentação dos significados e modelos de evolução de depressões poligonais enriqueceu este projeto pois trouxe maior conhecimento para os processos geológicos ocorridos na serra.

Através da obtenção das imagens tratadas, para aplicações de algoritmos, forneceu mais informações sobre as condições atuais de preservação desta área de estudo, que se estendeu a uma porção do Parque Estadual de Jacupiranga, auxiliando no zoneamento da Unidade de Conservação, indicando diferentes categorias de uso do solo, com intuito de contribuir para o desenvolvimento do Plano de Manejo .

Esclareço que já existem alguns trabalhos sobre zoneamento recreativo do Parque Estadual de Jacupiranga (Pfeifer, 1986), levantamentos do meio biofísico (Pfeifer, 2000) e diagnóstico preliminar realizado em 1993 pela Fundação SOS - Mata Atlântica.

O histórico a respeito da descoberta da Caverna do Diabo propiciou o conhecimento da área pela comunidade científica e política, o que permitiu a adoção de medidas de proteção (como parte de uma Unidade de Conservação do Estado de São Paulo, sobre responsabilidade do Instituto Florestal) somada às medidas legais de proteção ambiental forneceram subsídios para a conservação e preservação desta área.

Enfim o material produzido possibilitará o desenvolvimento do conhecimento do valor geológico e patrimonial da serra para os monitores e visitantes desse núcleo do PEJ. Isto é muito importante, considerando-se a quase total ausência de conhecimentos geológicos no ensino fundamental e médio, e na maioria dos cursos universitários.

Em fases posteriores do trabalho, os materiais poderão ser utilizados em programas de divulgação de geociências, como o já efetuado na Escola Técnica Estadual Eng. Agr. Narciso de Medeiros, de Iguape (Cotrim, 2001).

Está em planejamento também um trabalho de apoio à educação ambiental no ensino médio (tese de Neide Watanabe) e o desenvolvimento de roteiros geológicos (dissertação de mestrado de Jorge Mauro Miranda Lira, professor de Geologia na Scelisul – Registro/SP).

A autora deste trabalho planeja desenvolver seus estudos de pós-graduação combinando trabalhos de Patrimônio Geológico e Educação Ambiental.

Neste contexto a contribuição deste trabalho é de grande valor para a área, pois servirá de base para as atividades nos projetos citados.

11. CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu a autora conhecer a diversidade da geologia e da geomorfologia, no que se refere à amplitude de sua abrangência no conceito de patrimônio geológico, estabelecendo parâmetros para a realização das atividades propostas, balizadas pela interação da Geologia e da Educação Ambiental, abrangendo os conceitos de geociências, de educação ambiental e das leis que regem as medidas de proteção ao patrimônio geológico.

Como proposto inicialmente foram realizadas as atividades de pesquisa bibliográfica, levantamentos e inventariação das informações a respeito da área da serra, dentro da ótica de patrimônio geológico.

Dentro dos padrões da SIGEP a confecção de imagens para interpretação do estado de preservação, a seleção de mapas e a produção dos materiais científicos e voltados para o público leigo deverão ser encaminhados para a proposta de reconhecimento da área como Sítio Espeleológico.

O folheto e os painéis (Anexos 6 e 7) deverão ser encaminhados para o Núcleo Caverna do Diabo, contribuindo com a educação ambiental de monitores e visitantes.

Da proposta inicial não foi realizado a produção de material científico e voltado para o público leigo no idioma inglês; porém esta atividade será concluída após a diagramação pela SIGEP.

Este trabalho representa uma introdução do conceito de patrimônio geológico aplicado na área da Serra de André Lopes. Contribuindo para o desenvolvimento das atividades de educação ambiental da população do entorno; trazendo possibilidades de ampliarem o conhecimento sobre o sítio espeleológico e geomorfológico – fato que alimenta as ações comunitárias que visam preservar este importante patrimônio geológico brasileiro.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, T. I. R. 1999. Introdução ao Sensoriamento Remoto Aplicado – Conceitos e Fundamentos. São Paulo, IGc, 26p. (Apostila, Instituto de Geociências/ USP).
- ALMEIDA, T. I. R. 2004. Aulas de Sensoriamento Remoto e Processamento Digital de Imagens. São Paulo. (Instituto de Geociências/ USP).
- AZEVEDO, I. & PEREIRA, R. 1999 - "*Projecto Geira e do Programa Nónio Século XXI*". In: I Seminário sobre o Patrimônio Geológico Português, Instituto Geológico e Mineiro (IGM), Lisboa, Portugal.
- BRASIL, CONGRESSO NACIONAL, 1988 - Constituição Federal (edição divulgada na Internet, site www.senado.gov.br).
- CACHÃO, M.; SILVA, C. M.; SANTOS, A.; SANTOS, V. F.; & GALOPIM DE CARVALHO, A. M. 1998. Patrimônio Paleontológico Português: critérios para a sua definição. Atas V Congresso Nacional de Geologia, 84(2): G-22-G25.
- CAMPANHA, G.A.C. 1991. Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, 296p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
- CAMPANHA, G.A.C. 2002. O papel do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes na Configuração da porção Meridional da Faixa Ribeira. São Paulo, 105p. (Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências/ USP).
- CARVALHO, C.H.G. 1999. Caracterização Geomorfológica da Serra André Lopes. In: www.usp.br/prp/informa/terra.html
- COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLOGICOS (SIGEP) . In: <http://www.unb.br/ig/sigep.htm>
- COSTA, J.P.O. 2004. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/arprot/tomba.../apresent.htm>
- COTRIM, C.M., 2001 – A situação do ensino de Geociências nos cursos técnicos de nível médio do Estado de São Paulo. São Paulo, IGc, 40 p. (Monografia de Trabalho de Formatura, Instituto de Geociências, USP).
- DECLARAÇÃO INTERNACIONAL DOS DIREITOS À MEMÓRIA DA TERRA, 1991. In: Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, França.
- DELILA. 2004. Fotos da Caverna do Diabo e da área da Serra de André Lopes. In: http://www.delila.ws/.../cavernadodiabo/page_01.htm

- DIAS, G.; ALVES, M.I.C.; BRILHA, J.; PEREIRA, D.; SIMÕES, P.; MENDES, A. & PEREIRA, E.; BARBOSA, B.; FERREIRA, N.; MEIRELES, C.; CASTRO, P.; MOUTINHO, Z. 2001 "Projecto PNAT/1999/CTE/15008" Dep. de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, Portugal & Instituto Geológico e Mineiro, Dep. de Geologia, S. Mamede de Infesta, Portugal.
- FALEIROS, F. M. 2003. Zona de Cisalhamento Ribeira: Metamorfismo, e Termobarometria de Veios Sin-Tectônicos. São Paulo, 146p. (Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências/ USP)
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, ENGEA, GISOFT. 1993. Diagnóstico Preliminar do Parque Estadual de Jacupiranga. São Paulo.
- INSTITUTO FLORESTAL. 2004. In: <http://www.iflorestal.gov.br>
- KARMANN, I. 1994. Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto do Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado – Instituto de Geociências / USP).
- KARMANN, I. 2004. Cavernas e Geoespeleologia. In: <http://www.igc.usp.br/geologia/espeleologia.php>
- MACEDO, A. B. & GONÇALES, S. C. B. 2004. *Present conditions and proposals for sustainable tourism in the Andre Lopes karstic area, Brazil*. 32º Congresso Geológico Internacional - Sessão Técnica 17.03 - Geological heritage and tourism (Edição em CD-ROM).
- MOREIRA, M. A. 2001. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. INPE. São José dos Campos. 1ª ed. 250p.
- NAVARRO, F. J. M. 2004. Departamento de Educação e Ciência do Governo de Aragon. Espanha. In: Patrimônio Geológico Aragonês <http://www.aragoneria.com/natural/geologia/pgindice.htm>
- PETRI, S. & SUGUIO, K. 1969. Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, convênio USP/DAEE (Publicação Especial).
- PFEIFER, R. M.; DOMINGUES, E. N.; SARAIVA, I. R.; GUERRA DE ANDRADE, G.; MAX, J. C. M. 1986. Zoneamento Recreativo do Parque Estadual de Jacupiranga. São Paulo. Boletim técnico Instituto Florestal 40(2): 163-182.
- PFEIFER, R. M.; MATOS, I. F. A.; SILVA, D. A.; DOMINGUES, E. N. 2000. Levantamentos do meio Biofísico: uma contribuição ao manejo. Workshop sobre pesquisas voltadas do manejo de unidades de conservação. São Paulo.
- ROSS, J. L. S. 2002. A morfogênese da bacia do Ribeira de Iguape e os sistemas ambientais. In: GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 12, 20 p. Disponível: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp12/Geousp12_Jurandyr

Ross.htm

SILVA, A. C. N. da. 1996. Mapa das Unidades de Conservações: PETAR, PEJ e P.E. Intervalos; para Secretaria do Meio Ambiente.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. 2004. Cadastro das maiores cavernas do Brasil e do Estado de São Paulo. In: http://www.sbe.com.br/cavernas_maiores.asp

VALERIANO, M. de M. 2003. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, vol. 7 no 3, 14p.

Disponível: <http://www.agriambi.com.br/revista/v7n3/>

WATANABE, N. Y. 2003. Evolução do uso do solo no Parque de Jacupiranga (SP) e suas consequências para a gestão ambiental. São Paulo, 105p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP).

13. ANEXOS

Anexo 1: Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra.

Anexo 2: Legislação referente à proteção ao Patrimônio Espeleológico.

Anexo 3: Formulário da proposta para reconhecimento da Serra de André Lopes como Sítio Geológico.

Anexo 4: Descrição da área de estudo para documentação da proposta.*

Anexo 5: Descrição geológica e geomorfológica da área em linguagem adequada ao público geral.

Anexo 6: Folheto para visitantes do Núcleo Caverna do Diabo.

Anexo 7: Painéis para divulgação do conhecimento geológico e de outras informações referentes à Serra de André Lopes.

* Nota: texto separado das figuras, diagramação será realizada pela SIGEP. Estas figuras são referentes inclusive ao texto do anexo 5, neste trabalho.

Anexo 1:

Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra

(1991 - Digne-Les-Bains -França - Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico – elaborada a Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra)

1 - Assim como cada vida humana é considerada única, chegou a altura de reconhecer, também, o caráter único da Terra.

2 - É a Terra que nos suporta. Estamos todos ligados à Terra e ela é a ligação entre nós todos.

3 - A Terra, com 4500 milhões de anos de idade, é o berço da vida, da renovação e das metamorfoses dos seres vivos. A sua larga evolução, a sua lenta maturação, deram forma ao ambiente em que vivemos.

4 - A nossa história e a história da Terra estão intimamente ligadas. As suas origens são as nossas origens. A sua história é a nossa história e o seu futuro será o nosso futuro.

5 - A face da Terra, a sua forma, são o nosso ambiente. Este ambiente é diferente do de ontem e será diferente do de amanhã. Não somos mais que um dos momentos da Terra; não somos finalidade, mas sim passagem.

6 - Assim como uma árvore guarda a memória do seu crescimento e da sua vida no seu tronco, também a Terra conserva a memória do seu passado, registrada em profundidade ou na superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registro esse que pode ser lido e traduzido.

