



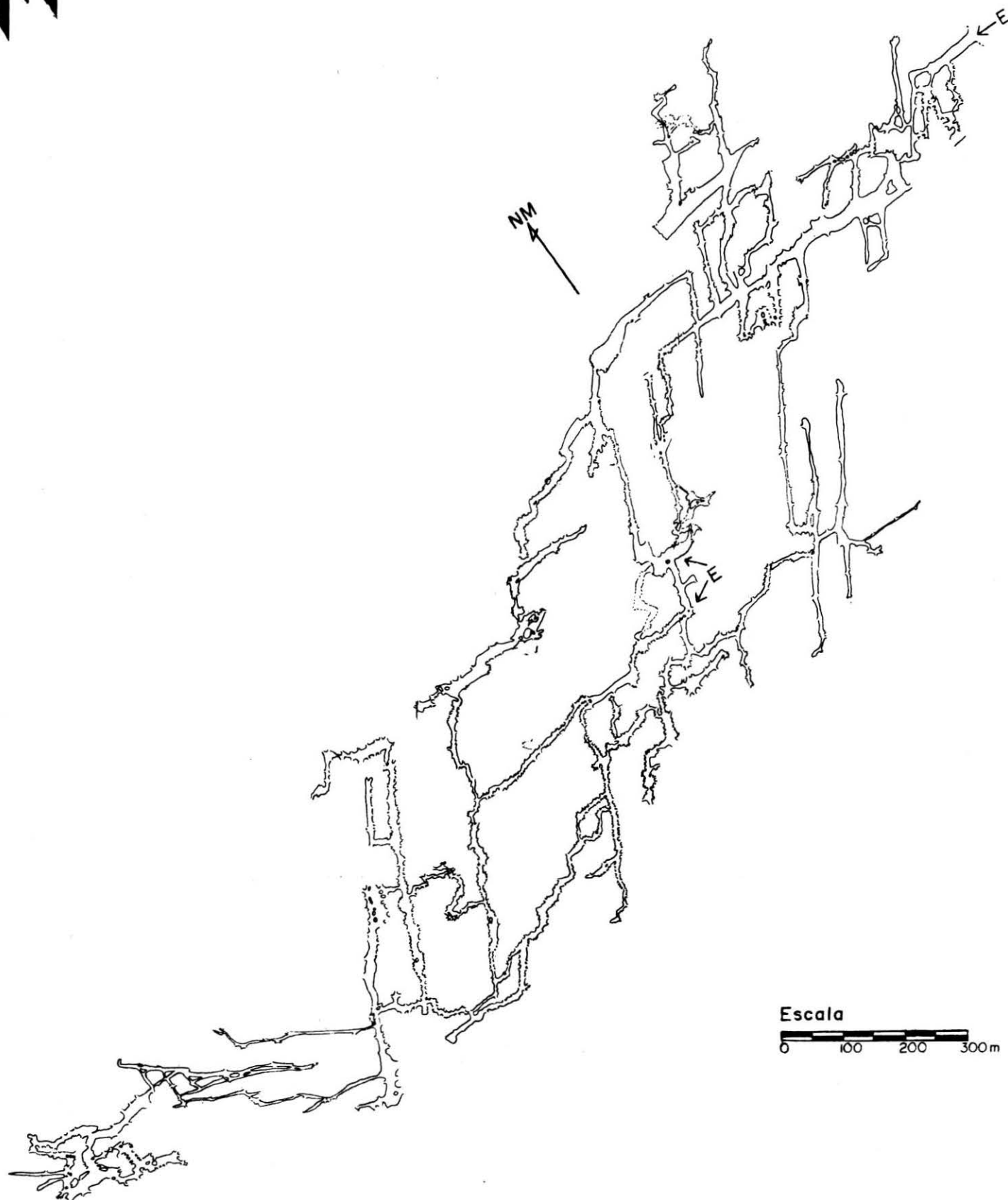
# ESPELEO-TEMA

BOLETIM INFORMATIVO

VOL. 16

ISSN 0102-4701

1992



Escala



**SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA**

# ESPELEO-TEMA

ISSN 0102-4701

Revista multidisciplinar dedicada ao estudo de cavernas e carste

Volume 16, ano 1992

## SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA

Diretoria para o biênio julho/1989-julho/1991 (Edição)

Presidente: Cleide Aparecida José

1. Vice-Presidente: Francisco Bajay

2. Vice-Presidente: Marcos César Pescatori Dutra

Tesoureiro: Waldir Belinazzi

1. Secretário: Carlos Alberto de Oliveira

2. Secretário: Ericson Cernawky Igual

Diretoria para o biênio março/1992-julho/1993 (Impressão)

Presidente: José Ayrton Labegalini

Vice-Presidente: José Antonio Basso Scaleante

Tesoureiro: Carlos Faraco

1. Secretário: Washington Simões

2. Secretário: Maurício Cravo

## Comissão Editorial

Luis Enrique Sánchez

Eleonora Trajano

Ivo Karmann

Correspondência para: Dr. Luis E. Sánchez

Escola Politécnica da USP - PMI

Av. Prof. Mello Moraes, 2423

05508 - São Paulo - SP

BRASIL

# ESPELO-TEMA

1978

Publicação do Boletim Espele-Tema, Volume 1, Número 1, 1978

Volume 1, Número 1

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA

Presidente: Carlos Alberto de Oliveira  
Vice-Presidente: José Antônio Dias  
Secretário: Carlos Alberto de Oliveira  
Tesoureiro: Carlos Alberto de Oliveira  
Membros Honorários: Carlos Alberto de Oliveira, José Antônio Dias, Carlos Alberto de Oliveira, José Antônio Dias, Carlos Alberto de Oliveira, José Antônio Dias

Presidente: Carlos Alberto de Oliveira  
Vice-Presidente: José Antônio Dias  
Secretário: Carlos Alberto de Oliveira  
Tesoureiro: Carlos Alberto de Oliveira  
Membros Honorários: Carlos Alberto de Oliveira, José Antônio Dias, Carlos Alberto de Oliveira, José Antônio Dias

## AGRADECIMENTOS

A publicação deste volume do boletim ESPELO-TEMA contou com a valiosa colaboração de várias pessoas e Instituições, a quem agradecemos: Pedro Gnaspini Netto, pelos trabalhos de edição, sugestões quanto à forma e empenho na obtenção de recursos; Silvio Ferraz dos Santos, pelos trabalhos de edição; Marcelo Fernandes Dias, pelos contactos que propiciaram a obtenção do material; Carlos Alberto de Oliveira, pela arte final; Instituto de Biociências da USP, pelas facilidades para a impressão dos originais; Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), pela impressão deste volume; Escola de Engenharia Itajubá (EFEI), pela postagem e transporte.





GOMES, M.C.A.; PILÓ, L.B. - As minas de salitre: a exploração econômica das cavernas em Minas Gerais nos fins do período colonial

Saltpeter mines: economic exploitation of Minas Gerais caves by the ending of the colonial period . . . . . 83

TRAJANO, E. - Nota sobre os cavernícolas da Província Espeleológica do Bambuí

Note on the cavernicoles from Bambuí, Speleological Province . . . . . 95

TRAJANO, E. - Cavernícolas brasileiros: uma bibliografia biospeleológica

Brazilian cave taxa: a biospeleological bibliography . . . . . 103

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. O Boletim ESPELEO-TEMA (ISSN-0102-4701) publica trabalhos de divulgação relacionados ao estudo de cavernas e carste, abordando aspectos científicos, técnicos, educativos e culturais, escritos preferencialmente em português, sendo também aceitos trabalhos em espanhol e inglês.

2. A Comissão Editorial reserva-se o direito de julgar ou fazer julgar os trabalhos recebidos, podendo recusá-los ou sugerir modificações aos autores, para fins de sua publicação no boletim.

3. Os manuscritos devem obedecer as normas gráficas próprias do boletim, a saber:

3.1. Ser editados ou datilografados em uma só face de papel tamanho A4 ou formulário contínuo, em espaço duplo, com margens laterais de 3 cm. As folhas serão numeradas.

3.2. Observar a sequência: Título; autor(es); instituição (ões) e endereço(s); abstract (no caso dos Artigos e Relatórios); key words; resumo em português (obrigatório somente para trabalhos em outros idiomas); palavras-chave; texto; agradecimentos; referências bibliográficas.

3.3. Apresentar tabelas e figuras em folhas separadas do texto. As figuras deverão ser traçadas a nanquim em papel vegetal ou branco, tamanho máximo de 27 x 18 cm; excepcionalmente serão aceitas figuras maiores, até o tamanho A3. Anotar, à lápis e no verso, os números das figuras, e apresentar legenda(s) claras e concisas editada(s) ou datilografada(s) em folha à parte. Toda caverna brasileira apresentada em mapa deve vir acompanhada do seu número no Cadastro Nacional de Cavidades Naturais, da Sociedade Brasileira de Espeleologia. A Comissão Editorial reserva-se o direito de reduzir o tamanho das figuras. Fotografias serão aceitas só excepcionalmente e desde que em preto-e-branco.

3.4. Referências. No texto, como segue: "SILVA & LIMA (1900) afirma..." ou "SILVA & LIMA (1900: 27) afirma...", ou "...(PEREIRA et al., 1954)", este último para o caso de mais de dois autores. As referências citadas deverão ser listadas em ordem alfabética no fim do artigo, e seguirão as normas da ABNT, à exceção do que diz respeito à data de publicação, que virá logo após os autores. Como exemplo, podem ser utilizadas as referências dos artigos do volume 16. O Espeleo-Tema aceita referências de trabalhos publicados, no prelo ou aceitos para publicação em livros e periódicos, admitindo, também, teses, dissertações e monografias, relatórios técnicos e informativos, desde que contenham informações ainda não publicadas.

4. Duas cópias de cada trabalho a ser submetido ao Espeleo-Tema devem ser enviadas à Comissão Editorial, no seguinte endereço: A/C Dr. Luis E. Sánchez, Escola Politécnica da USP - PMI, Av. Prof. Mello Moraes 2423, 05508 São Paulo SP, Brasil.

5. Os trabalhos a serem publicados devem se enquadrar em uma das seguintes categorias:

Artigos: seção dedicada à publicação de trabalhos nas diversas áreas da Espeleologia.

Comunicações: resumos ou resultados preliminares de pesquisas e explorações em andamento.

Relatórios de descobertas de cavernas, ou exploração de trechos novos em cavernas conhecidas. Deve acompanhar a localização exata da(s) caverna(s), na forma de mapas e coordenadas geográficas.

Resenhas e comentários bibliográficos de livros e artigos relativos às áreas de interesse para a Espeleologia.

## EDITORIAL

### ESPELEOLOGIA DOS ANOS 80

Dois importantes acontecimentos marcaram a espeleologia brasileira dos anos 80. Primeiramente, sua entrada, ainda que tardia, para a Universidade, na forma de dissertações, teses e pesquisas básicas, e também de disciplinas de graduação e pós-graduação oferecidas a estudantes de Ciências da Terra e Biológicas. Outro fato marcante, e não inteiramente dissociado do primeiro, foi a aprovação de uma série de instrumentos legais visando à proteção do patrimônio espeleológico, a começar por um artigo da própria Constituição Federal.

De forma ainda tímida, estudos de espeleologia e carste são agora encontráveis em reuniões científicas, enquanto que cavernas foram reconhecidas como ambientes frágeis, merecedores de programas de conservação e manejo, embora no que se refira a este último aspecto ainda haja muito o que fazer para que as cavernas passem a ser consideradas como componentes de um conjunto maior, o sistema cárstico, e que se reconheça oficialmente que a conservação daquelas depende de um manejo adequado deste.

Se o desenvolvimento da ciência espeleológica foi importante para a proteção do patrimônio, mais significativa foi a organização da comunidade espeleológica nacional e o fortalecimento da Sociedade Brasileira de Espeleologia. Merecem destaque a reorganização do Cadastro Nacional de Cavidades Naturais e a publicação do Índice de Dados sobre as Cavernas do Brasil, assim como o trabalho sistematizado da Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas.

Este número do boletim ESPELEO-TEMA reflete uma parte do que foi a espeleologia dos anos 80 no Brasil, que não esteve restrita à obtenção de dados empíricos em campo, mas também abrangeu desenvolvimentos teóricos que extrapolaram os limites da caverna - conceito antropocêntrico - incluindo outros espaços subterrâneos não penetráveis pelo homem. Uma visão não restritiva da ciência espeleológica é expressa no primeiro artigo desta edição.

Discussões sobre critérios de cadastramento e espeleometria tornaram-se mais intensas no Brasil no final dos anos 80. Questões como o uso do desenvolvimento linear ou da projeção horizontal para classificação das cavernas quanto ao "tamanho" ou se uma dolina de abatimento dividia uma caverna em duas partes para efeitos de cadastro foram intensamente debatidas. Tratando-se de um tema da atualidade, a Comissão Editorial convidou o presidente da Comissão de Grandes Cavidades da União Internacional de Espeleologia, C. Chabert, a escrever um artigo a respeito, seguido de comentários de três espeleólogos brasileiros bastante ativos nessa área.

Grandes e pequenas explorações felizmente foram profícuas durante os anos 80. Este número traz três artigos sobre novas cavernas. O texto de A. Auler, E.L. Rubbioli e F.S. Masotti relata problemas de metodologia de mapeamento da Toca da Boa Vista, atualmente a maior caverna da América do Sul. Já o artigo de P. Gnaspini-Netto e E. Trajano apresenta os resultados da exploração sistemática de uma região do Vale do Ribeira, da Fazenda Intervales. Novas cavernas também foram encontradas na Amazônia: J.R.A. Moreira e E. Trajano apresentam dados topoclimáticos de cavernas areníticas de Altamira, PA.

A pesquisa histórica sobre um tema espeleológico e o assunto do artigo de M.C.A. Gomes e L.B. Piló, que relatam a exploração de salitre nas cavernas de Minas Gerais durante o século XIX, lembrando que houve todo um importante ciclo de exploração de cavernas no Brasil, que em muito precedeu a exploração em caráter esportivo.

Os estudos bioespeleológicos tomaram impulso nestes anos 80 e vem se intensificando ultimamente. Embora mais concentrados na Provincia Espeleológica do vale do Ribeira, já podemos contar diversos artigos sobre a fauna de outras regiões do Brasil. A fauna da maior de nossas provincias espeleológicas, amostradas por membros do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas é objeto de um artigo de E. Trajano. Por outro lado, a vitalidade da produção científica em biespeleologia pode ser constatada pela lista bibliográfica compilada por E. Trajano.

## O SISTEMA, UNIDADE LÓGICA DE REFERÊNCIA DOS ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS

1  
Luis Enrique SANCHEZ

Recebido em fevereiro/1988, aceito em julho/1988

### Abstract

Speleologists have been using descriptive terms such as "complex", "network", "set", and "system" to mean interconnected cave sets. They result from progress in cave exploration, whose "product" is ever bigger caves as a consequence of new passage discoveries linking former cavities. These terms, however, seldom express an integrated view of the cave in its context; their origin is often a fragmentary concept in which caves "grow" by collage of new parts.

On the other hand, Brazil karst regions have been classified according to a geographic criterium into speleological provinces, which are sub-divided into speleological districts, which, in turn, are made up of speleological systems. A province is mainly dependent upon large geologic features, while into the same lithostratigraphic unit different districts can be defined, which show the discontinuity of karst processes along a geologic unit. In a district, percolating waters create hydrological units called speleological systems, composed of both human-size and small voids. A system thus is the most conspicuous result of karst processes. Moreover, as underground fauna live not only in large galleries, but also colonize small voids, the system is the biotope of the hypogean ecosystem.

Some hydrogeologists, through the application of a systemic approach to karst aquifers have defined karst systems and are thus able to study their chemical, isotopic, thermic, and biological responses. A global vision seems necessary for a better understanding of karst phenomena. Geomorphologists studying the relationships of the karst with its non karstic surroundings have reached similar conclusions. This approach provides a framework for an interdisciplinary study of karst, what is of paramount importance to the management of karst resources and the design of a conservation strategy.

As a conclusion it is suggested that the subject of reference in speleological studies should not be the cave, but the system.

Keywords: speleological system, karst system, speleological provinces.

---

1 Escola Politécnica da USP - PMI. Av. Prof. Mello Moraes, 2423, 05508, São Paulo, SP

Têrmos como conjunto, complexo, rede e sistema têm sido usados quase indistintamente para designar conjuntos de cavernas interconectadas entre si. Tais termos foram cunhados como resultado do avanço da exploração espeleológica, que "produz" cavernas cada vez maiores como resultado da descoberta de passagens ligando cavidades anteriormente conhecidas e conotam uma idéia fragmentária do carste, concebido como uma coleção de partes constituintes.

No sentido inverso, ou seja, partindo de ordens de grandeza maiores para as menores, uma classificação de províncias, distritos e sistemas espeleológicos foi proposta para as regiões cársticas do Brasil; nesta, um sistema é a unidade mais conspícua resultante dos processos cársticos e oferece a vantagem de ser consistente com a teoria geral dos sistemas. Ademais, o sistema espeleológico constitui o biótopo do ecossistema hipógeo.

Alguns hidrogeólogos, estudando o carste sob um ponto de vista sistêmico, têm analisado sua resposta química, isotópica, térmica e biológica, mostrando as vantagens de uma visão global do carste. Esta perspectiva mostra que o aquifero cárstico não pode ser considerado como um meio fissurado homogêneo, mas que os canais de drenagem são caracterizados por uma nítida hierarquização de montante a jusante, como as redes hidrográficas de superfície, ocasionando uma heterogeneidade observável a todas as escalas de tempo e espaço.

Uma visão global parece necessária para uma melhor compreensão dos fenômenos cársticos e para seu estudo interdisciplinar. Ela é de fundamental importância para o manejo e conservação de regiões cársticas.

Estas observações levam à conclusão de que a unidade lógica de referência dos estudos espeleológicos deve ser o sistema e não a caverna.

Palavras-chave: sistema espeleológico, sistema cárstico, províncias espeleológicas.

A nomenclatura espeleológica brasileira foi assunto de discussão em congressos nacionais de espeleologia no início dos anos setenta e uma terminologia oficial foi proposta, bem como critérios e definições de termos espeleométricos. Dois deles são o ponto de partida para a discussão que se segue.

Trata-se dos termos conjunto (como conjunto São Mateus-Imbira) e complexo (como complexo das Areias) que, a meu ver, não só não trazem nenhuma precisão suplementar como dificultam o entendimento dos fenômenos cársticos. Um terceiro termo de uso corrente é sistema, que será aqui considerado como o mais adequado. O objetivo deste artigo é explicar as razões desta preferência.

#### Cavernas e sistemas

A atividade científica e esportiva do espeleólogo desenvolve-se num espaço subterrâneo natural que é, por princípio e necessariamente, penetrável pelo homem, ou se preferirem, "permeável ao espeleólogo". Este espaço é habitualmente denominado caverna. (2)(3)

---

2 A necessidade ou não da existência de zona afótica não nos interessa nesta discussão.

3 Subentende-se que por métodos outros que a observação direta a atividade científica espeleológica possa ser desenvolvida num espaço não penetrável pelo homem.

Tanto para o desempenho de atividades científicas quanto para a prática esportiva os espeleólogos perceberam que é absolutamente necessário referir-se ao espaço exterior à caverna, e que a exploração subterrânea torna-se mais eficaz se a caverna é posicionada em relação ao relevo externo, ao sistema de drenagem, à estrutura geológica do maciço rochoso e a outras cavidades deste maciço. Estas atividades são integradas para a escolha de objetivos prioritários de prospecção e exploração.

Por outro lado, geomorfólogos e hidrogeólogos consideram a caverna como um componente de um conjunto maior, o carste, que alguns dividem em exocarste e endocarste, se bem que por não se dedicarem à exploração espeleológica, estes pesquisadores tenham frequentemente negligenciado o componente endocárstico.

Inversamente, os espeleólogos nem sempre deram a devida importância ao conjunto exocárstico, isolando na prática a caverna para efeitos de estudos espeleogenéticos, espeleoclimáticos, bioespeleológicos, etc. (AB'SABER, 1979).

Esta referência ao meio externo levou alguns pesquisadores a classificar as áreas de ocorrência de fenômenos cársticos e a situá-las num contexto geográfico de ordem de grandeza superior. (Emprego aqui o termo ordem de grandeza no sentido de CAILLEUX e TRICART, 1956 e TRICART, 1965.)

No Brasil, esta atividade deu origem a um modelo onde três ordens de grandeza se sucedem com o intuito de sistematizar o estudo da repartição das cavernas no território nacional e classificar as diversas áreas favoráveis à espeleogênese. E o modelo província-distrito-sistema espeleológico (KARMANN e SANCHEZ, 1979).

Aparentemente a proposição encontrou acolhida favorável por parte dos espeleólogos, a julgar pela referência frequente em trabalhos publicados a partir de então. Da mesma forma, tendo havido um aumento considerável na quantidade de informações sobre ocorrência de cavernas em arenitos, MARTINS (1985) propôs a extensão do conceito de província espeleológica (em sua formulação inicial restrito a ocorrências em rochas carbonáticas) a litologias areníticas, sendo a província espeleológica da Serra Geral a primeira delas. Outra província espeleológica arenítica é a do Alto Rio Urubu, AM (KARMANN, 1986; KARMANN e SANCHEZ, 1986) e a terceira atualmente identificada é a da Chapada dos Guimarães, MT (KARMANN e SANCHEZ, em preparação).

PINHEIRO (1988) propõe a extensão do conceito aos agrupamentos de cavernas recentemente descobertos em formações intempéricas na Amazônia. A primeira província espeleológica definida neste tipo de formação é a Serra dos Carajás, PA (PINHEIRO e MAURITY, 1988).