7 - Os homens sempre tiveram a preocupação em proteger o memorial do seu passado, ou seja, o seu patrimônio cultural. Só há pouco tempo se começou a proteger o ambiente imediato, o nosso patrimônio natural. O passado da Terra não é menos importante que o passado dos seres humanos. Chegou o tempo de aprendermos a protegê-lo e protegendo-o aprenderemos a conhecer o passado da Terra, esse livro escrito antes do nosso advento e que é o patrimônio geológico.

8 - Nós e a Terra compartilhamos uma herança comum. Cada homem, cada governo não é mais do que o depositário desse patrimônio. Cada um de nós deve compreender que qualquer depredação é uma mutilação, uma destruição, uma perda irremediável. Todas as formas do desenvolvimento devem, assim, ter em conta o valor e a singularidade desse patrimônio.

9 - Os participantes do 1.º Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico, que incluiu mais de uma centena de especialistas de 30 países diferentes, pedem a todas as autoridades nacionais e internacionais que tenham em consideração e que protejam o patrimônio geológico, através de todas as necessárias medidas legais, financeiras e organizacionais.

(Tradução de Professor Miguel M. Ramalho)

Anexo 2:

Legislação referente à proteção ao Patrimônio Espeleológico

Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990, publicado no D.O.U. 02/out/1990, dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e dá outras providências.

Portaria nº 887, de 15 de junho de 1990, publicado no D.O.U. 20/jun/1990, disciplina os procedimentos para usos nas cavidades naturais subterrâneas.

Portaria nº 057, de 05 de junho de 1997 e Regimento Interno, publicado no D.O.U. 06/jun/1997, institui o Centro Nacional de Proteção e Manejo de Cavernas (Cecav).

RESOLUÇÃO CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987, publicado no D.O.U. 22/out/1987, aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 009, de 24 de janeiro de 1986, publicado no D.O.U. 07/abr/1986, criou a Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004, publicado no D.O.U. 13/set/2004, dispõe sobre a proteção do Patrimônio Espeleológico.

Anexo 3:

Formulário da proposta de reconhecimento da Serra de André Lopes como Sítio Geológico

**SIGEP-COMISSÃO BRASILEIRA DE SÍTIOS GEOLÓGICOS E PALEOBIOLÓGICOS
(DNPM-CPRM-SBG-ABC-SBP-IPHAN-IBAMA-SBE-ABEQUA)**

**PROPOSTA DE SÍTIO GEOLÓGICO DO BRASIL PARA REGISTRO NO
PATRIMÔNIO MUNDIAL DA HUMANIDADE (WORLD HERITAGE COMMITTEE -
UNESCO)**

PROPONENTE

Nome: Arlei Benedito Macedo

Endereço: Rua do Lago, 562 - Cidade Universitária - São Paulo/SP – Brasil - CEP: 05508 - 080

Fax:

Telefone: (11) 3091-4231

e-mail: abmacedo@usp.br, ikarmann@usp.br e scbg@usp.br

Data:

1. Sugestão de AUTOR (ES) para eventual descrição detalhada do sítio:

Arlei Benedito Macedo, Ivo Karmann, Sílvia Cristina Benites Gonçalves, Carlos Henrique G. Carvalho, Frederico Meira Faleiros, Ginaldo Ademar da Cruz Campanha.

1a) AUTOR PRINCIPAL: Arlei Benedito Macedo¹

1b) CO-AUTORES: Ivo Karmann¹ e Sílvia Cristina Benites Gonçalves²

1: Prof. Dr. do Instituto de Geociências (IGc) da USP; 2: Aluna do IGc - USP

2. NOME do SÍTIO (use nome consagrado. Se este não existir, proponha um nome conciso que indique o tipo de sítio e/ ou o local):

Serra de André Lopes, relevo cárstico do Médio Vale do Ribeira, localizada no município de Eldorado, Estado de São Paulo – Brasil.

(2a) SUGESTÃO DE TÍTULO DO ARTIGO A SER ESCRITO : Serra de André Lopes, relevo cárstico do Médio Vale do Ribeira, SP

(2b) SUGESTÃO DE SUBTÍTULO DO ARTIGO A SER ESCRITO : Abriga uma das maiores cavernas do Brasil, Caverna do Diabo

3. TIPO DE SÍTIO:

☐ **Astroblema**

☐ **Estratigráfico**

☐ **História da Geologia**

☐ **Marinho-submarino**

☐ **Metamórfico**

☐ **Paleoambiental**

☐ **Sedimentar**

☒ **Outro: Geoturístico**

☒ **Espeleológico**

☒ **Geomorfológico**

☐ **Ígneo**

☐ **Metagenético**

☐ Mineralógico

☐ Paleontológico

☐ Tectono-estrutural

Obs. ☐ Inclui vestígios arqueológicos

4. LOCALIZAÇÃO

4.1. Município(s)/UF: Eldorado/SP

4.2. Coordenadas geográficas: Lat/Long (centro da área): 24°30'25" S / 48°30'25" W

4.3. Nome do local: Serra de André Lopes

5. JUSTIFICATIVAS para a inclusão como PATRIMÔNIO MUNDIAL:

- (1) Contém cavernas consideradas como prioritárias para conservação e estudo, tanto pelo tamanho quanto pelos espeleotemas, além da paisagem cárstica superficial;
- (2) Coleção de vários cenários e belezas naturais (cavernas, cachoeiras, mirantes, trilhas, *etc.*) em um único local;
- (3) Exemplo de ocupação humana em harmonia com uma área de proteção ambiental, comunidade quilombola de André Lopes;
- (4) Faz parte da Unidade de Conservação: Parque Estadual de Jacupiranga, área considerada como Reserva da Biosfera, pela Unesco;
- (5) Transformada em pólo turístico, com preservação das características naturais.

6. BREVE DESCRIÇÃO DO SÍTIO:

A área da Serra de André Lopes tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ), localiza-se em Eldorado, é um extenso corpo rochoso, denominada Mármore da Tapagem, com forma elíptica em mapa, com dimensões maiores de 23km por 4 km, com feições cársticas muito bem desenvolvidas, com drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas, sumidouros, lagos e paredes verticais de mármore. O nível topográfico médio é pouco rebaixado em relação aos xistos e filitos circundantes, que formam um anel morfológico mais elevado ao seu redor. De modo geral os mármores desta área são finos, brancos, isótopos, homogêneos e dolomíticos. Localmente ocorrem variações de cores do branco para creme e do cinza claro para cinza escuro, de mármores homogêneos para bandados, de dolomítico para calcítico. Seus contatos em geral são tectônicos, dados pelo sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes, cujo sistema define a compartimentação tectônica da região, o padrão da distribuição da deformação e das estruturas dos blocos intervenientes, tais como as amplas inflexões sigmoidais das estruturas regionais, o incremento da deformação em direção às zonas de cisalhamento, e a predominância da posição sub-horizontal de máximo estiramento. A serra situa-se entre as zonas de cisalhamento Lancinha e Ribeira.

Também ocorrem ortoquartzitos finos, brancos, isótopos e homogêneos, principalmente nos trechos mais elevado da serra e região da Caverna do Diabo, na porção norte do corpo.

Esta serra consiste em importante patrimônio geológico e natural, devido seus valores: geológico, pelo relevo cárstico com presença de sumidouros, dolinas e grutas; geomorfológico, devidas escarpas e vales sub-paralelos, relevos montanhosos e morros cársticos; paisagístico, belo cenário natural; ecológico, pela flora e fauna consideradas como Reserva da Biosfera pela Unesco; e cultural, presença de comunidade quilombola, reconhecida através da lei Federal. O Instituto Florestal é o órgão responsável pela preservação e conservação da área.

7. SITUAÇÃO ATUAL DE CONSERVAÇÃO E ÓRGÃO RESPONSÁVEL P/ PROTEÇÃO:

O estado de conservação da serra utilizando as imagens de satélite de setembro de 2002, confrontando com o campo, apresenta cobertura vegetal bastante densa que recobre a sua superfície, exceto em alguns locais, como na estrada e entrada do Núcleo Caverna do Diabo, e nota-se também desmatamento na porção extremo sudoeste estendendo-se para o centro sul na área do PEJ.

A área urbana em seu entorno pode ser considerada rarefeita. Além das cavernas a serra possui lajeados e paredões com exposição natural da rocha carbonática. Encontra-se no local Centro Turístico no Núcleo Caverna do Diabo, porção correspondente à área da serra situada no Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ), com com exposição de espeleotemas na rocha carbonática tais como estalactites, estalagmites, colunas, velas, torres, helectites e cortinas são alguns exemplos dessas abundantes formações. O Instituto Florestal é o órgão responsável pela preservação e conservação da área.

8. BIBLIOGRAFIA:

- Campanha, G.A.C. 1991. Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, 296p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
- Campanha, G.A.C. 2002. O papel do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes na Configuração da porção Meridional da Faixa Ribeira. São Paulo, 105p. (Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências/ USP).
- Carvalho, C.H.G. 1999. Caracterização Geomorfológica da Serra André Lopes. In: www.usp.br/prp/informa/terra.html
- Costa, J.P.O. 2004. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: <http://www.mre.gov.br/cdbrasil/itamaraty/web/port/meioamb/arprot/tomba.../apresent.htm>
- Faleiros, F. M. 2003. Zona de Cisalhamento Ribeira: Metamorfismo, e Termobarometria de Veios Sin-Tectônicos. São Paulo, 146p. (Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências/ USP)
- Karmann, I. 1994. Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto do Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado – Instituto de Geociências / USP).
- Karmann, I. 2004. Cavernas e Geoespeleologia. In: <http://www.igc.usp.br/geologia/espeleologia.php>
- Macedo, A. B. & Chierigati. 1982 – Projeto Rochas Ornamentais. DNPM/ CPRM, 225p
- Macedo, A. B. & Gonçalves, S. C. B. 2004. *Present conditions and proposals for sustainable tourism in the Andre Lopes karstic area, Brazil*. 32º Congresso Geológico Internacional - Sessão Técnica 17.03 - Geological heritage and tourism (Edição em CD-ROM).
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. 2004. Cadastro das maiores cavernas do Brasil. In: <http://www.sbe.gov.br>
- Watanabe, N. Y. 2003. *Evolução do uso do solo no Parque de Jacupiranga (SP) e suas conseqüências para a gestão ambiental*. São Paulo, 105p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP, orientador ^a B. Macedo).
-

Anexo 4:

Descrição da área de estudo para documentação da proposta

Serra de André Lopes, relevo cárstico do Médio Vale do Ribeira, SP

Abriga uma das maiores cavernas do Brasil, Caverna do Diabo

RESUMO

A Serra de André Lopes, localizada à margem direita do médio curso do Rio Ribeira de Iguape, no município de Eldorado, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga. Esta área consiste em importante patrimônio geológico e natural, devido os seus valores: geológico, pelo relevo cárstico com presença de sumidouros, dolinas e cavernas; geomorfológico, apresentando escarpas e vales subparalelos, relevos montanhosos e morros cársticos; paisagístico, belo cenário natural; ecológico, flora e fauna preservadas, consideradas "Reserva da Biosfera"; e por fim cultural, com a presença de comunidade quilombola.

Há onze cavernas conhecidas na região, entre as quais, a Gruta da Tapagem, denominada usualmente Caverna do Diabo, considerada uma das maiores do Brasil, com aproximadamente 60m de entalhamento vertical e 8.262m de comprimento, cujos primeiros 700m são abertos para a visitação do público geral, contando com trilhas e acesso pavimentado, escadaria, luzes e monitores para orientação aos visitantes. Destacam-se também a Trilha do Bugio, a Caverna Água Suja e cachoeiras como a Queda do Meu Deus.