Todavia, não é de meu conhecimento a existência de trabalhos que tenham tratado das duas ordens de grandeza inferiores, ou seja, distrito e sistema, à exceção do trabalho de PEREZ e GROSSI (1986) sobre o distrito espeleológico quartizítico da Ibitipoca.

#### Província e distrito espeleológico

A concepção metodológica do modelo província-distrito-sistema foi posteriormente explicitada por KARMANN e SANCHEZ (1986) e a definição de província ampliada para incluir cavidades não carbonáticas: "Duas condições são necessárias para definir uma província espeleológica: continuidade geológica (a mesma unidade litoestratigráfica, mesmo se ela não for geograficamente contínua) e a presença de um agrupamento de cavernas. O número absoluto de cavernas não é importante, nem a superfície da unidade litoestratigráfica, mas a relação entre o número de cavernas e a área. Todavia, o critério é conceitual, e não numérico. Dentro de uma província espeleológica, pode-se definir distritos espeleológicos em setores de maior incidência local ou regional de cavernas, cuja existência demonstra a descontinuidade dos processos cársticos ao longo da província geológica, aqui designada província espeleológica para fins de estudos cársticos. Analogamente, no caso de rochas não carstificáveis (4), o distrito espeleológico demonstra a concentração de fatores geológicos, geomorfológicos e climáticos que combinam-se local ou regionalmente ocasionando espeleogênese.

"O conceito de distrito espeleológico, num nível inferior de análise, é relacionado a fatores de ordem local ou regional, enquanto que o conceito de província espeleológica é relacionado a feições geológicas de grande escala. Na definição e delimitação dos diferentes distritos dentro de uma província, os seguintes fatores devem ser levados em conta:

- continuidade da unidade litoestratigráfica e suas variações estruturais e faciológicas;
- a concentração de cavernas e feições cársticas em alguns setores da província;
- a compartimentação topográfica;
- a tipologia das cavernas e do carste;
- variações topo e microclimáticas;
- variações da cobertura vegetal."

"Aumentando ainda mais a escala de análise, dentro de cada distrito espeleológico podem ser reconhecidos sistemas de cavernas, com base no conhecimento integrado sobre as áreas de entrada de água, seus fluxos subterrâneos e as modalidades de saída com relação ao conjunto cárstico. Este conceito trabalha com fatores de ordem local como os fluxos hídricos subterrâneos e as estruturas geológicas locais (padrões de acamamento, dobramento, fraturamento e falhamento e variações faciológicas)."

Importa salientar que o fator predominante para a definição de uma província é geológico. Para a definição de um distrito o mais importante é considerar o modo de interação entre fatores geológicos, geomorfológicos e climáticos, e para a definição de sistemas entra em jogo fundamentalmente o fator hidrológico. É claro que nas três ordens de grandeza concorrem todos os tipos de fatores mencionados, mas para maior clareza de entendimento parece-me útil fazer tal distinção.

#### Sistema espeleológico

Para o desenvolvimento de um sistema de cavernas é necessário uma continuidade não mais unicamente litoestratigráfica, mas espacial da unidade geológica. Restrinjamo-nos às rochas carbonáticas, por ser o caso clássico: se as condições para a carstificação estiverem reunidas (THORBURY, 1969), será todo o maciço calcário que será submetido à ação da água, até uma determinada profundidade, em função do nível de base e de suas variações. No interior deste maciço, formar-se-ão uma série de condutos que drenarão a água para uma ou mais saídas. Alguns destes condutos terão dimensão suficiente para permitir a passagem de espeleólogos e terão abertura para o exterior, o que permitirá o acesso às cavernas assim constituídas.

Como se sabe, nem todos os condutos penetráveis pelo homem são acessíveis, e nem todos os condutos são penetráveis (por serem de exígua dimensão). Com muita frequência, porém, várias cavernas são exploradas num mesmo maciço e às vezes é possível realizar "junções" subterrâneas, ou seja, aceder de uma caverna a outra por passagens emersas ou submersas. Mesmo que seja necessário desobstruir fisicamente uma passagem (às vezes com a ajuda de explosivos ou de meios mecânicos), basta que a passagem em si seja natural para que doravante se fale de uma caverna única (5). É por junções sucessivas de cavernas conhecidas anteriormente que "crescem" em desnível e em desenvolvimento as maiores cavernas do mundo.

---

4 Originalmente, "não carbonáticas". Hoje em dia, porém a tendência predominante é de se considerar também como processo cárstico a espeleogênese em rochas detríticas (clastocarste: arenitos, quartzitos, conglomerados, metaconglomerados) por analogia à espeleogênese em rochas solúveis (rochas carbonáticas, gesso, formações salinas) e em detrimento da denominação pseudocarste. Aqui houve a preocupação de deixar suficientemente amplo o conceito de província espeleológica, para englobar cavernas que ocorram em outras litologias (rochas vulcânicas, graníticas, etc.) e cuja origem não é devida a um processo de tipo cárstico.

5 Mesmo se existe uma questão ética não resolvida (a supor que uma questão ética possa ter uma "solução", ainda que temporária) a respeito da desobstrução, entendida normalmente como remoção de sedimentos, mas às vezes como remoção de concreções e até alargamento de passagens estreitas em rocha mãe.



Este "produto" da atividade exploratória recebe vários nomes, todos designando a mesma coisa. Os francofônicos utilizam o termo réseau (rede), système ou complexe, os anglofônicos, system, os hispanofônicos sistema e os germanofônicos, System. Já os italianos preferem complesso. No Brasil usa-se também o termo sistema, mas persiste o emprego de conjunto e complexo.

Quanto a este último, dizia Ab'Saber que chamamos de complexo tudo aquilo cujo funcionamento não entendemos. Creio que temos um entendimento suficiente do carste para poder dispensar o termo complexo neste sentido. Quando a conjunto, a palavra é usada aqui no sentido de grupo. Ora, um sistema de cavernas, nos termos em que foi definido acima, é muito mais que um agrupamento: é uma unidade genética e funcional cujas características vão ser discutidas abaixo. Mesmo um sistema constituído por uma única caverna é muito mais que ela, pois engloba todos os condutos e microespaços impenetráveis, e não apenas as partes visitáveis pelo homem.

A meu ver, complexo ou conjunto (ou rede) são termos que (a) não trazem nenhuma precisão adicional (como prova seu uso assistemático em espeleologia, tanto no Brasil como no exterior) e (b) dificultam o entendimento dos fenômenos cársticos (pois não são parte de uma concepção integrada da dinâmica espacial destes fenômenos).

Proponho, pois, o uso do termo sistema espeleológico (ou cárstico, ver adiante) como unidade lógica de referência para estudos espeleológicos. Unidade porque, como vimos, é o resultado mais conspícuo dos processos cársticos. Lógica porque, como veremos, a idéia de sistema fornece um instrumento conceitual para a análise destes processos cársticos. E de referência porque sua escala é a da confluência de dois raciocínios de direção oposta: uma descendente (da ordem de grandeza da província passa-se à de distrito e à de sistema) e outra ascendente (a partir da caverna, onde começaram historicamente os estudos cársticos, passou-se a uma categoria englobante, o sistema) e porque o objeto privilegiado dos estudos espeleológicos deve ser o sistema - nem a província nem a caverna.

É bem verdade que a palavra sistema tem inúmeras conotações e é empregada em muitíssimas áreas tanto da ciência quanto da vida cotidiana e, com frequência, de maneira nada rigorosa. Todavia, a teoria geral dos sistemas tal como conceituada por Bertalanffy encontrou inúmeras aplicações em quase todos os campos da pesquisa científica, e seria importante verificar se o conceito de sistema espeleológico é consistente com esta teoria. Em caso afirmativo, todo um conjunto de métodos proveniente da abordagem sistêmica pode ser empregado proveitosamente.

Por exemplo, se "a colonização de várias cavernas é feita por dispersão subterrânea, através do sistema de fendas e microespaços interconectados que caracterizam as rochas solúveis, como os calcários" e "rochas insolúveis frequentemente constituem barreiras à dispersão desses organismos, sobretudo no caso das formas terrestres, normalmente limitadas a uma ou várias cavernas da mesma lente contínua de rochas carbonáticas" (TRAJANO, 1986) então a estratégia de preservação de uma população hipógea, bem como o estudo da ecologia subterrânea, só podem ser feitos tendo como referência um sistema espeleológico, pois o leitor já terá compreendido que "uma ou várias cavernas da mesma lente contínua de rochas carbonáticas" junto com "fendas e microespaços interconectados" constituem um sistema espeleológico. E mais, este sistema constituirá o biótopo do ecossistema hipógeo, pois há que se lembrar que a vida subterrânea não se reduz à vida cavernícola, mas ocorre igualmente nos microespaços do maciço rochoso. Para HOWARTH (1986), os troglóbios habitam "as mesocavernas, um sistema anastomosado de vazios variando em tamanho de cerca de 0,1 cm a 20 cm de largura, e as macrocavernas, que incluem as passagens estudadas na pesquisa bioespeleológica tradicional". (As microcavernas teriam dimensão menor que 0,1 cm e seriam características dos solos, sendo pequenas demais para admitir a presença da maior parte dos animais cavernícolas (HOWARTH, 1983).) Anteriormente, este mesmo autor tinha elegantemente descrito cavernas como "janelas pelas quais podemos observar a fauna nos vazios do maciço rochoso" (HOWARTH, 1980).

ROUCH (1986) estima que "convém repensar o povoamento das águas subterrâneas continentais" devido, por um lado, aos progressos técnicos na prospecção bioespeleológica, e, por outro, ao fato de que "agora está bem estabelecido que o domínio subterrâneo aquático não se limita às grutas e lençóis freáticos

parafluviais. Ora, no carste, somente a zona de infiltração foi objeto de investigações repetidas. Por outro lado, não sabemos quase nada sobre a fauna dos carstes afogados, a não ser quando, nos lugares onde foram prospectados, eles mostraram ter um rico povoamento."

#### Sistema espeleológico e sistema cárstico

Partindo de uma análise do funcionamento dos aquíferos cársticos, MANGIN (1974a,b, 1975) propôs o termo e o conceito de sistema cárstico. Como é sabido, o comportamento do aquífero cárstico difere fundamentalmente do comportamento de um aquífero em meio poroso. A permeabilidade do carste sendo originária do fraturamento do maciço rochoso, o modelo clássico do aquífero cárstico é o do meio fissurado, no qual os vazios são representados por fissuras originárias de um campo de tensões e repartidas segundo uma mesma distribuição por todo o maciço. Isto ocasiona uma equiprobabilidade das propriedades do meio que não representa com exatidão o aquífero cárstico, caracterizado por uma hierarquização dos canais de drenagem de montante a jusante e uma diferença fundamental entre a zona de infiltração (vadosa), onde o escoamento se faz por drenos em geral verticais, "pouco numerosos e dispostos de modo regular, em ligação com as descontinuidades pré-existentes: falhas e diaclases" e a zona inundada (freática), onde "a hierarquização dos vazios é muito nítida" e podem ser distinguidas "as zonas de drenos, muito pouco capacitivas, mas muito transmissivas e as zonas drenadas, chamadas sistemas anexos à drenagem que, ao contrário, são muito capacitivas, mas pouco transmissivas. Foi igualmente posto em evidência que, se os sistemas anexos possuem uma baixa permeabilidade, eles não são obrigatoriamente representados por zonas de fissuras; eles oferecem frequentemente grandes cavidades, pois a carstificação ali é muito ativa." (6) (MANGIN, 1984a.) Os sistemas anexos, todavia, requerem uma melhor definição, qualitativa e quantitativamente (BURGER, 1980).