Os objetivos deste trabalho foram contribuir para o melhor conhecimento do patrimônio geológico e natural da área da Serra de André Lopes e colaborar com a sua preservação. Foram desenvolvidas gestões para seu reconhecimento como Sítio Geológico pela UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) e produzidos materiais de educação ambiental, voltados para os monitores e visitantes do centro turístico localizado na Caverna do Diabo.

ABSTRACT

The Andre Lopes Mountain, situated on the right margin of the medium course of Ribeira River in Iguape, Eldorado county, south-southeastern region of Sao Paulo State, has part of its area situated on the center-northern portion of Jacupiranga State Park. It is an important natural and geological heritage site, due to its natural values. From the geological aspect, by its karstic relief with the presence of large dolines, stream swallets and caves; geomorphological aspects, due to escarpments and sub-parallel valleys, mountainous topography; beautiful natural scenery; flora and wildlife considered as a Biosphere Reservation Area; and cultural, presence of a Quilombo community.

There are eleven known caves, among which the Tapagem Grotto, usually referred to as Devil's Cave, considered one of the largest caves in Brazil. It measures nearly 60m vertically and 8.262m long. Its first 700m are open to general public visitation, with tracks and paved access roads, flights of stairs, lights and monitors to assist visitors. Other important points are the Ape's Track, the Dirty Water Cave and falls such as My God's fall.

This work aims at contributing for a better understanding of Andre Lopes Mountain's natural and geologic site and to cooperate for its preservation. Steps were taken for its recognition as a Geologic Site and materials were produced for environmental education for monitors and visitors at the tourist center situated at Devil's Cave.

INTRODUÇÃO

A Serra de André Lopes, localizada no município de Eldorado, extremo sul-sudeste do Estado de São Paulo, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga (Watanabe, 2003), tratando-se principalmente de um sítio espeleológico, devido ser um extenso corpo rochoso, denominado Mármore da Tapagem, com forma elíptica em mapa, com dimensões maiores de

23km por 4 km, com feições cársticas muito bem desenvolvidas, com drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas, sumidouros (Fig.08), lagos e paredões verticais de mármore.

A serra tem importância na caracterização de processos geológicos - chave regionais, tais como da origem das cavernas, da hidrogeologia, dos registros paleoclimáticos nos sedimentos presentes nestas cavernas e da dinâmica de sistema cárstico; de períodos geológicos e de registro expressivos na história evolutiva da Terra. Ressalta-se também a vegetação exuberante, a sua expressão cênica e seu bom estado de conservação. Assim, pode-se compreender a necessidade da sua preservação.

LOCALIZAÇÃO

A Serra de André Lopes está localizada a 40 km do centro da cidade de Eldorado (Fig. 01), com coordenadas geográficas centrais 24°30'25" S / 48°30'25" W, próximo ao extremo sul-sudeste do Estado de São Paulo. O acesso se faz pela Rodovia Br-116, seguindo até acesso para a cidade de Jacupiranga (km 475), no qual trafegando a SP-193 por 25km, chegando a Eldorado, onde começa a SP-165, estrada que, margeando o rio Ribeira de Iguape, chega após 40km até o sopé da serra, a partir daí segue-se por 5 km de estrada vicinal subindo até o Núcleo Caverna do Diabo (Parque Estadual de Jacupiranga - PEJ). Todas as vias são asfaltadas, exceto a estrada vicinal; é importante lembrar que todas as estradas estavam em boas condições de uso no ano de 2004.

GEOLOGIA

A Serra de André Lopes encontra-se inserida em um conjunto de rochas supracrustais com embasamento constituído pelo conjunto de rochas gnáissico -migmatíticas, com alguns núcleos charnokíticos maiores e intercalações variadas de metassedimentos. As rochas supracrustais são constituídas de metassedimentos de baixo a médio grau metamórfico, o Supergrupo Açungui, subdividido numa série de unidades, dispostas lateralmente em faixas longilíneas, seus contatos em geral são tectônicos, dados pelo sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes, cujo sistema define a compartimentação tectônica da região, o padrão da distribuição da deformação e das estruturas dos blocos intervenientes, tais como as amplas inflexões sigmoidais das estruturas regionais, o incremento da deformação em direção às zonas de cisalhamento, e a predominância da posição sub-horizontal de máximo estiramento (Campanha, 2002 – fig. 02). A serra situa-se no extremo NE do Bloco Serra da Bandeira, entre as zonas de cisalhamento Lancinha e Ribeira (Faleiros, 2003).

Os contatos com as unidades subjacentes de modo geral são bruscos e bem marcados em fotografias aéreas e mapas topográficos, com exceção da parte do contato norte com xistos carbonáticos da Sequência Serra da Andorinhas, que apresenta intercalações decimétricas a métricas de mármore, sugerindo contato interdigitado. Também ocorrem ortoquartzitos finos, brancos, isotropos e homogêneos, principalmente nos trechos mais elevado da serra e região da Caverna do Diabo (Fig. 03), na porção norte do corpo. (Campanha, 1991).

Um modelo de evolução cinemática proposto por Faleiros (2003) considera que todas as estruturas seriam decorrentes de um episódio compressivo, formando empurrões e dobramentos de orientação geral NE –SW, seguido da instalação de um regime transcorrente, primeiramente com geração de falhas ENE - WSW , cuja movimentação deslocaria as falhas NE –SW provocando reativação direcional destas falhas, que passariam a atuar como conjugados. Com a reativação direcional da porção sul da Zona de Cisalhamento Figueira, a Zona de Cisalhamento Morro Agudo seria gerada para compensar as movimentações. A etapa final seria representada pelos movimentos tardios controlados pelo cisalhamento paralelo à borda da placa, materializada pela zona de Cisalhamento Lancinha.

O ambiente de sedimentação foi interpretado como bacia marinha com sedimentação não litorânea próxima a linha da costa (Petri & Suguiú, 1969).

GEOMORFOLOGIA

A Serra de André Lopes está inserida, Segundo Ross (2002) no relevo da bacia do rio Ribeira de Iguape, no Cinturão Orogênico do Atlântico, pertencendo à unidade IV dos sistemas ambientais desta bacia: Sistema de Morros e Escarpas das Serras do Mar e Paranapiacaba (Zonas de Unidade de Conservação).

Do ponto de vista climático esta área é extremamente úmida, com índices pluviométricos anuais variando respectivamente entre 1000 mm/a a 3000mm/a para os anos menos e mais chuvosos. As

chuvas ocorrem o ano todo em função do efeito orográfico, de um lado, e das freqüentes entradas das frentes frias, de outro, sendo que os meses menos chuvosos ocorrem em junho, julho e agosto. As temperaturas são pouco mais baixas, sobretudo em função das altitudes e da latitude, indicando valores médios anuais para as médias das mínimas entre 11 a 20 graus e médias das máximas entre 22 a 32 graus (Ross, 2002).

Esta serra, segundo estudos de Carvalho (1999), constituída de mármore dolomítico, mármore da Tapagem, à exceção de suas bordas composta pelos filitos e xistos finos da Sequência Serra das Andorinhas. Distingue-se das demais faixas carbonáticas do sudeste do Estado de São Paulo pelo fato de constituir um relevo positivo (Fig. 05) (Karmann, 1994) em relação às rochas metapelíticas encaixantes, exceto alguns setores em sua borda sul. A superfície carbonática possui domínios de carste poligonal com amplitudes altimétricas de 500m. No setor noroeste da serra, encontra-se uma grande depressão com drenagem centripeta de 100m de profundidade.

O desenvolvimento da gruta da Tapagem tem direção preferencial SW-NE, mas a drenagem que atravessa a caverna apresenta, em superfície, fluxo para NW, fato interpretado como uma captura da drenagem a partir da instalação de uma drenagem subterrânea no mármore.

A Caverna do Diabo possui um conduto principal e grandes salões de abatimento, que exibem feições indicativas de mais de uma fase de desmoronamento, como brechas de colapso com clastos de calcita secundária recobertas por grandes espeleotemas.

Apesar desta caverna ser formada por um mármore dolomítico calcítico exibe feições cársticas típicas de rochas calcárias. Na figura 04 podemos observar alguns tipos de espeleotemas.

HISTÓRICO E MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Descoberta oficialmente em 1886 por Richard Krone, um pesquisador e naturalista alemão, a Gruta da Tapagem ou, como conhecida usualmente, a Caverna do Diabo é uma das mais belas cavernas do mundo abertas à visitação, está cadastrada como a oitava maior caverna do Brasil pela Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).

Encontra-se no local um centro turístico no Núcleo Caverna do Diabo, porção correspondente à área da serra situada no Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ), que possibilita a realização de atividades pedagógicas com turmas de estudantes onde se pode identificar e observar todos os diferentes tipos de espeleotemas encontrados em uma caverna, situada na rocha carbonática tais como estalactites, estalagmites, colunas, velas, torres, helectites e cortinas são alguns exemplos dessas abundantes formações.

O estado de conservação da serra utilizando as imagens de satélite do Landsat 7 (sensor ETM) de setembro de 2002, composta das bandas TM 3 (B), TM 4 (G) e TM 5 (R) (Fig.06), apresenta cobertura vegetal bastante densa, recobrendo a sua superfície.

Reforço que Ross (2002) destaca este estado de preservação da área em relação às influências antrópicas, apesar dos avanços da ocupação humana tanto da região da alta bacia do Ribeira, como da parte baixa.

Ocorrem desmatamentos em alguns locais, como na estrada e na entrada do Núcleo Caverna do Diabo onde nota-se desmatamento na porção extremo sudoeste estendendo-se para o centro sul.

Recomenda-se a fiscalização desta área da serra pelos órgãos competentes para evitar o desmatamento de pequenas áreas consideradas remanescentes da mata atlântica, contribuindo com a preservação da biodiversidade e das características naturais do meio ambiente.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Campanha, G.A.C. 1991. Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, 296p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
- Campanha, G.A.C. 2002. O papel do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes na Configuração da porção Meridional da Faixa Ribeira. São Paulo. (Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências/ USP).
- Costa, J.P.O. 2004. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: <http://www.mre.gov.br/cdbrazil/itamaraty/web/port/meioamb/arprot/tomba.../apresent.htm>
- Carvalho, C.H.G. 1999. Caracterização Geomorfológica da Serra André Lopes. In: www.usp.br/prp/informa/terra.html
- Delila, 2004. Fotos da Caverna do Diabo, disponíveis na internet. In: www.delila.ws/.../cavernadodiabo/page_01.htm
- Faleiros, F.M. 2003. Zona de Cisalhamento Ribeira: Metamorfismo, e Termobarometria de Veios Sin-

- Tectônicos. São Paulo, 146p. (Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências/ USP)
- Instituto Florestal . 2004. Órgão responsável pela proteção e conservação do PEJ. In:
<http://www.iflorestal.gov.br>
- Macedo, A. B. & Gonçalves, S. C. B. 2004. Presente conditions and proposals for sustainable tourism in the Andre Lopes Karstic area, Brazil. 32° Congresso Geológico Internacional – Sessão Técnica 17.03 – Geological Heritage and tourism (edição em CD-ROM).
- Karmann, I. 1994. *Elvolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto do Ribeira de Iguape*, sudeste do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado – Instituto de Geociências / USP).
- Karmann, I. 2004. Cavernas e Geoespeleologia. In:
<http://www.igc.usp.br/geologia/espeleologia.php>
- Petri, S. & Suguu, K. 1969. Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, convênio USP/DAEE (Publicação Especial).
- Ross, J. L. S. 2002. A morfogênese da bacia do Ribeira de Iguape e os sistemas ambientais. In: GEOUSP – Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 12, 20 p. Disponível:
http://www.geografia.flch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp12/Geousp12_JurandyRoss.htm
- Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE). 2004. Cadastro das maiores cavernas do Brasil realizado em 22 de maio de 1995. In: <http://www.sbe.gov.br>
- Watanabe, N. Y. 2003. *Evolução do uso do solo no Parque de Jacupiranga (SP) e suas conseqüências para a gestão ambiental*. São Paulo. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP).