O desenvolvimento deste modelo permitiu aos pesquisadores do Laboratório Subterrâneo do CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), França (a) identificar tipos diferentes de carste segundo seu comportamento hidrogeológico e (b) desenvolver estudos interdisciplinares que incluem as respostas química, isotópica, térmica e biológica do carste. (BAKALOWICZ, 1975, 1977; MANGIN, 1984b, 1985; MOESCHLER et al., 1982; ROUCH, 1980) Esta resposta biológica é extremamente interessante na medida em que "o sistema cárstico, entidade física, constitui igualmente uma unidade sob os planos faunístico e ecológico. Ele deve ser considerado como um ecossistema." (ROUCH, 1980)

Em particular, ROUCH (1977) foi levado a "substituir a noção de gruta pela de aquífero cárstico" pois suas pesquisas mostraram que "o biótopo das formas subterrâneas engloba a totalidade do aquífero cárstico e que as cavidades acessíveis ao homem somente fornecem uma imagem parcial e frequentemente pontual do povoamento subterrâneo" e que, como para os geomorfólogos, também em estudos ecológicos, "as pesquisas sobre o meio subterrâneo cárstico não devem ser separadas dos estudos efetuados em superfície. É evidente que o conhecimento dos meios epígeos terrestres e aquáticos de uma bacia vertente cárstica será necessário se um dia se quiser calcular o balanço energético de tais sistemas."

O sistema cárstico é definido como "o implúvio e o aquífero ao nível do qual os escoamentos do tipo cárstico constituem uma unidade de drenagem." (7) (MANGIN, 1984a, 1985) Ou seja, de certa forma o sistema cárstico é o equivalente de uma bacia vertente subaérea. Isto é muito importante e decorre da

---

6 Observação que é muito importante para o espeleoexplorador que sabe reconhecer as diferenças entre galerias vadasas e galerias freáticas.

7 O "impluvium" era a bacia escavada no átrio das casas romanas destinada a recolher as águas de chuva. Em hidrologia o termo é definido como "uma bacia vertente de tamanho extremamente reduzido, cuja superfície é eventualmente impermeabilizada por meios artificiais a fim de coletar o máximo de água de chuva." (M.F.ROCHE, 1986, Dictionnaire français d'hydrologie de surface. Masson, Paris) No contexto da definição de MANGIN entenda-se implúvio como a bacia vertente captadora da água que entra no aquífero cárstico.

observação de que os vazios num maciço calcário carstificado são hierarquizados, como os rios em superfície, e, portanto, fundamentalmente diferentes de aquíferos porosos ou fissurados, que supõem uma homogeneidade não verificada na realidade. O sistema cárstico "possui uma estrutura de vazios criados pelos próprios escoamentos e hierarquizados à maneira de redes hidrológicas de superfície; esta estrutura é tal que a heterogeneidade existe em todas as escalas de tempo ou de espaço." (BAKALOWICZ e MANGIN, 1980) O sistema cárstico é, pois, um objeto fractal.

Além dos subsistemas "infiltração" (a zona vadosa) e "carste inundado" (zona freática), sempre presentes, pode ocorrer um terceiro subsistema, denominado "implúvio não cárstico" e composto pelos terrenos não cársticos eventualmente situados a montante. Neste modelo há que se considerar a totalidade dos fluxos hídricos que entram e saem do sistema, e daí a necessidade de incorporar os terrenos não cársticos como parte do sistema cárstico, embora estes não participem do aquífero cárstico. (Há "não concordância entre a noção de sistema e aquela de aquífero.") "Estes terrenos não cársticos, quando presentes, desempenham um papel muito importante no funcionamento do conjunto" por "concentrar o escoamento de superfície, proporcionando entradas de água consideráveis em pontos privilegiados do aquífero" (MANGIN, 1985), ao contrário das entradas pluviais, distribuídas quase homogeneamente sobre o conjunto.

Devido a esta razão JAKUCS (1977) distingue carstes autogênicos e alogênicos, termos descritivos da relação orográfica entre o maciço cárstico e seu entorno não cárstico. No primeiro tipo o maciço encontra-se num nível topograficamente superior ao do entorno não cárstico, o que implica que não há água superficial fluindo para o carste. Já um carste alogênico situa-se a cotas topográficas inferiores às dos terrenos não cársticos dos arredores, de forma que há cursos d'água lineares drenando o entorno em direção ao carste.

Sistemas cársticos deste segundo tipo terão, portanto, um subsistema não cárstico, mas os sistemas cársticos do primeiro tipo eventualmente também poderão tê-lo, desde que recebam água subterrânea proveniente do entorno.

Assim como para Mangin, também para JAKUCS (1977) as contribuições hídricas provenientes das superfícies não cársticas "desempenham um papel dominante de controle qualitativo do processo cárstico" e podem originar cavidades bastante diferentes das que ocorrem em carstes autogênicos.

Como geomorfólogos no passado "não reconheceram nem deram a devida importância às diferenças fundamentais e mesmo tendências opostas no desenvolvimento dos carstes autogênicos e alogênicos, eles conseqüentemente não foram capazes de interpretar corretamente diversos fenômenos." Diferenças espeleomorfológicas, espeleométricas, espeleoclimáticas, ecológicas e no tipo e quantidade de espeleotemas podem ser observadas em cavernas situadas nestes dois tipos básicos de carste.

O que é extremamente importante salientar para efeito desta discussão é que (a) tanto a abordagem hidrogeológica quanto a geomorfológica vistas rapidamente acima são concordantes entre si, e (b) ambas provêm de uma análise global onde o carste - entendido como um sistema - é estudado com relação a seu entorno. Foi esta visão não clássica - sistêmica e não cartesiana - que permitiu esta melhor compreensão do funcionamento do carste. Esta nova maneira de pensar é, portanto, um novo paradigma.

Foi um outro paradigma, que via a parte antes do todo, que presidiu a definição de complexos, conjuntos e redes. Também este último termo, que exprime uma idéia de entrelaçamento, de interconexão, tem seu emprego originado no fato de que o avanço da exploração espeleológica levou à interconexão de cavernas previamente conhecidas no interior de um mesmo maciço calcário. O vocábulo expressa bem um conceito construído, tecido, de baixo para cima, pela colagem de apêndices sucessivos a um corpo original e evoca muito mais a idéia de um esqueleto constituído no interior de um mesmo maciço calcário por uma sucessão de galerias penetráveis pelo homem do que a totalidade de espaços vazios (e interconectados) existente neste mesmo maciço.

Também o termo conjunto, como empregado na expressão "conjunto Sao Mateus-Imbira" conota uma representação contruída a partir de constituintes menores - no caso as galerias de dois rios confluentes - para formar um todo maior - a caverna.

Por outro lado, observa-se igualmente o emprego do termo sistema como por exemplo no "sistema Santana-Pérolas". É provável que tal uso se explique pelo caráter linear deste sistema, onde inequivocamente as águas que se perdem na caverna das Pérolas ressurgem na caverna Santana (o que foi provado por coloração), o mesmo ocorrendo com as águas drenadas pelas cavernas situadas entre estas duas.

Já nos chamados complexos, como o "complexo das Areias" ou o "complexo Alambari" a determinação das direções dos fluxos hídricos foi durante muito tempo considerada duvidosa, e ainda hoje não está muito clara, o que confirma a interpretação de Ab'Saber de que chamamos complexo aquilo que não compreendemos bem. (8)

Espero ter mostrado o por quê de se estudar sistemas. Levando esta lógica ao extremo, o objeto da pesquisa espeleológica não seria a caverna, mas o sistema. (9)

É claro que vamos continuar estudando (e explorando) cavernas, e também setores de cavernas: há milhares de pesquisas pontuais que podem ser feitas e são indispensáveis para a compreensão do todo. Mas, por outro lado, com este novo paradigma, um campo muito vasto se abre à pesquisa tanto uni quanto interdisciplinar.

Construir um modelo de carste consistente com a teoria geral dos sistemas permite a utilização de vários novos instrumentos para elucidar seu funcionamento, principalmente análises de correlação entre as entradas e as saídas do sistema.

Isto foi feito pela equipe do Laboratório Subterrâneo do CNRS, com a análise de dados provenientes de carstes experimentais nos Pirineus. Fundamentalmente os métodos empregados consistem no tratamento de séries cronológicas de dados de fluxos de entrada e saída de água, tendo as análises correlatória e espectral se revelado as mais ricas em interpretações possíveis. Tais métodos revelam-se "particularmente bem adaptados aos carstes, para os quais os únicos dados possíveis e fiáveis são frequentemente restritos às entradas e saídas" (MANGIN, 1981a), embora eles não sejam suficientes para uma simulação precisa da realidade e devam ser complementados por outros métodos. (MANGIN, 1981b)

Uma tipologia dos sistemas cársticos pôde ser determinada (MANGIN, 1984b). "O sistema cárstico no sentido da análise sistêmica é identificado a um filtro que deixa passar mais ou menos informação." (MANGIN, 1984a.) Além disso, uma parte da informação pode ser retida temporariamente, causando "efeitos-memória que modulam, a curto, médio e longo prazo, o sinal de entrada correspondente à chuva. A modulação deste sinal é característica de cada sistema; ela traduz a importância das reservas e a maneira pela qual estas se constituem e se esvaziam. Ela fornece em consequência um índice do estado de carstificação do sistema." (MANGIN, 1984b.)

---

8 Um dos desdobramentos da teoria geral dos sistemas de Bertalanffy e da teoria da informação de Shannon foi a definição de sistemas auto-organizados e de "sistemas hipercomplexos" (Morin). A complexidade é aqui medida em termos de quantidade de informação, o que é concordante com a ideia de Ab'Saber. Esta questão, todavia, está além do escopo deste artigo.

9 Isto pode ser considerado como uma resposta à preocupação de CURL (1986) sobre "o presente antropomorfismo dos estudos de cavernas, nos quais elas frequentemente são definidas apenas como 'penetráveis por humanos', limitando assim - implicitamente - o seu estudo." Este autor crê que a aplicação da geometria fractal à espeleologia contribuirá para a eliminação deste antropomorfismo, o que me parece correto. Mas estudar sistemas também, pois o objeto de estudo deixa de ser o espaço penetrável pelo homem e passa a ser todo o espaço carstificado.