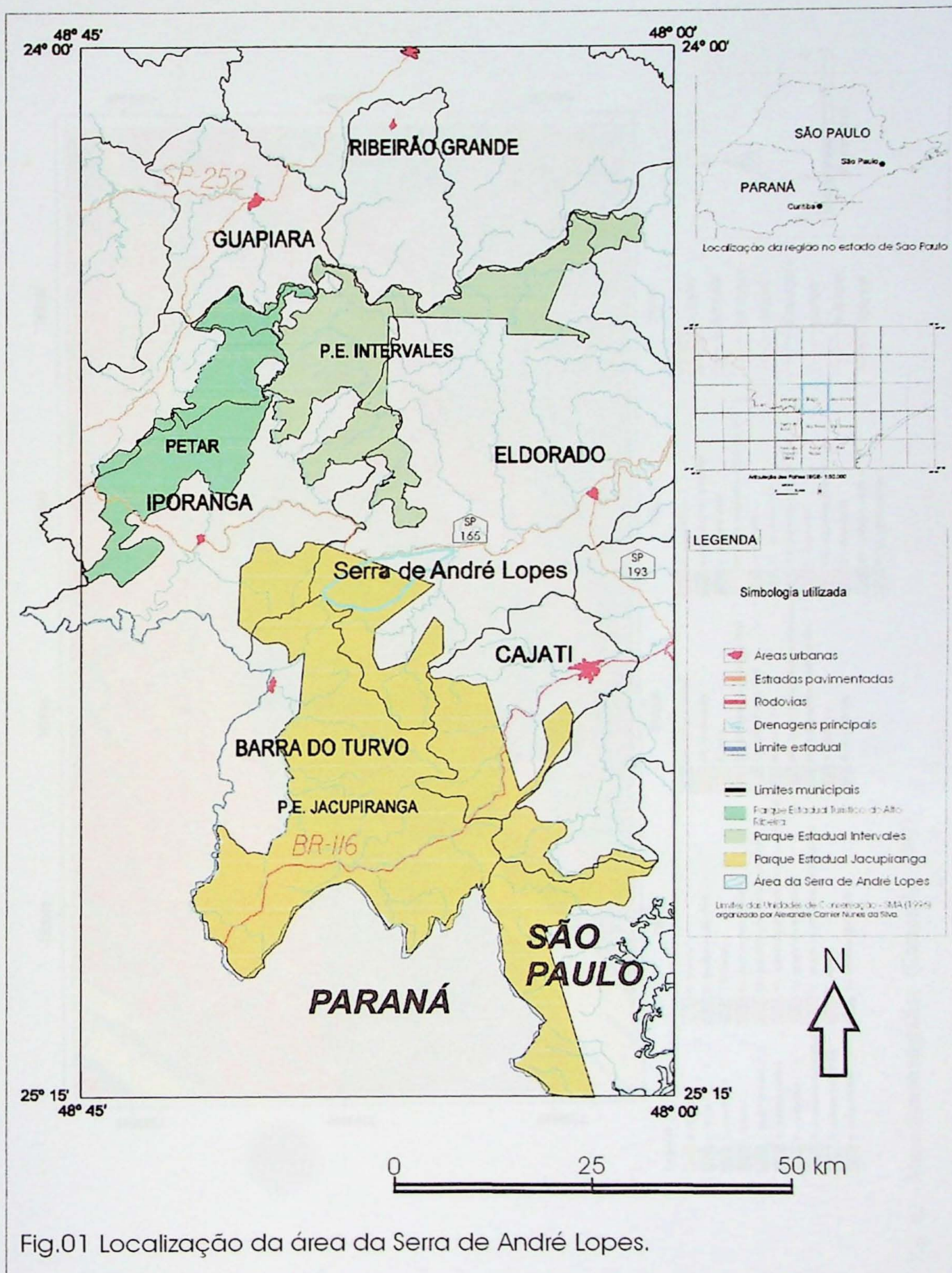


Fig.01 Localização da área da Serra de André Lopes.

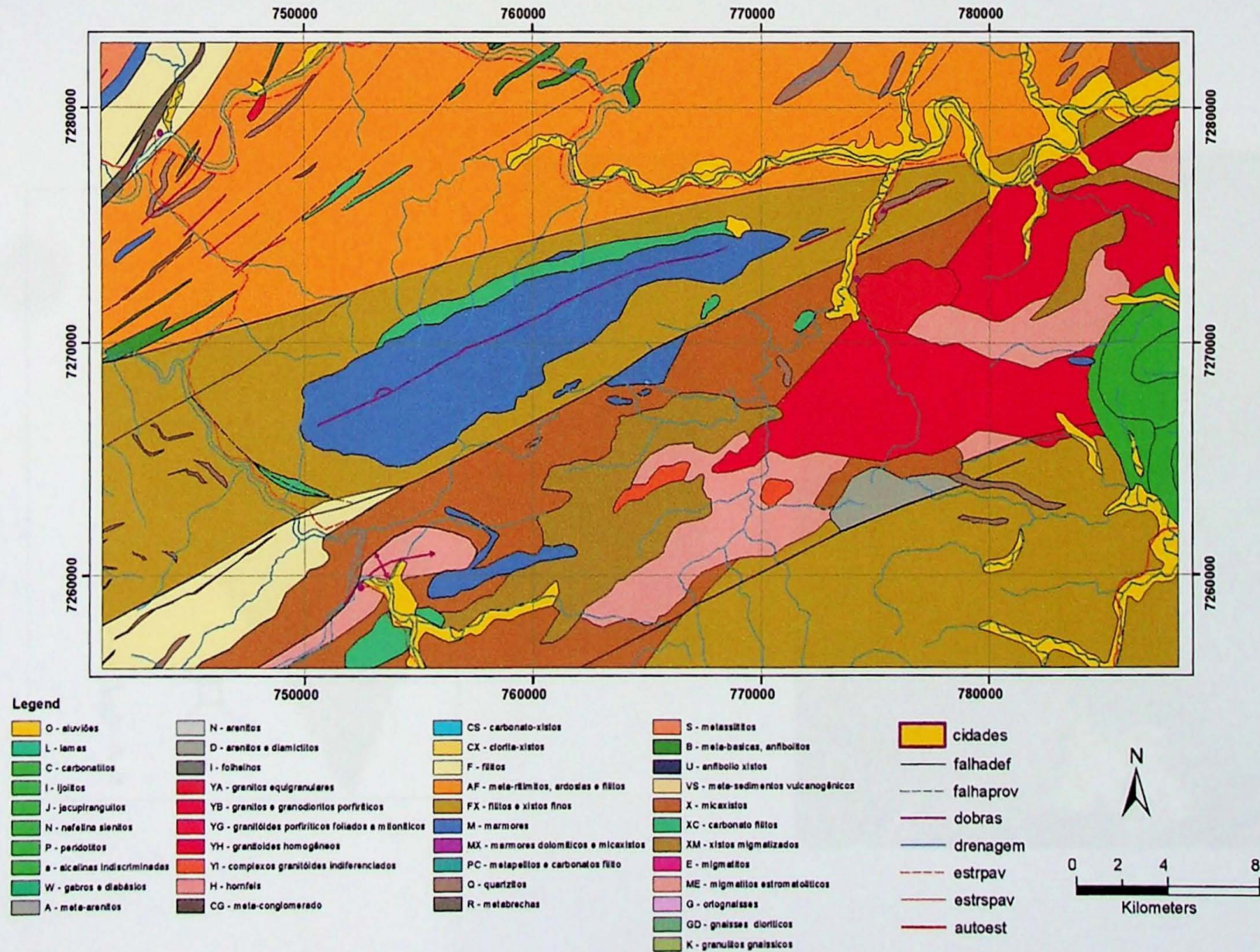


Fig. 02 – Mapa litoestratigráfico (Campanha, 2002)



Fig. 03 – Foto da saída da Caverna do Diabo (Delila)



Fig.04 – Fotos de espeleotemas (Delila)

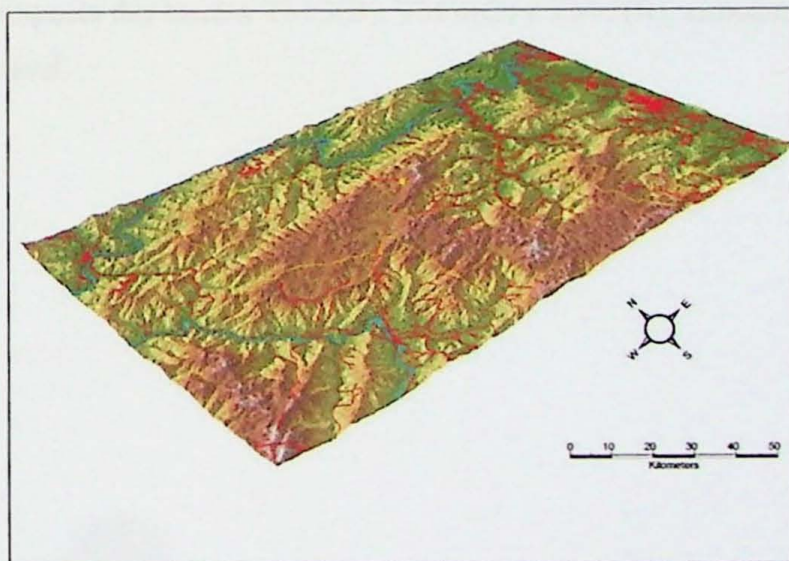


Fig. 05 – Relevo da área da Serra de André Lopes.



Fig.06 – Imagem composta das bandas TM 3(B), TM 4(G) e TM 5(R), simulando o colorido da faixa espectral no visível.

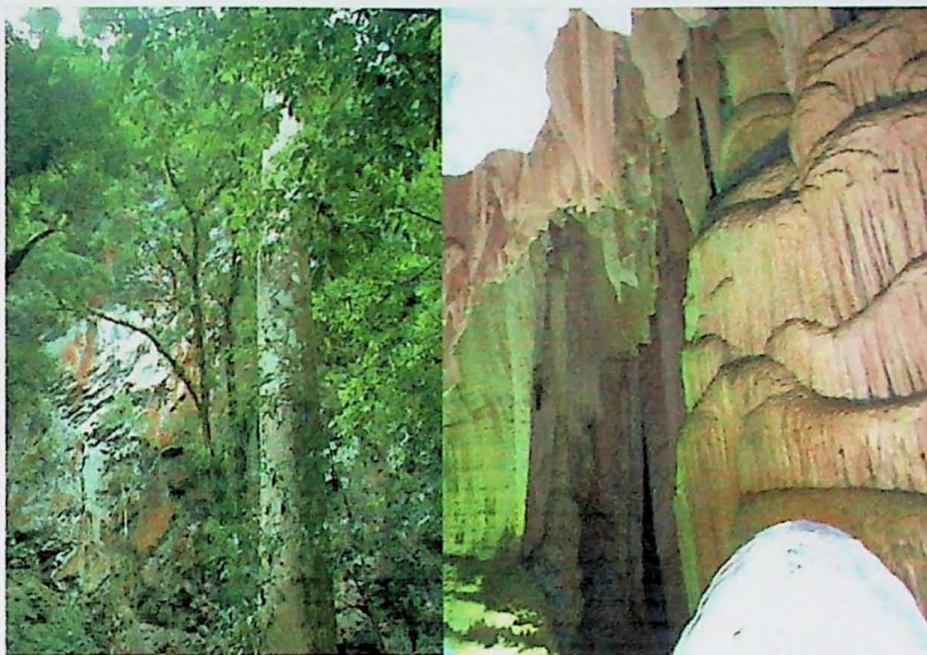


Fig.07 – Fotos da exposição natural da rocha carbonática e interior da caverna (Delila)

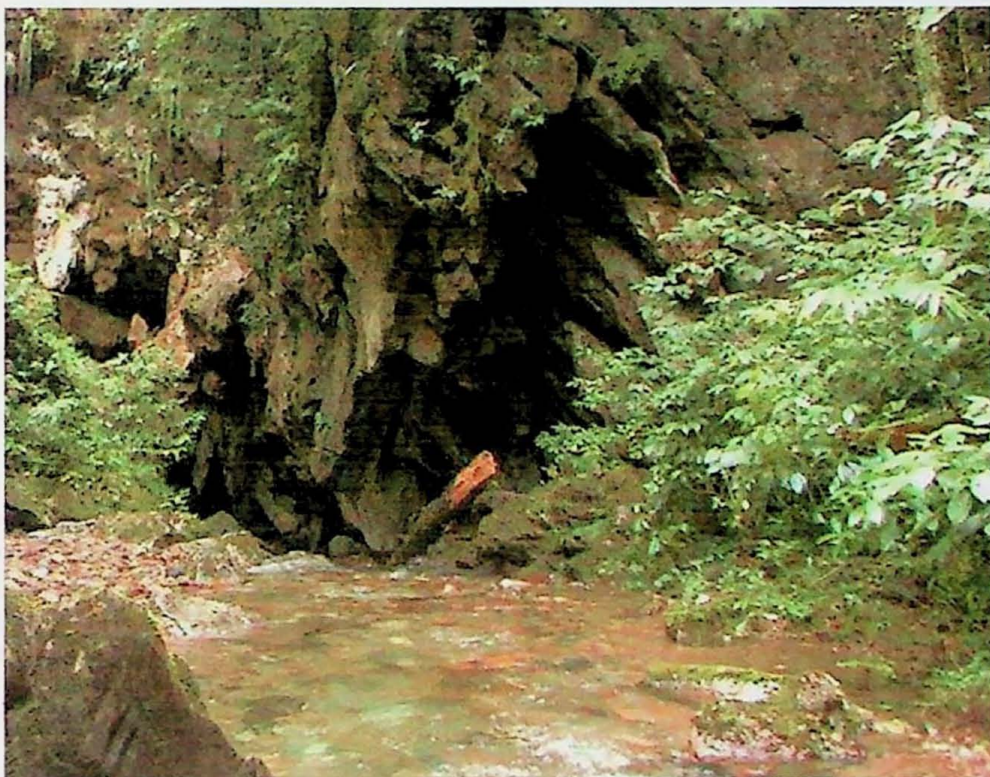


Fig.08 – Foto de sumidouro da Caverna do Diabo (Delila)

Anexo 5:

Descrição geológica e geomorfológica da área em linguagem adequada para o público geral

Serra de André Lopes, relevo cárstico do Médio Vale do Ribeira, SP
Abriga uma das maiores cavernas do Brasil, Caverna do Diabo

RESUMO

A Serra de André Lopes consiste em importante patrimônio geológico e natural, devido seus valores: geológico, pelo relevo cárstico com presença de sumidouros, dolinas e grutas; geomorfológico, devido escarpas e vales sub-paralelos, relevos montanhosos e morros cársticos; paisagístico, belo cenário natural; ecológico, flora e fauna consideradas Reserva da Biosfera pela Unesco; e cultural, presença de comunidade quilombola, reconhecida através da lei nº 10.850, da Constituição Federal.

INTRODUÇÃO

A Serra de André Lopes localizada à margem direita do médio curso do Rio Ribeira de Iguape, no município de Eldorado, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ). O órgão responsável pela sua conservação e preservação é o Instituto Florestal.

Os monitores e visitantes do museu e centro turístico, localizado no Núcleo Caverna do Diabo, devem compreender a importância da sua preservação e conservação, asseguradas pela legislação (reproduzida no anexo I). A depreciação e o mau uso não têm espaço numa sociedade mais consciente de seus direitos e deveres.

O patrimônio ou monumento geológico é considerado como lugares na natureza que passaram processos geológicos que caracterizam a sua gênese, transformando o meio e tornando-o apreciável do ponto de vista turístico e científico.

A compreensão do conceito de Patrimônio Geológico nos remete à Declaração Internacional dos Direitos à Memória da Terra, apresentada em 1991 no Primeiro Simpósio Internacional sobre a Proteção do Patrimônio Geológico. Ela esclarece a importância da preservação da memória do passado da Terra, registrada em profundidade ou na superfície, nas rochas, nos fósseis e nas paisagens, registro que pode ser lido e traduzido.

A Geologia é uma ciência que desenvolve estudos sobre o Planeta Terra, sua origem e suas transformações ao longo do tempo. Ela mostra a importância da preservação das áreas consideradas monumentos geológicos, pois nelas encontramos os registros (minerais, fósseis e outros) bem preservado da origem e dos processos que se passaram no tempo geológico.

Em áreas cársticas os monumentos formados são as cavernas ou grutas, que abrigam espeleotemas (Fig. 04*), núcleos ecológicos e outros elementos (Fig 07) que caracterize como monumento geológico que necessite de proteção.

Relevo cárstico deriva da palavra Karst que vêm de Kras, nome de uma província na Iugoslávia onde esse tipo de terreno foi estudado pela primeira vez no século XIX (1.800), canyons, sumidouros e resurgências de leitos de água, lápias, clarabóias e dolinas são paisagens típicas de uma região “Kárstica” (Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE).

LOCALIZAÇÃO

A Serra de André Lopes está localizada a 40 km do centro da cidade de Eldorado (Fig. 1), com coordenadas geográficas centrais 24°30'25" S / 48°30'25" W, próximo ao extremo sul-sudeste do Estado de São Paulo. O acesso se faz pela Rodovia Br-116, seguindo até acesso para a cidade de Jacupiranga (km 475), no qual trafegando a SP-193 por 25km, chega-se a Eldorado, onde começa a SP-165, estrada que, margeando o rio Ribeira de Iguape, chega após 40km até o sopé da serra, a partir daí segue-se por 5 km de estrada vicinal subindo até o Núcleo Caverna do Diabo (Parque Estadual de Jacupiranga - PEJ). Todas as vias são asfaltadas, exceto a estrada vicinal; é importante lembrar que todas as estradas estavam em boas condições de uso no ano de 2004.

GEOLOGIA

A Serra de André Lopes é um extenso corpo rochoso, denominada Mármore da Tapagem, com forma elíptica em mapa (Fig. 02), com dimensões maiores de 23km por 4 km, com feições cársticas muito bem desenvolvidas, com drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas (Fig. 03), sumidouros (Fig. 08), lagos e paredões verticais de mármore. (Campanha, 1991).

O mármore da Tapagem é rocha metamórfica, simplificando os estudos geológicos presentes na dissertação de Faleiros, 2003, sobre a região do Vale do Ribeira, o modelo proposto mostra que a rocha passou pelos processos de evolução tectônica, cujo bloco onde se encontra o mármore passou por episódios compressivos, formando cadeia de montanhas; falhas; reativação de falhas e movimentos tardios condicionados pela borda da placa (a superfície da Terra é dividida em placas relativamente finas que se movem e se chocam, provocando terremotos, erupções vulcânicas e formando cadeias montanhosas).

* Nota: todas as figuras deste texto são referentes ao anexo 4, neste trabalho.

Petri & Suguiú, em 1969 interpretaram o ambiente de sedimentação como bacia marinha com sedimentação não litorânea próxima a linha da costa. Através dos processos de litificação ao longo do tempo geológico, os sedimentos foram transformados em rocha sedimentar e, como mencionado, passou por processos de metamorfismo originando o mármore.

O nível topográfico médio é pouco rebaixado em relação aos xistos e filitos (rochas metamórficas de granulação fina) circundantes, que formam um anel morfológico mais elevado ao seu redor. (Campanha, 1991).

A serra situa-se entre as zonas de cisalhamento Lancinha e Ribeira, na terminação NE do Bloco Serra da Bandeira (Faleiros, 2003).

GEOMORFOLOGIA

A Serra de André Lopes, segundo Ross (2002), está inserida no relevo da bacia do rio Ribeira de Iguape, no Cinturão Orogênico Atlântico, pertencente à unidade IV dos sistemas ambientais desta bacia: Sistema de Morros e Escarpas das Serras do Mar e Paranapiacaba (Zonas de Unidade de Conservação). Clima extremamente úmido com índices pluviométricos anuais variando respectivamente entre 1000mm/a e 3000mm/a, para anos menos e mais chuvosos. As chuvas ocorrem o ano todo em função do efeito orográfico, de um lado, e das frequentes entradas das frentes frias, de outro, sendo que os meses menos chuvosos ocorrem em junho, julho e agosto. As temperaturas são pouco mais baixas, sobretudo em função das altitudes e da latitude, indicando valores médios anuais para as médias mínimas entre 11 e 20 graus e médias máximas entre 22 e 32 graus.

A área distingue-se das demais faixas carbonáticas (Karmann, 1994) do sudeste do Estado de São Paulo pelo fato de constituir um relevo positivo (feição elevada do relevo, formando paredões verticais ou inclinados, em aclives) em relação às rochas metapelíticas (rocha metamórfica com granulometria muito fina, fração argila) encaixantes (localizadas ao redor da rocha carbonática), exceto alguns setores em sua borda sul. A superfície carbonática possui domínios de carste poligonal (depressões ou bacias em forma de polígonos) com amplitudes altimétricas de 500m. No setor noroeste da serra, encontra-se uma grande depressão com drenagem centrípeta, de 100m de profundidade.

O desenvolvimento da gruta da Tapagem tem direção preferencial SW-NE, mas a drenagem que atravessa a caverna apresenta, em superfície, fluxo para NW, fato interpretado como uma captura da drenagem a partir da instalação de uma drenagem subterrânea no mármore (Carvalho, 1999).

A Caverna do Diabo possui um conduto principal e grandes salões

de abatimento, que exibem feições indicativas de mais de uma fase de desmoronamento, como brechas de colapso com clastos de calcita secundária recobertas por grandes espeleotemas.