Neste ponto pode-se fazer uma distinção entre sistema cárstico e sistema espeleológico. Enquanto o sistema cárstico inclui um subsistema não cárstico, o sistema espeleológico só compreenderia os subsistemas infiltração e carste inundado. Mas falar desta diferença só tem sentido quando se quer distinguir entre uma atividade científica, que deveria interessar-se pelo sistema cárstico, e uma atividade esportiva, que normalmente só se interessaria pelo sistema espeleológico. (10) Além do mais, a atividade espeleoesportiva tradicional só se desenvolve no subsistema infiltração; as explorações do carste inundado são relativamente recentes e ainda restritas.

### Preservação

A compreensão de um fenômeno permite o desenvolvimento de técnicas para seu eventual aproveitamento humano. Uma maior entendimento dos processos cársticos deve dar lugar à elaboração de estratégias de preservação e de conservação, entendida aquela como a não intervenção antrópica no sistema e esta como o seu manejo de forma a evitar impactos irreversíveis, acima da capacidade de assimilação do meio receptor.

Exemplo clássico em carste é o aproveitamento dos recursos hídricos, frequentemente a única fonte de suprimento de água em milhares de quilômetros quadrados, e o problema da poluição dos aquíferos.(11)

A ocupação e o aproveitamento econômico de terrenos cársticos na Europa, Ásia e em parte da América Pré-Colombiana foi feita com base em conhecimentos empíricos acumulados ao longo de milhares de anos, embora sofrendo aceleração intensa no último meio século. No Brasil, com raras exceções, os terrenos cársticos são escassamente povoados e a atividade econômica neles desenvolvida é via de regra de pouca importância. Atualmente, contudo, esta situação tende a mudar rapidamente, com um número crescente de projetos sendo desenvolvidos em regiões como o vale do São Francisco e o centro-norte de Goiás.

Típicos do atual estilo de desenvolvimento, tais projetos geralmente são intensivos em capital, de grande escala e grandes consumidores de recursos, gerando importantes impactos ambientais. Evidentemente um bom conhecimento global do funcionamento dos sistemas cársticos é fundamental e indispensável para a sua gestão.

Por outro lado, no traçado de uma unidade de preservação ambiental em zona cárstica, a solução mais evidente é a de tentar proteger a maior área possível, englobando todo o sistema cárstico, ou seja, incluindo o subsistema não cárstico a montante. (WILSON, 1977.) É o que foi proposto para o carste de São Domingos, Goiás (KARMANN et al., 1984).

Na maior parte dos casos, porém, e por diversas razões, tal situação ideal não pode ser atingida, devendo ser proposta uma solução intermediária. É principalmente nestes casos que uma compreensão aprofundada do funcionamento do sistema cárstico é mais necessária: uma vez que não se possa preservar tudo será preciso definir quais são as áreas prioritárias para preservação dentro de um mesmo sistema, o que, para ter razoáveis chances de sucesso, depende da construção de um bom modelo desse sistema.

---

10 Embora ocasionalmente ele possa necessitar de informações sobre o funcionamento do subsistema não cárstico, como por exemplo a vazão de um rio e o risco de ocorrência de inundações.

11 Diversos autores abordaram o problema dos impactos ambientais em zonas cársticas. Vide, por exemplo, LEGRAND E STRINGFIELD (1973), LEGRAND (1977), as atas do Colóquio Internacional de Carstologia Aplicada de Liège (1984) publicadas nos Annales de la Société Géologique de Belgique 108: 1-304, 1985; e também INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL UNION, STUDY GROUP ON MAN'S IMPACT IN KARST (1987) - Karst and Man. Proceedings of the International Symposium on Human Influence in Karst, 11-14th September 1987, Postojna. Dep. of Geography, Philosophical Faculty, University G. Kardelj of Ljubljana.



Mas esta é uma atividade que demanda muito tempo e recursos, o que nem sempre é disponível. Na prática, então, os espeleólogos se deparam frequentemente com o problema de preservar cavernas sem dispor dos meios de estudá-las extensivamente. É quando se faz mais necessário dispor de um modelo conceitual sólido, não para aplicá-lo diretamente à solução de problemas práticos, mas para usá-lo como paradigma nesta solução.

Espera-se que a abordagem sistêmica, por permitir o estudo interdisciplinar e integrado do carste, possa contribuir para sua conservação e manejo. Tal aplicação, porém, encontra vários problemas, mas não é meu objetivo tentar tratá-los neste artigo. Eis um vasto campo aberto à reflexão.

#### Agradecimentos

Agradeço a I. Karmann, J.C. Setubal e E. Trajano pela leitura crítica do manuscrito.

#### Referências bibliográficas

- AB'SABER, A.N. 1979. Geomorfologia e espeleologia. Espeleo-Tema, v. 12, p. 25-32.
- BAKALOWICZ, M. 1975. Géochimie des eaux karstiques et karstification. Annls Spéléol., v. 30, n. 4, p. 581-9.
- BAKALOWICZ, M. 1977. Etude du degré d'organisation des écoulements souterrains dans les aquifères carbonatés par une méthode hydrogéochimique nouvelle. Comptes-Rendus Séanc. Acad. Scienc. Paris, Sér. D, v. 284, p. 2463-7.
- BAKALOWICZ, M.; MANGIN A. 1980. L'aquifère karstique. Sa définition, ses caractéristiques et son identification. Mémoires Hors Série Soc. Géologique France, v. 11, p. 71-9.
- BURGER, A. 1980. Rapport général sur le thème 3: milieux karstiques. Mémoires hors série Soc. Géologique France, v. 11, p. 29-36.
- CAILLEUX, A.; TRICART J. 1956. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. Annls Géographie, v. 65, p. 162-86.
- CURL, R. 1986. Fractal Dimension and Geometries of Caves. Mathematical Geology, v.18, p. 765-83.
- HOWARTH, F.G. 1980. Non-Relictual Terrestrial Trogllobites in the Tropical Hawaiian Caves. INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY 8., Bowling Green, 1980. Proceedings, v.2, p. 539-41. Bowling Green.
- HOWARTH, F.G. 1983. Ecology of Cave Arthropods. Annual Review Entomology, v. 28, p. 365-89.
- HOWARTH, F.G. 1986. The Tropical Cave Environment and the Evolution of the Trogllobites. CONGRESO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA 9, Barcelona, 1986. Comunicaciones, v.2, p. 153-5. Barcelona, Comissió Organitzadora.
- JACUKS, L. 1977. Morphogenetics of Karst Regions. Adam Hilger, Bristol. 284p.
- KARMANN, I. 1986. Caracterização geral e aspectos genéticos da gruta arenítica "Refúgio do Maroaga", AM-02. Espeleo-Tema, v. 16, p. 9-18.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L.E. 1979. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas no Brasil. Espeleo-Tema, v. 13, p. 105-67.

- KARMANN, I.; SANCHEZ, L.E. 1986. Speleological Provinces in Brazil. CONGRESO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 9, Barcelona, 1986. Comunicaciones, v. 1, p. 151-3. Barcelona, Comissió Organitzadora.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L.E.; MILKO P. 1984. Proposta preliminar de uma unidade de conservação para as cavernas de São Domingos, Goiás. Espeleo-Tema, v. 14, p. 36-42.
- LEGRAND, H.E. 1977 - Hydrological and Ecological Problems of Karst Regions. Science, v. 179, p. 859-64.
- LEGRAND, H.E.; STRINGFIELD V.T. 1973. Karst Hydrology - a Review. J. Hydrology, v. 20, p. 97-120.
- MANGIN, A. 1974a. Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Annls Spéléol., v.29, n. 3, p. 283-332.
- MANGIN, A. 1974b. Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Annls Spéléol., v.29, n. 4, p. 495-601.
- MANGIN, A. 1975. Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Annls Spéléol., v. 30, n. 4, p. 21-124.
- MANGIN, A. 1981a. Utilisation des analyses corrélatoire et spectrale dans l'approche des systèmes hydrologiques. Comptes-Rendus Séanc. Acad. Scienc. Paris, Sér. II, v. 293, p. 401-4.
- MANGIN, A. 1981b. Apports des analyses corrélatoire et spectrale croisées dans la connaissance des systèmes hydrologiques. Comptes-Rendus Séanc. Acad. Scienc. Paris, Sér. II, v. 293, p. 1011-4.
- MANGIN, A. 1984a. Ecoulement en milieu karstique. Annls des Mines, mai-juin, p. 1-8.
- MANGIN, A. 1984b. Pour une meilleure connaissance des systèmes hydrologiques à partir des analyses corrélatoire et spectrale. J. Hydrology, v. 67, p. 25-43.
- MANGIN, A. 1985. Progrès récents dans l'étude hydrogéologique des karsts. Stygologia, v. 1, n. 3, p. 239-57.
- MARTINS, S.B.M.P. 1985. Levantamento dos recursos naturais do distrito espeleológico de Altinópolis, SP. Relatório FAPESP, proc. n. 83/2552-3, Rio Claro, 121 pp.
- MOESCHLER, P.; MULLER, I.; SCHTTERER, U. 1982. Les organismes vivants, indicateurs naturels dans l'hydrodynamique du karst, confrontés aux données isotopiques, chimiques et bactériologiques, lors d'une crue de la source de l'Areuse (Jura Neuchâtelois, Suisse). Beitraege zur Geologie der Schweiz - Hydrogeologie. v. 28, p. 213-24.
- PEREZ, R.C.; GROSSI, W.R. 1986. The Quartzitic Speleological District of the Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brazil. CONGRESO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA 9, Barcelona, 1986. Comunicaciones, v. 2, p. 12-4. Barcelona, Comissió Organitzadora.
- PINHEIRO, R.V.L. 1988. Nova proposta para classificação de províncias espeleológicas. CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMERICA LATINA E CARIBE, 1, Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. 1988. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás (PA), Brasil. CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMERICA LATINA E CARIBE, 1, Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia.
- ROUCH, R. 1977. Considérations sur l'écosystème karstique. Comptes-Rendus Séanc. Acad. Scienc. Paris, Sér. D, v. 284, p. 1101-3.

- ROUCH, R. 1980. Les Harpacticides, indicateurs naturels de l'aquifère karstique. Memoires Hors Série Soc. Géologique France, v. 11, n. 104-16.
- ROUCH, R. 1986. Copepoda: les Harpacticoides souterrains des eaux douces continentales. In: L. BOTOSANEANU (Ed.), Stygofauna Mundi., Leiden, E.J. Brill. 740p.
- THORNBURY, W.D. 1969. Principles of Geomorphology. New York. Wiley International, 2nd edition, xii+594p.
- TRAJANO, E. 1986. Vulnerabilidade dos troglóbios a perturbações ambientais. Espeleo-Tema, v. 15, p. 19-24.
- TRICART, J. 1965. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris. Masson, 496p.
- WILSON, J. 1977. Caves: Changing Ecosystems? Stud. Speleol., v. 3, n. 1, p. 35-8.



## **SOBRE ALGUNS PROBLEMAS DE ESPELEOMETRIA COM A AJUDA DE EXEMPLOS BRASILEIROS**

1

Claude CHABERT

Recebido em outubro/1990, aceito em novembro/1990

### **Abstract**

In this paper, the author presents conceptual criteria for mapping and measuring caves, making use of Brazilian examples, such as Angélica-Bezerra, Janelão, Seo Mateus and Seo Vicente cave systems. Cave development is defined as the distance covered by a caver following gallery axis; in measuring this, the principle of discontinuity should be applied.