HISTÓRICO E MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Descoberta oficialmente em 1886 por Richard Krone, um pesquisador e naturalista alemão, a Caverna do Diabo é uma das mais belas cavernas do mundo abertas à visitação, está cadastrada como a maior caverna do Estado de São Paulo (SBE).

Encontra-se no local um centro turístico no Núcleo Caverna do Diabo, porção correspondente à área da serra situada no PEJ, que possibilita a realização de atividades pedagógicas com turmas de estudantes onde se pode identificar e observar todos os diferentes tipos de espeleotemas encontrados em uma caverna, típicos de rocha carbonática tais como estalactites, estalagmites, colunas, velas, torres, helectites e cortinas são alguns exemplos dessas abundantes formações.

O estado de conservação da serra utilizando as imagens de satélite de agosto de 2002 e conferindo-se alguns locais, constitui cobertura vegetal bastante ampla, ou seja, densa que recobre a sua superfície exceto em alguns pequenos locais como na estrada e entrada do Núcleo Caverna do Diabo e nota-se deflorestamento na porção extremo sudoeste estendendo-se para o centro sul.

Recomenda-se a fiscalização da área da serra pelos órgãos competentes para evitar o desmatamento, pois trata-se de Unidade de Conservação, exemplo de áreas ainda consideradas remanescentes da mata atlântica, contribuindo para preservação da biodiversidade e das características naturais do meio ambiente.

BIBLIOGRAFIA:

- Campanha, G.A.C. 1991. Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, 296p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
- Campanha, G.A.C. 2002. O papel do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes na Configuração da porção Meridional da Faixa Ribeira. São Paulo. (Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências/ USP).
- Costa, J.P.O. 2004. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: <http://www.mre.gov.br/cdbrazil/itamaraty/web/port/meioamb/arprot/tomba.../apresent.htm>
- Carvalho, C.H.G. 1999. Caracterização Geomorfológica da Serra André Lopes. In: www.usp.br/prp/informa/terra.html
- Faleiros, F.M. 2003. Zona de Cisalhamento Ribeira: Metamorfismo, e

- Termobarometria de Veios Sin-Tectônicos. São Paulo, 146p.
(Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências/ USP)
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). 2004. Legislação de proteção às cavernas. Disponível na internet. In: www.ibama.gov.br
- Instituto Florestal . 2004. In: <http://www.iflorestal.gov.br>
- Karmann, I. 1994. Evolução e Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto do Ribeira de Iguape, sudeste do Estado de São Paulo. (Tese de Doutorado – Instituto de Geociências / USP).
- Karmann, I. 2004. Cavernas e Geoespeleologia. In: <http://www.igc.usp.br/geologia/espeleologia.php>
- Petri, S. & Suguiu, K. 1969. Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, convênio USP/DAEE (Publicação Especial).
- Sociedade Brasileira de Espeleologia. 2004. Cadastro das maiores cavernas do Brasil e do Estado de São Paulo.
In: http://www.sbe.com.br/cavernas_maiores.asp
- Watanabe, N. Y. 2003. Evolução do uso do solo no Parque de Jacupiranga (SP) e suas consequências para a gestão ambiental. São Paulo. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/USP).

Anexo I:

Legislação de proteção às cavernas:

Decreto nº 99.556, de 01/out/1990, publicado no D.O.U. 02/out/1990, dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional e dá outras providências.

Portaria nº887, de 15 de junho de 1990, publicado no D.O.U. 20/jun/1990, disciplina os procedimentos para usos nas cavidades naturais subterrâneas.

Portaria nº057, de 05 de junho de 1997 e Regimento Interno, publicado no D.O.U. 06/jun/1997, institui o Centro Nacional de Proteção e Manejo de Cavernas (Cecav).

RESOLUÇÃO CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987, publicado no D.O.U. 22/out/1987, aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 009, de 24 de janeiro de 1986, publicado no D.O.U. 07/abr/1986, criou a Comissão Especial para tratar de assuntos relativos à preservação do Patrimônio Espeleológico.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 347, de 10 de setembro de 2004, publicado no D.O.U. 13/set/2004, dispõe sobre a proteção do Patrimônio Espeleológico.

Anexo 6:

Folheto para visitantes do

Núcleo Cavema do Diabo*

* Nota: o folheto encontra-se em duas folhas separadas, devido melhor apresentação, neste trabalho.



Histórias & Lendas

O verdadeiro nome, Gruta da Tapagem, que significa lugar misterioso, obscuro, foi substituído por Caverna do Diabo devido às lendas que cercam o lugar.

Os índios que habitavam suas proximidades, acreditavam que quem fosse atingido pelas gotas que pingam do teto, seria imediatamente transformado em pedra. Para eles, as estranhas formações, que hoje encantam os turistas e espeleólogos, eram homens e outros animais petrificados pelas malditas gotas.

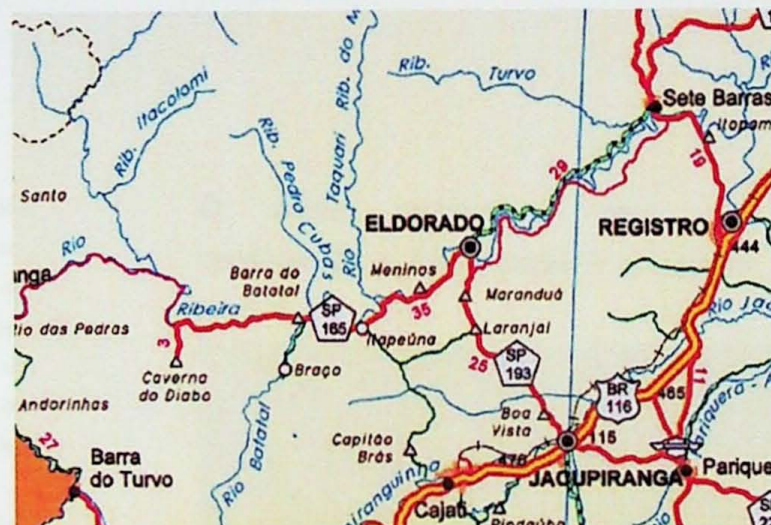
Os escravos garantiam que os sons e ruídos que se ouviam da entrada da gruta, eram gemidos de almas penadas a receber os castigos do Diabo.

Os caboclos acreditavam que a Caverna era a morada do próprio Satã, a porta de entrada do inferno. O medo era tanto que sequer ousavam chegar muito perto. As crianças desobedientes eram advertidas com a ameaça de serem deixadas nas redondezas da Caverna como castigo pelas suas desobediências.

Diziam, também, quando o relógio marcava exatamente meia noite, o Diabo e seus anjos maus saíam da Caverna para atacar suas plantações e levar comida para o inferno.

Fonte:

www.caveland.tur.br/html/cavernadociabo.htm



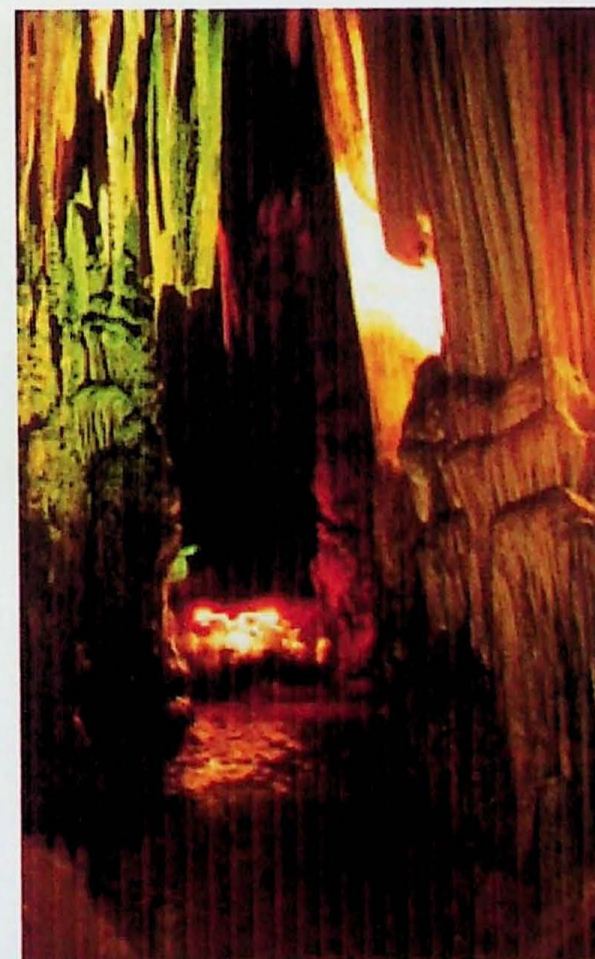
Mapa rodoviário do Estado de São Paulo, 2003
www.der.sp.gov.br/vder/_malha/down_mapa.asp

A Caverna do Diabo encontra-se a 45km da cidade de Eldorado/SP. O acesso se faz pela Rodovia BR-116, seguindo até acesso para a cidade de Jacupiranga (km 475), no qual trafegando a SP-193 por 25km, chega-se a Eldorado, onde começa a SP-165, estrada que, margeando o rio Ribeira de Iguape, chega após 40km até o sopé da serra, a partir daí segue-se por 5 km de estrada vicinal subindo até o Núcleo Caverna do Diabo (Parque Estadual de Jacupiranga - PEJ). O Núcleo tem restaurante, museu e chalés para visitantes. As visitas acontecem diariamente, das 9:00 às 17:00, com visitas acompanhadas por monitores à caverna e à Trilha do Bugio, cujo percurso chega a 2 horas.

Você pode obter mais informações sobre a Caverna no Posto de Informações Turísticas, localizado na entrada de Eldorado/SP, fone: (13) 3871-1759.

Caverna do Diabo

*Turismo e
Educação Ambiental*



Passagem do Inferno (extraído: www.pick-upau.com.br)

**Estância Turística de Eldorado – SP
Brasil**

Prefeitura Municipal da Estância Turística de
Eldorado

www.eldorado-sp.com.br

Patrimônio Geológico

A Serra de André Lopes é um importante patrimônio geológico e natural. Tem relevo cárstico (característico de regiões calcárias), com sumidouros, dolinas e grutas; belo cenário natural, com montanha coberta por mata atlântica bem preservada e rica fauna (a área é reconhecida como Reserva da Biosfera pela Unesco); e uma população tradicional, remanescente de quilombos.

Atualmente lutamos para que a área seja reconhecida como parte do patrimônio geológico, por conter formações geológicas que conservam e ilustram processos importantes da formação da Terra, de uma forma que possam ser compreendidos tanto por cientistas quanto pelo público.



Foto de sumidouro da Caverna do Diabo (Delila)

A Serra de André Lopes localizada à margem direita do médio curso do Rio Ribeira de Iguape, no município de Eldorado, região sul-sudeste do Estado de São Paulo, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga (PEJ).

O órgão responsável pela sua conservação e preservação é o Instituto Florestal.



Imagem de satélite em composição colorida, TM 3(B) TM 4(G) e TM 5(R). A vegetação densa tem cor verde, as áreas desmatadas ou com vegetação baixa cor rosa e o rio Ribeira de Iguape cor azul, na parte de cima da imagem. A seta indica a localização da Caverna do Diabo.

Os monitores e visitantes do museu e centro turístico, localizado no Núcleo Caverna do Diabo, devem compreender a importância da sua preservação e conservação, asseguradas pela legislação. A depreciação e o mau uso não têm espaço numa sociedade mais consciente de seus direitos e deveres.

A Geologia é uma ciência que desenvolve estudos sobre o Planeta Terra, sua origem, suas características e suas transformações ao longo do tempo. Ela mostra a importância da preservação das áreas consideradas monumentos geológicos, pois nelas encontramos registros (minerais, fósseis e outros) bem preservados da origem e dos processos que se passaram no tempo geológico.

Em áreas cársticas os monumentos formados são as cavernas e grutas, que abrigam espeleotemas, como as estalactites da foto e um relevo superficial característico.

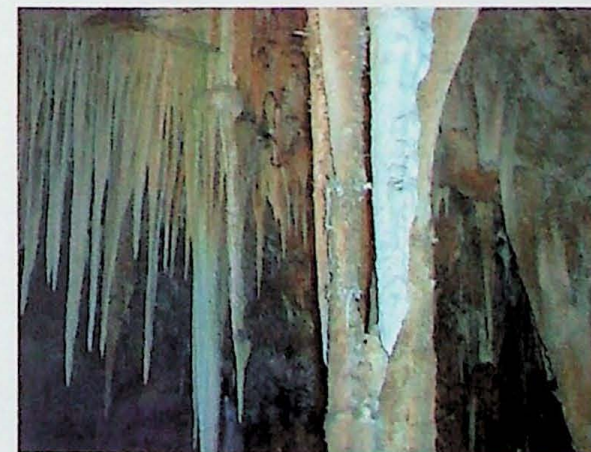


Foto de estalactites e coluna (Delila)
www.delila.ws/.../cavernadodiabo/page_01.htm

Folheto realizado por Gonçalves, 2004, scbg@usp.br

Revisado por Macedo,
abmacedo@usp.br

Anexo 7:

Painéis para divulgação
do conhecimento geológico
e de outras informações referentes
à Serra de André Lopes[▲]

[▲] Nota: são apresentados neste trabalho quatro painéis.

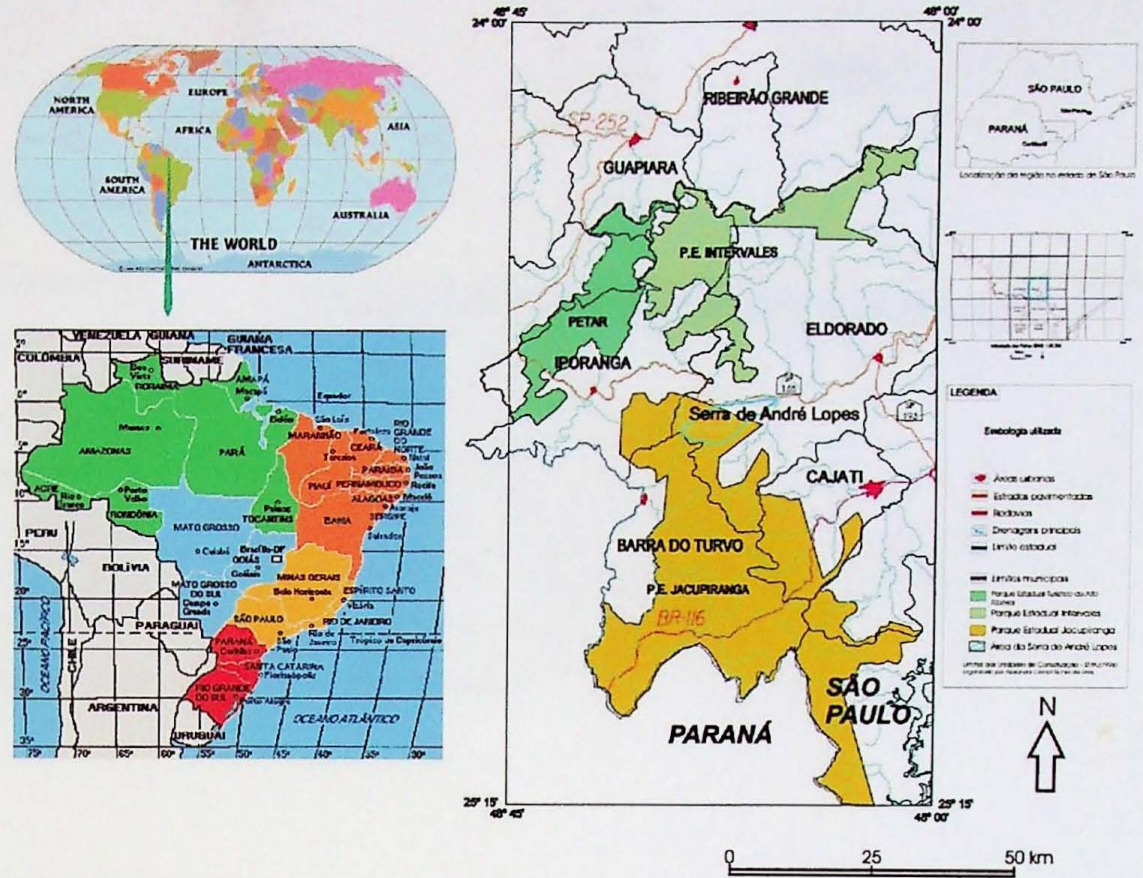
PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ LOPES

Sílvia Cristina Benites Gonçalves¹, Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo²

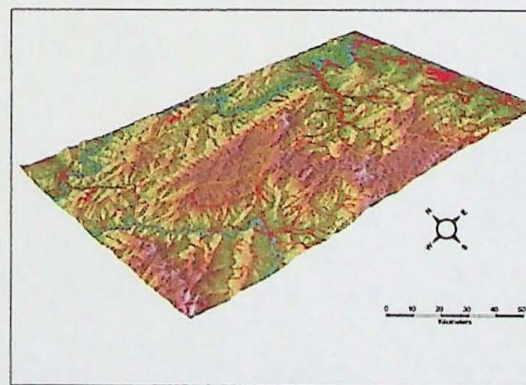
O Patrimônio Geológico é um componente importante do Patrimônio Natural, pode ser definido como um georecurso não renovável que, devido o valor científico, pedagógico e cultural, deve ser preservado para as gerações vindouras. A área da Serra de André Lopes, localizada no município de Eldorado (Fig. 1), Estado de São Paulo, Brasil, tem parte de sua área situada na porção centro-norte do Parque Estadual de Jacupiranga, reunindo valores: **geológico**, pelo relevo cárstico com presença de sumidouros, dolinas e grutas; **geomorfológico**, devido a presença de escarpas e vales sub-paralelos, relevos montanhosos e morros cársticos; **paisagístico**, belo cenário natural; **ecológico**, flora e fauna consideradas *Reserva da Biosfera* pela Unesco; e **cultural**, contando com a presença de comunidade quilombola.



Imagem em composição colorida TM 3(B), TM 4(G) e TM 5(R), de setembro de 2002. A coloração verde corresponde à vegetação, a rósea reflete o solo exposto ou baixa cobertura vegetal e a azul representa o rio Ribeira de Iguape, na parte de cima da imagem. A seta indica a localização da Caverna do Diabo porção da Serra no PEJ.



Nessa área localiza-se a Caverna do Diabo, também conhecida como Tapagem, com 8.262m dos quais 700m são abertos para a visitação do público geral, com trilhas e acesso pavimentado, escadaria, luzes e monitores para orientação aos visitantes, além da Trilha do Bugio e cachoeiras como Queda do Meu Deus. Como detentora de todas estas características a área da Serra de André Lopes possui os padrões necessários para ser preservada e conservada.



Relevo da área da serra

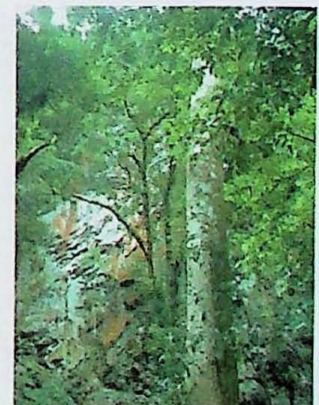


Foto da exposição natural da rocha

- 1 - Aluna de graduação de Geociências da USP - São Paulo - Capital - Brasil
- 2 - Professor de Geociências da USP - São Paulo - Capital - Brasil

BIBLIOGRAFIA:

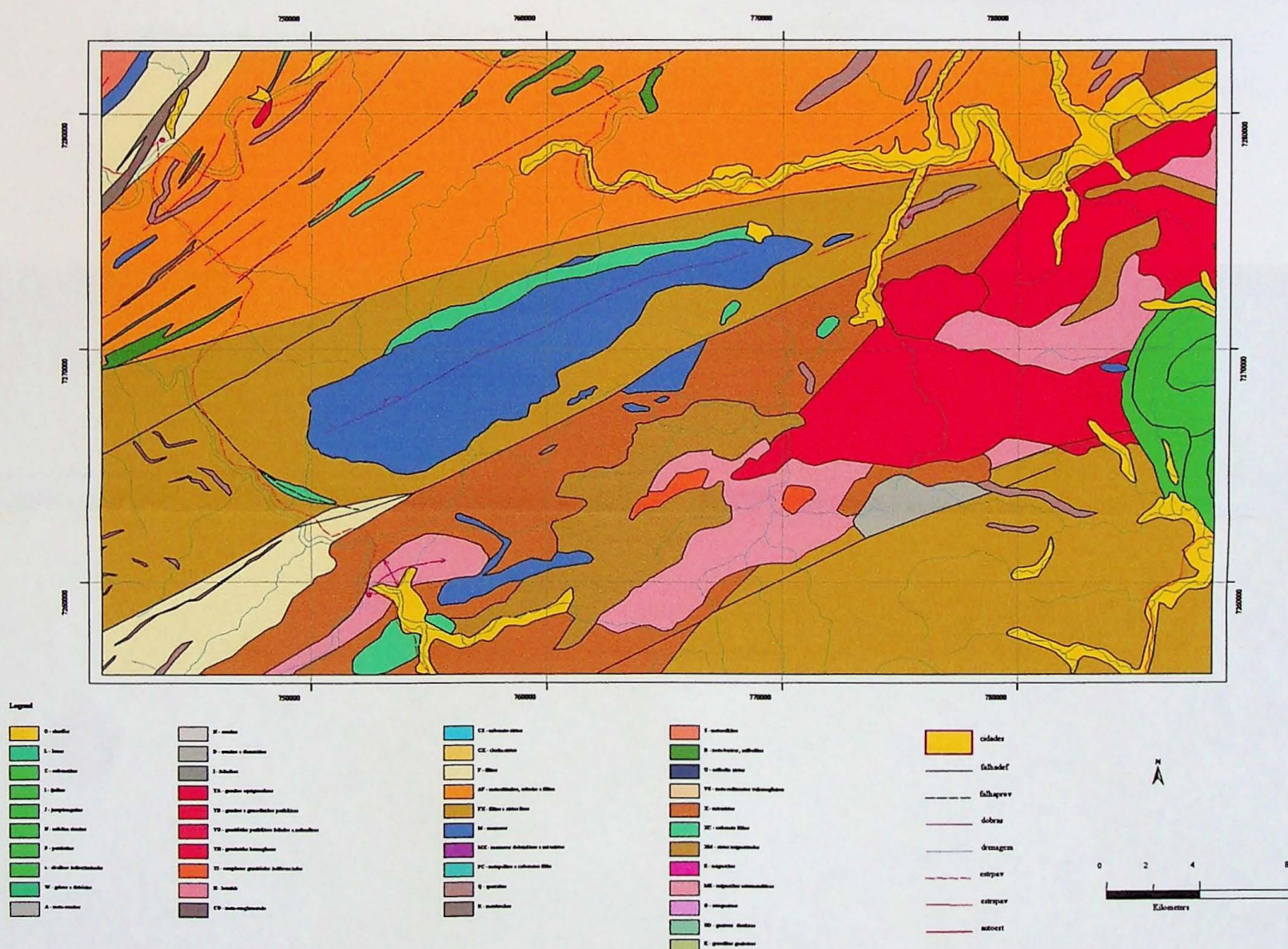
- CACHÃO, M.; SILVA, C. M.; SANTOS, A.; SANTOS, V. F.; & GALOPIM DE CARVALHO, A. M. 1998. Patrimônio Paleontológico. Português: critérios para a sua definição. Atas V Congresso Nacional de Geologia, 84(2): G-22-G25.
- COSTA, J. P. O. 2004. A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. In: <http://www.mre.gov.br/cdbrazil/itamaraty/web/port/meioamb/arprot/tomba.../apresent.htm>
- MACEDO, A. B. & GONÇALES, S. C. B. 2004. Present conditions and proposals for sustainable tourism in the Andre Lopes Karstic area, Brazil. 32º Congresso Geológico Internacional – Sessão Técnica 17.03 – Geological Heritage and tourism (edição em CD-ROM).