**Keywords:** cave mapping, subterranean topography.

**Palavras-chave:** espeleometria, cavernas, topografia subterrânea.

Foi nos anos 70 que tiveram início as discussões sobre os problemas de espeleometria, mais precisamente acerca do cálculo do desenvolvimento de uma caverna. Graças à atuação de Jean Noir, e depois de Paul Courbon, ambos franceses, a questão do desnível de uma cavidade ou de um sistema subterrâneo chegou a seu termo e hoje há um acordo quase unânime entre os espeleólogos, exceto sobre um ponto muito específico que é o da determinação do ponto "0" de um abismo ou de um sumidouro. As dificuldades subsistentes poderiam ser resumidas em uma questão: a partir de quais dimensões deve-se incluir ou excluir as dolinas no cálculo do desnível? Esta questão se insere no âmbito das relações superfície-subsuperfície.

Mais árduas são as discussões sobre o cálculo do desenvolvimento. Elas têm uma finalidade dupla, o que só faz sublinhar sua importância:

1) estabelecer referências comuns que permitam comparar objetivamente as cavernas entre si, principalmente quando se deseja classificá-las segundo seu comprimento - mais precisamente, desenvolvimento - em listas internacionais ou nacionais, ou mesmo regionais e locais.

2) fixar bases rigorosas que posteriormente permitam calcular o volume de uma cavidade, o que, a nosso ver, é o único critério que dá o "tamanho" objetivo das cavidades. O desenvolvimento só leva

---

1 Comissão de Grandes Cavidades, U.I.S. 49, Av. Jean Moulin 75014 Paris França. Tradução de Luis Enrique Sánchez.

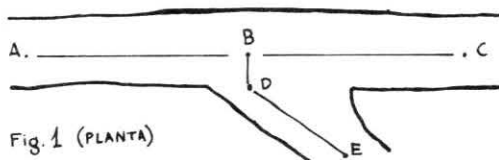
em conta uma dimensão da gruta: seu comprimento, enquanto que ela é um espaço a três (ou mesmo quatro) dimensões. Desta forma, antes de passarmos à caverna como espaço a 3-4 dimensões, convém nos estendermos sobre a caverna como espaço a uma dimensão.

As discussões sobre o desenvolvimento das cavernas foram conduzidas por iniciativa da Comissão de Grandes Cavidades da União Internacional de Espeleologia e foram objeto de uma mesa redonda no VII Congresso Internacional de Espeleologia (Sheffield, 1977). Posteriormente, de 1977 a 1980, as trocas de pontos de vista e os contatos pessoais foram muito intensos, e acabaram resultando num documento: "Mapping and measuring caves. A conceptual analysis", de C. Chabert e R. Watson, que foi apresentado no VIII Congresso Internacional de Espeleologia (Bowling Green, 1981). Desde então as discussões pararam, mas não por esta razão se poderia concluir que as proposições contidas no documento citado sejam definitivas; ademais, quando elas ficaram conhecidas no Brasil, foi dado um grito de guerra: o finado Pierre Martin viu sua cara Angélica-Bezerra tornar-se duas cavernas distintas (ainda que pertencendo ao mesmo sistema hidrológico) e a Sociedade Brasileira de Espeleologia viu a maior gruta do Brasil na época, São Mateus, serrada em duas como um vulgar tronco de árvore. Grande emoção! Pierre Martin, que tinha um bom senso muito sólido, percebeu o "perigo" e, provocador como só ele sabia ser, não via nenhum inconveniente em que a lapa do Janelão (MG) fosse, por sua vez, dividida em várias partes ("se a minha caverna passou no crivo U.I.S., que todas as outras também passem."). Infelizmente isto não funcionou e, paradoxalmente, o desenvolvimento da lapa do Janelão será muito maior que aquele atualmente considerado (3000 m).

Pode-se considerar como estabelecidos os seguintes princípios:

1) só podem ser contados no desenvolvimento de uma caverna as passagens ou condutos percorridos e medidos pelo homem. Assim, estabeleceremos uma distinção estrita entre os desenvolvimentos topografado, estimado e sondado. Por exemplo, na furna Vila Velha n. 1 (PR),  $D = -63$  m,  $D$  sondado =  $-113$  m (aqui, desnível e desenvolvimento se confundem. Vide Figura 3). A consequência desta regra é de incitar os espeleólogos a percorrer, mergulhar ou mesmo ampliar, e depois medir, todos os condutos de uma gruta, por menores que sejam, e a anunciar à comunidade espeleológica somente os dados correspondentes à topografia subterrânea. A França, que é um país espeleologicamente centenário, teve muita dificuldade para eliminar de suas listas todas as grutas cujo desenvolvimento era estimado e ainda hoje há uma forte tendência a confundir em um único dado o que é estimado e o que é topografado.

2) o princípio da descontinuidade deve sistematicamente prevalecer sobre o princípio da continuidade. Ele é ilustrado pela Figura 1.



Para obter o desenvolvimento deste conduto, a distância DE deve ser adicionada à distância  $AB+BC$ . O segmento BD (que é uma meia largura) foi medido, mas deve ser subtraído.

3) o desenvolvimento corresponde à distância real percorrida (pelo homem, pela água) e não à distância projetada (Figura 2). O desenvolvimento é AB e não  $A'B$  (2). Desta forma, conta-se no desenvolvimento de uma caverna os condutos verticais e subverticais (poços) que não têm nenhuma razão de serem excluídos. A figura 3 representa um caso extremo: o desenvolvimento se confunde com o desnível:  $D = AB$ .

2 N.T. - Este princípio não correspondia ao conceito de desenvolvimento aplicado no Brasil, onde o desenvolvimento se confundia com a projeção horizontal. Até o final dos anos 80 todas as cavernas topografadas no Brasil eram cadastradas segundo este último critério. Atualmente adota-se ambos, desenvolvimento linear e projeção horizontal.

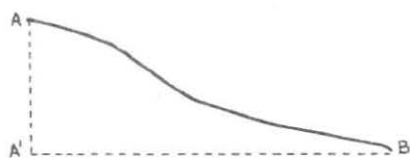


Fig. 2 (PERFIL)

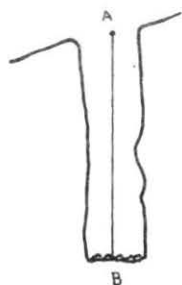


Fig. 3 (PERFIL)

Os princípios 2 e 3 são coerentes. Se um não pode ser considerado como deduzido a partir do outro, eles não se contradizem. Se nós os considerarmos como independentes, as dificuldades começam a aparecer. Se os aplicarmos às grutas brasileiras, eles aumentarão o desenvolvimento de várias delas. Eles têm, portanto, um aspecto positivo ao qual pode-se acrescentar o seguinte: incitar os espeleólogos a não negligenciar nenhuma passagem (uma retopografia da lapa de São Vicente I (GO), por exemplo, deveria aumentá-lo consideravelmente o desenvolvimento) e a realizar as junções necessárias, a ligar por via subterrânea (e não pela dolina de entrada) São Mateus II a São Mateus III.

Se a lógica humana é poderosa, a natureza é astuciosa e apresenta casos particulares para os quais nossos princípios aplicam-se com dificuldades. Vejamos então, já que ele acaba de ser evocado, o caso particularmente espinhoso de São Mateus.

A. É claro que trata-se do mesmo sistema hidrológico e que faria pouco sentido separar, mesmo provisoriamente, o que a natureza uniu (a água - mas o homem ainda não - percorre as quatro partes do sistema). A exemplo de outros sistemas hidrológicos, o sistema do rio Candelária (Guatemala) e o sistema do rio Camuy (Porto Rico), onde nós propusemos um "compromisso", no caso de São Mateus teríamos o quadro seguinte:

Sistema do rio São Mateus: 15534 m, compreendendo atualmente quatro partes:

- a) sumidouro do rio São Mateus, impenetrável;
- b) São Mateus II ou conjunto São Mateus-Imbira, 4106 m, separado de (a) por sifões e desmoronamentos;
- c) São Mateus III, 10628 m, separada de (b) por uma dolina de 150 m;
- d) ressurgência do rio São Mateus ou São Mateus IV, 800 m, separada de (c) por sifões;
- e) "M IV", ? m, afluente com junção possível com (b).

(Para numerar os segmentos do sistema, nós preferimos adotar a ordem hidrológica - e não cronológica - por razões que não nos cabe expor aqui.)

Para seu vizinho, São Vicente, teríamos:

Sistema do rio São Vicente: 10408 m:

- a) sumidouro do rio São Vicente ou São Vicente I, 2583 m;
- b) lapa da Craibinha, 4905 m, separada de (a) por 2 a 3 km de galerias inexploradas;
- c) ressurgência do rio São Vicente I, cerca de 100 m, separada de (b) por sifão e desmoronamento;
- d) sumidouro do rio São Vicente II, 2920 m, separado de (c) por um vale cego de 500 m;
- e) ressurgência do rio São Vicente II, impenetrável;
- f) lapa do Couro da Anta, ? m, junção possível com (b).

B. A dolina de entrada de São Mateus II - III, formada por abatimento, teve por consequência a criação de duas cavidades. Consideremos a razão que nos conduz a distinguir duas cavidades e a excluir (provisoriamente) a dolina do sistema espeleológico: uma dolina pertence a um sistema subterrâneo segundo

sua razão, ou seja, segundo a relação altura (ou profundidade - h)/comprimento (ou diâmetro - l), que deveria ser da ordem 1/1 (aqui caímos novamente no problema de determinação do ponto inicial de uma cavidade); se h é maior ou igual a l, a dolina pode ser incluída no sistema espeleológico; se h for menor que l, não pode sê-lo. Em São Mateus teríamos algo como 10/150 m (em vez da razão necessária 10/10 ou 150/150).

A discussão continua aberta para saber se a razão 1/1 é bem fundamentada ou não.

Se a natureza é astuciosa, o homem também o é. Consideremos agora a razão que nos levaria a incluir a dolina no sistema subterrâneo de São Mateus: esta não tem bordas verticais (abatimento parcial do teto) e a água passa subterraneamente de São Mateus II para São Mateus III. Um corte transversal aproximado SSE-NNO é mostrado na Figura 4. Se hidrologicamente a condição para fazer de São Mateus II e III uma mesma e única cavidade está preenchida, espeleologicamente ela não o está: o homem passa pelo exterior para ligar São Mateus II e III.



Fig. 4 (CORTE)

Se hidrologicamente a condição para fazer de São Mateus II e III uma mesma e única cavidade está preenchida, espeleologicamente ela não o está: o homem passa pelo exterior para ligar São Mateus II e III.

Da mesma forma, as grutas das Areias I e II (SP) são certamente duas cavidades distintas, mas seria necessário questionar-se sobre a natureza do "curioso" vale que separa as duas grutas.