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ LOPES

Sílvia Cristina Benites Gonçalves¹, Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo²

A Serra de André Lopes é um extenso corpo rochoso, denominada Mármore da Tapagem, com forma elíptica em mapa, com dimensões maiores de 23km por 4 km, feições cársticas muito bem desenvolvidas, drenagem superficial rala e errática, dolinas, cavernas, sumidouros, lagos e paredões verticais de mármore. O mármore da Tapagem é rocha metamórfica, simplificando os estudos geológicos presentes na dissertação de Faleiros (2003),

sobre a região do Vale do Ribeira, o modelo proposto mostra que a rocha passou pelos processos de evolução tectônica, cujo o bloco onde se encontra o mármore passou por episódios compressivos, formando cadeia de montanhas; falhas; reativação de falhas e movimentos tardios condicionados pela borda da placa (a superfície da Terra é dividida em placas relativamente finas que se movem e se chocam, provocando terremotos, erupções vulcânicas e formando cadeias montanhosas).



Mapa litoestratigráfico (Campanha, 2002)

Petri & Suguiú, em 1969 interpretaram o ambiente de sedimentação como bacia marinha, não litorânea, próxima a linha da costa. Através dos processos de litificação ao longo do tempo geológico, os sedimentos foram transformados em rocha sedimentar e, como mencionado, passou por processos de metamorfismo originando o mármore.

- 1 - Aluna de graduação de Geociências da USP- São Paulo - Capital - Brasil
2 - Professor de Geociências da USP - São Paulo - Capital - Brasil

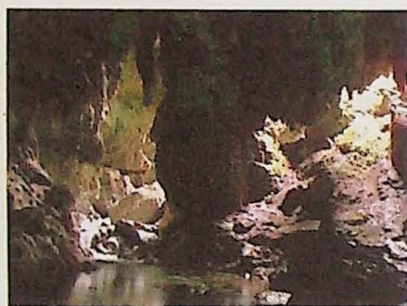
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- CAMPANHA, G.A.C. 1991. Tectônica Proterozóica no Alto e Médio Vale do Ribeira, Estados de São Paulo e Paraná. São Paulo, 296p. (Tese de Doutorado - Instituto de Geociências/ USP).
CAMPANHA, G.A.C. 2002. O papel do Sistema de Zonas de Cisalhamento Transcorrentes na Configuração da porção Meridional da Faixa Ribeira. São Paulo, 105p. (Tese de Livre Docência - Instituto de Geociências/ USP).
FALEIROS, F.M. 2003. Zona de Cisalhamento Ribeira: Metamorfismo, e Termobarometria de Veios Sin-Tectônicos. São Paulo, 146p. (Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências/ USP).
PETRI, S. & SUGUIÚ, K. 1969. Sobre os metassedimentos do extremo sul do Estado de São Paulo. São Paulo, convênio USP/DAEE (Publicação Especial).

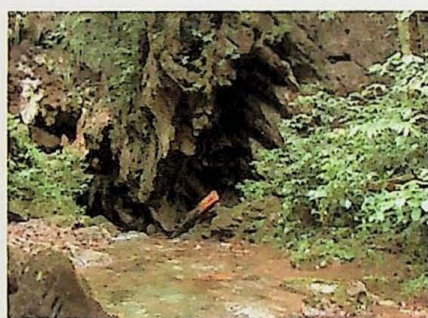
PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ LOPES

Sílvia Cristina Benites Gonçalves¹, Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo²

A Serra de André Lopes distingue-se das demais faixas carbonáticas do sudeste do Estado de São Paulo pelo fato de constituir um relevo positivo (Karmann, 1994) em relação às rochas metapelíticas encaixantes, exceto em alguns setores na sua borda sul. A superfície carbonática possui domínios de carste poligonal com amplitudes altimétricas de 500m. No setor noroeste da serra, encontra-se uma grande depressão com drenagem centrípeta, de 100m de profundidade.



Saída da Caverna do Diabo



Sumidouro da Caverna do Diabo

Em áreas cársticas os monumentos formados são as cavernas ou grutas que abrigam espeleotemas, núcleos ecológicos e outros elementos que caracterizam como monumento geológico que necessite de proteção. Relevo cárstico deriva da palavra Karst que vêm de Kras, nome de uma província na Iugoslávia onde esse tipo de terreno foi estudado pela primeira vez no século XIX (1.800): canyons, sumidouros e ressurgências de leitos de água, lápias, clarabóias e dolinas são paisagens típicas de uma região "Kárstica" (Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE).

O desenvolvimento da gruta da Tapagem tem direção preferencial SW-NE, mas a drenagem que atravessa a caverna apresenta na sua superfície, fluxo para NW, fato interpretado como uma captura da drenagem a partir da instalação de uma drenagem subterrânea no mármore (Carvalho, 1999).

A Caverna do Diabo possui um conduto principal e grandes salões de abatimento, que exibem feições indicativas de mais de uma fase de desmoronamento, como brechas de colapso apresentando clastos de calcita secundária recobertas por grandes espeleotemas.



Espeleotemas: estalactites e coluna



Estalagmites

Os monitores e visitantes do museu e centro turístico, localizado no Núcleo Caverna do Diabo, devem compreender a importância da sua preservação e conservação, asseguradas pela legislação (disponível na internet nos sites da SBE e do Instituto do Meio Ambiente). A depreciação e o mau uso não têm espaço numa sociedade mais consciente de seus direitos e deveres.

BIBLIOGRAFIA:

- Carvalho, C.H.G. 1999. Caracterização Geomorfológica da Serra André Lopes. In: www.usp.br/prp/informa/terra.html
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). 2004. Legislação de proteção às cavernas. Disponível na internet. In: www.ibama.gov.br
- Instituto Florestal. 2004. In: <http://www.iflorestal.gov.br>
- Sociedade Brasileira de Espeleologia. 2004.. In: www.sbe.com.br

¹ - Aluna de graduação de Geociências da USP- São Paulo - Capital - Brasil

² - Professor de Geociências da USP - São Paulo - Capital - Brasil

PATRIMÔNIO GEOLÓGICO: CONCEITO E APLICAÇÃO PARA A ÁREA DA SERRA DE ANDRÉ LOPES

Sílvia Cristina Benites Gonçalves¹, Prof. Dr. Arlei Benedito Macedo²



Descoberta oficialmente em 1886 por Richard Krone, um pesquisador e naturalista alemão, a Caverna do Diabo é uma das mais belas cavernas do mundo abertas à visitação, cadastrada como a maior caverna do Estado de São Paulo (SBE).

No Núcleo Caverna do Diabo encontra-se o centro turístico, que possibilita a realização de atividades pedagógicas com turmas de estudantes, onde se pode identificar e observar todos os diferentes tipos de espeleotemas, típicos de rocha carbonática tais como estalactites, estalagmites, colunas, velas, torres, helectites e cortinas. O Instituto Florestal é o órgão responsável pela proteção do local.

1 - Aluna de graduação de Geociências da USP- São Paulo - Capital - Brasil

2 - Professor de Geociências da USP - São Paulo - Capital - Brasil

BIBLIOGRAFIA:

Sociedade Brasileira de Espeleologia. 2004.. In: www.sbe.com.br

Histórias e Lendas extraídas do site: www.pick-upau

Fotos extraídas de:

[www.delila.ws/.../cavernadodiabo/page 01.htm](http://www.delila.ws/.../cavernadodiabo/page%2001.htm) e [pick-upau](http://www.pick-upau)

HISTÓRIAS & LENDAS:

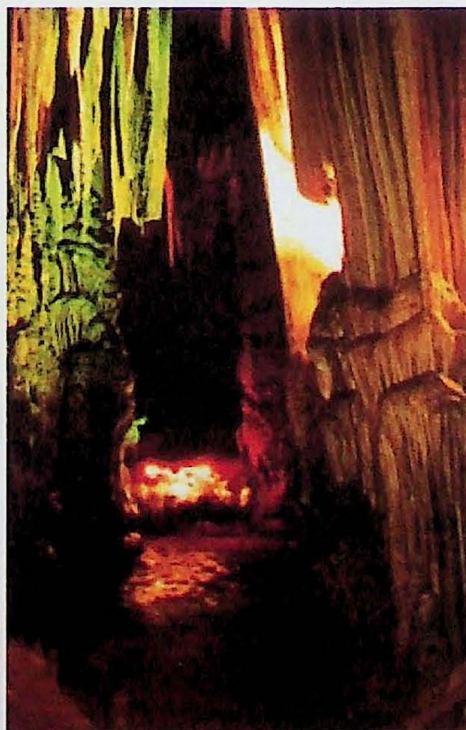
O verdadeiro nome, Gruta da Tapagem, que significa lugar misterioso, obscuro, foi substituído por Caverna do Diabo devido às lendas que cercam o lugar.

Os índios que habitavam suas proximidades, acreditavam que quem fosse atingido pelas gotas que pingam do teto, seria imediatamente transformado em pedra. Para eles, as estranhas formações, que hoje encantam os turistas e espeleólogos, eram homens e outros animais petrificados pelas malditas gotas.

Os escravos garantiam que os sons e ruídos que se ouviam da entrada da gruta, eram gemidos de almas penadas a receber os castigos do Diabo.

Os caboclos acreditavam que a Caverna era a morada do próprio Satã - a porta de entrada do inferno. O medo era tanto que sequer ousavam chegar muito perto. As crianças desobedientes eram advertidas com a ameaça de serem deixadas nas redondezas da Caverna como um castigo pelas suas desobediências.

Diziam, também, quando o relógio marcava exatamente meia noite, o Diabo e seus anjos maus saíam da Caverna para atacar as plantações dos nativos e levar a comida para o inferno. (Fonte: www.caveland.tur.br/cavernadodiabo.htm)



Passagem do Inferno



Espeleotemas: cortina, coluna e travertino