Não é somente as grandes cavidades que apresentam dificuldades que estimulam as discussões, as pequenas também. Se os interesses são menores, é uma razão para negligenciá-las? As grutas-desmoronamento, as "talus-caves" de nossos colegas americanos, representam uma categoria particularmente rebelde aos princípios que nós defendemos aqui. Tomemos o exemplo, simples, da toca Jabaquara (RJ), que nós tivemos o prazer de topografar no último verão em companhia de Guy Collet. É uma cavidade constituída de uma única laje de granito que repousa sobre o flanco da serra (ela não tem uma autêntica parede vertical). Esquemáticamente, seria necessário elaborar a planta segundo o modelo da Figura 5 e, para obter o

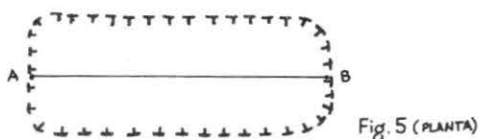


Fig. 5 (PLANTA)

desenvolvimento, levar em conta apenas a abóboda. Como a toca Jabaquara é uma cavidade autêntica, apliquemos esta rebra às Três Pontes do sumidouro do rio Pacuí (BA). Como uma semi-abóboda liga a primeira "ponte" à segunda (trecho B-C), nos vemos no direito de incluí-la no desenvolvimento e, assim fazendo, de considerar as "pontes" I e II como uma única e mesma cavidade. Mas neste caso ainda seria necessário estipular uma razão altura de teto/largura.

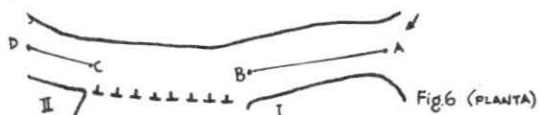


Fig. 6 (PLANTA)

A natureza não pára de nos oferecer casos particulares. Seria muito presunçoso quem pretendesse enunciar um princípio universalmente válido, ou seja, extensível a toda cavidade ou sistema, cárstico ou não.

Evocados estes problemas, perguntêmo-nos por que, apesar dos incontestáveis progressos efetuados neste campo pelos espeleólogos, as discussões espeleométricas estão ainda vivas. Podemos propor uma explicação com base numa espécie de brio ao mesmo tempo pessoal e patriótico: qual é a maior caverna do meu país? ou então: fui eu que explorei a maior caverna do Brasil? ou ainda: sou eu o espeleólogo a ter explorado a maior caverna da América do Sul? etc.

Vamos então classificar as cavernas segundo dois critérios: desnível e desenvolvimento. Infelizmente estes dois critérios não podem dar conta nem do tamanho de uma cavidade nem de sua dificuldade. Posto que aqui nós estamos interessados no desenvolvimento, demonstremos a não relação entre tamanho e desenvolvimento. Sejam os casos seguintes:

- o desenvolvimento da Figura 7 é dado pelo comprimento  $AB = 150$  m;

- o desenvolvimento da Figura 8 é dado por  $AB + CD + EF = 150 + 95 = 245$  m ( $l = 5$  m).

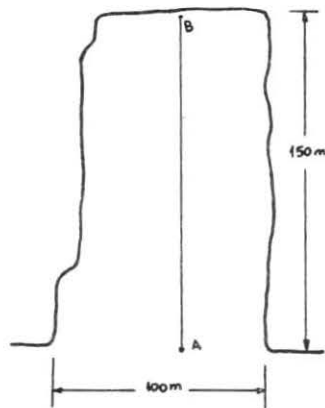


Fig. 7 (PLANTA)

largura de 5 m que de 100 m. A mesma "astúcia" pode ser aplicada aos salões, nos quais teremos preferência pela maior dimensão (Figura 10:  $D = AB + CD + EF$  em vez de  $D = AB + BE + EF$ ).

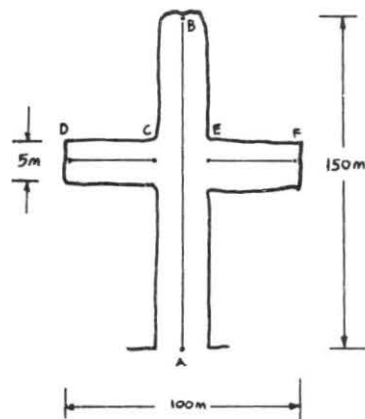


Fig. 8 (PLANTA)

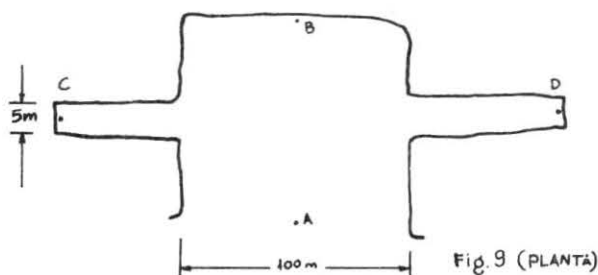


Fig. 9 (PLANTA)

é maior do que  $d$ ,  $d$  não intervém no cálculo e  $AB$  fica excluído. Se  $l$  for menor ou igual a  $d$ ,  $AB$  é incluído.

Assim, uma "pequena" cavidade tem um desenvolvimento superior ao de uma "grande" cavidade. A gruta da Figura 7 é "maior" que a da Figura 8 quanto à sua superfície (e talvez quanto ao seu volume). A gruta da Figura 8 é "maior" quanto ao seu desenvolvimento. Se por exemplo a galeria  $AB$  da Figura 8 for mais larga, a cavidade perderá em desenvolvimento, mas ganhará em superfície e volume. Portanto, não se pode confundir tamanho (grandeza) com desenvolvimento, mas tratá-los como conceitos separados.

Assinalemos algumas "dicas" para ganhar alguns metros respeitando o princípio de descontinuidade. Na Figura 9, o comprimento  $CD$  será preferido ao  $AB$ : é melhor subtrair uma

Na França, onde minhas galerias são relativamente pouco numerosas, os cálculos de desenvolvimento não colocam muitos problemas técnicos. Já no Brasil não é a mesma coisa, e às vezes é difícil distinguir comprimento e largura (por exemplo, no caso das clarabóias ou nas galerias da gruta dos Ecos, GO), ou ainda, determinar a verdadeira largura de uma galeria em função de seu concrecionamento (como no sumidouro do rio São Vicente II, GO). Tomemos o caso da gruta Estreito da Serra (MS), representada esquematicamente na Figura 11: o desenvolvimento seria dado por  $AB + CD + EF$  com a condição de conhecer a razão largura/comprimento para determinar a localização exata de  $C$  e  $E$ . A dificuldade aumenta se considerarmos os eixos  $DB$  e  $FG$ , ou ainda todos os divertículos e alcovas de uma grande galeria. Se  $AB$  conta no desenvolvimento, o que acontece de  $CD$  (Figura 12)?

A mesma dificuldade ocorre com os pilares (mas não com as colunas estalagmíticas). É necessário acrescentar  $AB$  (Figura 13) ao desenvolvimento ou não? Para os pilares, podemos também aplicar a razão  $1/l$  (largura do pilar  $d$ /largura da galeria  $l$ ). Se  $l$

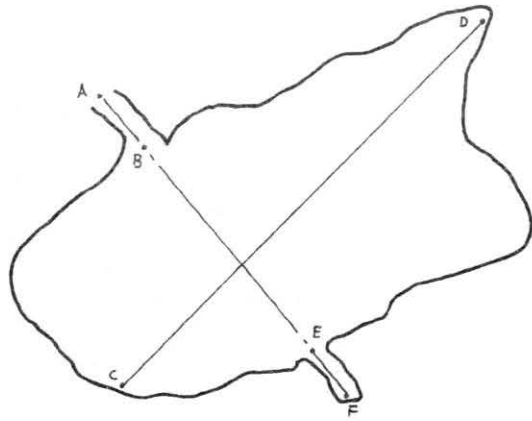


Fig. 10 (PLANTA)

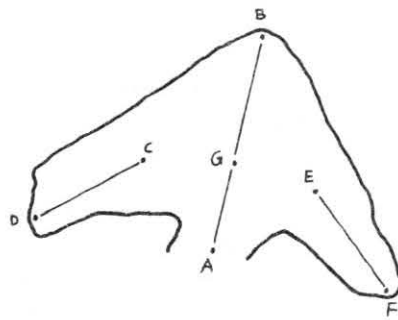


Fig. 11 (PLANTA)

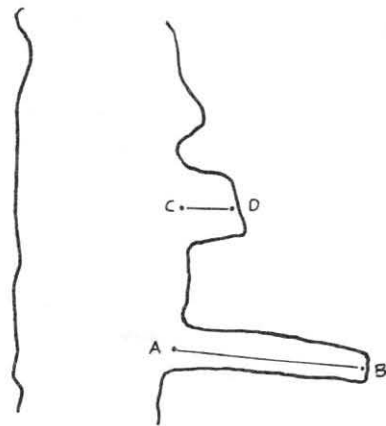


Fig. 12 (PLANTA)

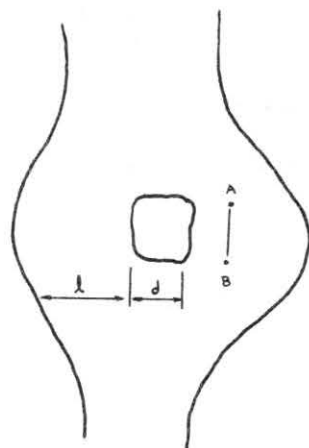


Fig. 13 (PLANTA)

O que foi feito neste artigo foi simplesmente desenvolver algumas idéias expressas em 1981 por Jacques Choppy (França) e Andrej Kranji (Iugoslávia) no VIII Congresso Internacional de Espeleologia. Se elas forem interpretadas estrita e mecanicamente certamente chegar-se-á a absurdos. (3)

Seria bom, neste ponto, conhecer o ponto de vista de nossos colegas da América do Sul e particularmente do Brasil, pois todas as nossas proposições e princípios não devem ser consideradas como regras, mas como bases de discussão, a fim de criar normas ou padrões sem os quais nossa comunicação seria bem difícil.

---

3 N.T. - As discussões deste Congresso foram subsidiadas pelas idéias desenvolvidas nos seguintes artigos:

CHABERT, C.; WATSON, R.A. 1980. Sur quelques problèmes de topographie. Spelunca, v. 3, p. 119-121.

CHABERT, C.; WATSON, R.A. 1981. Mapping and measuring caves: A conceptual analysis. NSS Bulletin, v. 43, p. 3-11.

#### Comentários

Atendendo à sugestão do autor, seu artigo foi enviado a alguns espeleólogos brasileiros para que o comentassem. As respostas recebidas são publicadas a seguir.

A maior parte das propostas de Chabert vem sendo adotada pela comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas da Sociedade Brasileira de Espeleologia, e futuramente talvez pela Federação Espeleológica da América Latina e do Caribe. Porém, é importante ressaltar que estas proposições vieram a ser aceitas pela comunidade espeleológica brasileira depois de intensas discussões, e que realmente estes debates entre grupos e/ou espeleólogos individuais são necessários e vitais para o melhoramento de qualidade de nossos mapas e medidas espeleotopográficas.

No caso do Sistema do rio São Mateus acho os argumentos de Chabert corretos, porém nunca visitei o local, ficando impossível uma avaliação real da divisão da cavidade. Para que a divisão proposta por Chabert conste do Índice Nacional de Cavidades Brasileiras é necessária a criação de um grupo de estudo de espeleólogos brasileiros que tenham um conhecimento aprofundado da área.

Quanto ao desenvolvimento das cavidades brasileiras, apesar do esforço da CCEPE/SBE em fazer com que as equipes de topografia utilizem o método por desenvolvimento linear, que traria medidas mais próximas às reais, isto quase não acontece porque muitas das equipes não trabalham com um grau de precisão compatível com este método. Assim, incentiva-se o desenvolvimento linear, porém ainda por muito tempo far-se-á listas nacionais com as medidas de desenvolvimento das cavidades em projeção horizontal.

Cláudia Inês PARELLADA

Responsável pela Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas da Sociedade Brasileira de Espeleologia e da Federação Espeleológica da América Latina e do Caribe.

As polêmicas discussões sobre espeleometria há muito vêm confirmar que é impossível elaborar um modelo matemático perfeito para delimitar e comparar o "tamanho" das cavernas: uma criação onde os fatores que contribuem para sua formação não obedecem leis tão rígidas. Mas, como o próprio autor define, é preciso "estabelecer referências comuns que permitam comparar objetivamente as cavernas entre si". Se hoje é impossível confrontá-las pelo volume ou gênese, proponho usar os dados concretos que temos em mãos. Aceito a opinião do Claude no que diz respeito ao considerarmos o desenvolvimento da cavidade como sendo "as passagens percorridas e medidas pelo homem". Se é justo ou não, é outra história, mas nesse ponto estamos considerando a espeleometria como sendo algo puramente esportivo; abandonando a gênese e condutos impenetráveis de uma gruta (que não deixem de fazer parte de uma cavidade).

Sob este ponto de vista, considero que todo obstáculo à penetração humana por si só já é um fator limitante ao desenvolvimento de uma caverna; seja este um sifão, abatimento ou outro. Tenha este poucos metros ou quilômetros. Neste caso estão incluídos São Mateus II e III, São Vicente I e Craibinha, Terra Ronca I e II, Padre e Cipó e centenas de outras cavernas, se analisados pela fria ótica espeleométrica. Muitas destas grutas podem ser conectadas no futuro e só então consideradas como uma única cavidade.

Em 1988 foi criada a Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas que depois de inúmeras reuniões chegou a algumas considerações coincidentes com as propostas internacionais:

I - O volume sem dúvida parece ser o parâmetro mais razoável para se comparar várias cavernas, embora ainda esteja longe de ser aplicável.

II - O princípio da descontinuidade deve prevalecer.

Quanto à medida do desenvolvimento, tomada a partir da distância real ou projetada, sugerimos que ambas possam ser adotadas, sendo necessário a especificação do método pelos autores da topografia (Projeção Horizontal - PH, ou Desenvolvimento Linear - DL, respectivamente). Pessoalmente, apesar de na época ter defendido o método da Projeção Horizontal, hoje começo a aceitar o Desenvolvimento Linear como preferível, desde que sejam adotados critérios particulares durante a topografia.

Sem dúvida, esta discussão, tal como nossas cavernas, é dinâmica, não podendo jamais ser considerada como esgotada. Quanto mais aprimorados forem os recursos tecnológicos, mais precisos serão nossos métodos de medição.

Ezio Luiz RUBBIOLI  
Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas  
Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas



Apesar dos contrastes regionais sob o ponto de vista geológico-geomorfológico e hidrológico das áreas de ocorrências das cavernas brasileiras, muitos pontos se destacam em comum quanto à geometria e interrelação de seus condutos e galerias. Assim os problemas de determinação numérica de seus desenvolvimentos podem ser generalizados sob vários aspectos e estes obviamente devem transpor os "brios pessoais e patrióticos" dos espeleólogos envolvidos.

As cavernas amazônicas de um modo geral apresentam uma afinidade genética muito íntima com os processos intempéricos controlados pelo clima quente e úmido regional. Desta forma escapa dos modelos cársticos bem mais conhecidos. São cavernas relativamente pequenas com arquitetura um tanto semelhante àquelas desenvolvidas sob domínios de climas temperados. Podem mesmo ocorrer a nível de perfis lateríticos derivados de diversos tipos rochosos e destacam-se pelo fato de serem geralmente labirínticas e com desníveis topográficos desprezíveis. A nível de detalhe podem apresentar extravagâncias no aspecto muito esburacado de suas paredes permitindo a ocorrência de estreitas comunicações entre galerias vizinhas. Por outro lado, fugindo um pouco a esta regra, as cavernas areníticas são mais importantes sob o aspecto do volume de rocha removido, e podem ser enquadradas no contexto daquelas descritas como associadas a uma evolução pseudo-cárstica.

Talvez seja oportuno lembrar que os problemas espeleométricos não podem ser separados das questões espeleogenéticas. Por exemplo, na ausência de um regime cárstico não se pode esperar dolinamentos de galerias, no entanto a profusão de micro-galerias impenetráveis pode ser um problema rotineiro. Obviamente que as regras de aferições espeleométricas devem ter um caráter abrangente e dispor de flexibilidade tal que permita ajustes mais adequados a cada situação.

Nas cavernas pequenas a discussão em torno da supremacia do princípio da descontinuidade sobre o da continuidade praticamente desaparece visto que a largura dos condutos assume ordem de grandeza centimétrica. A questão da escolha do eixo de continuidade em relação ao de descontinuidade, no cruzamento de galerias, pode ser um aspecto polêmico e controvertido quando se coloca em jogo uma hierarquização espeleométrica. Um exemplo é o caso da Caverna Planaltina (Altamira - PA) com 1300 m de desenvolvimento, sendo a segunda maior em arenito do Brasil (a maior é a Aroê Jari na Chapada dos Guimarães - MT com 1400 m). Usando a "astúcia" da escolha dos eixos principais de continuidade-descontinuidade pode-se colocar um desvio de cerca de  $\pm 150$  m sobre os 1300 m estipulados, tal é a quantidade de opções em salões labirínticos. Por outro lado, a Caverna do Limoeiro (Altamira - PA), com 1200 m topografados, destaca-se por seus grandes salões e galerias, com larguras de até 30 m por 120 m de comprimento e teto a mais de 10 m de altura. Em termos de volume de espaços vazios no pacote rochoso, sem dúvida, esta pode ser considerada como uma das maiores em arenito, provavelmente, do Brasil.

A avaliação das dimensões das cavernas usando como referência o volume das galerias e salões, ao mesmo tempo que parece ser a melhor opção, pode esbarrar nas dificuldades de se levar em consideração não apenas o método usado para o cálculo deste mas ainda a precisão do levantamento topográfico gerador da representação 3D ou 4D.

A espeleologia amazônica, como pode-se perceber, tem acompanhado e esbarrado nos mesmos problemas espeleométricos do restante do país. Talvez pelo fato de que grande número de cavidades amazônicas apresente desenvolvimento pequeno, na faixa de 100 a 200 m, e que as alternativas de medições existentes acabem quase sempre gerando variações muito pequenas, os problemas ligados ao estado da arte da espeleometria ainda não se tornaram motivos de preocupações mais sérias por parte dos espeleólogos envolvidos. Praticamente todos os problemas têm sido solucionados de modo racional a partir das propostas lançadas pela Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas da Sociedade Brasileira de Espeleologia.

Roberto VIZEU  
Grupo Espeleológico Paraense



## EVOLUÇÃO METODOLÓGICA NO MAPEAMENTO DA TOCA DA BOA VISTA, CAMPO FORMOSO - BAHIA

Augusto S. AULER 1  
Ezio L. RUBBIOLI 1  
Fábio S. MASOTTI 1

Recebido em novembro/1990, aceito em março/1991

### Abstract

The Toca da Boa Vista, presently the longest cave in South America at approximately 24 Km in length, is a bidimensional maze located in the northern portion of Bahia state, northeastern Brazil. Since its discovery in 1987, members of the Grupo Bambul de Pesquisas Espeleológicas have used diverse mapping techniques and instruments. Due to the high density of interconnected passages, surveying techniques commonly used in other caves had gone through changes in order to better represent the nature of this cave. The Floating Station technique with topofil was initially employed but was soon dropped because of the need for both greater accuracy and fixed stations at intersections. The Fixed Station technique is now recognized as the best approach for the Toca da Boa Vista survey. Suunto and Sisteco compasses and clinometers, and tapes are being used in the present stage of survey. A growing concern in recording passage details has surfaced since the fifth expedition, with a significative portion of the cave now possessing a degree of accuracy close to BCRA 5D. The management of all surveying data has become by far too complicated to be dealt with electronic calculators, especially due to exhaustive mathematical procedures in closing network of loops. All data is currently being processed via specialized computer software.

Key-words: cave mapping, Bahia, Toca da Boa Vista.

### 1. Introdução

A Toca da Boa Vista, situada no município norte baiano de Campo Formoso, é, após cinco expedições, a mais extensa caverna explorada até o momento na América do Sul. A peculiar geometria das passagens representou um desafio para os espelotopógrafos, servindo como laboratório para vários métodos de topografia. Novas técnicas foram introduzidas, adaptadas e aperfeiçoadas com o desenrolar do mapeamento. Técnicas convencionais, aplicadas com sucesso em várias outras grutas, têm sofrido modificações de modo a

---

1 Grupo Bambul de Pesquisas Espeleológicas, Caixa Postal 488, 30161, Belo Horizonte, MG.

se moldarem às características peculiares da caverna. Diferentes métodos e instrumentos foram utilizados com graus variáveis de sucesso. A Toca da Boa Vista foi parcialmente mapeada por 3 vezes, até que um grau de precisão aceitável fosse finalmente atingido. A história deste mapeamento foi descrita por RUBBIOLI (1990) e é recontada em detalhes neste artigo. A maior parte das metodologias aqui descritas são aplicáveis em outras cavernas e podem servir como linha de referência para grupos espeleológicos que buscam alcançar um meio termo desejável no eterno dilema precisão versus rapidez.

## 2. Histórico de espeleomapeamento no Brasil

Desde os primórdios da espeleologia, quando o homem começou a perceber o potencial científico e esportivo das cavernas, a topografia se fez presente como documento básico para qualquer tipo de atividade, seja no campo da pesquisa ou da exploração. Os primeiros mapeamentos de caverna no Brasil deveram-se ao naturalista dinamarquês Peter Lund e sua equipe, com uma série de topografias na região central de Minas Gerais por volta de 1835, cujos esboços originais, de autoria de P. A. Brandt, encontram-se no Museu Zoológico de Copenhagem na Dinamarca. Alguns levantamentos topográficos esporádicos aconteceram no início do presente século, efetuados por Alvaro da Silveira, Heitor Cantagalli e outros (IBGE, 1939). Mapeamentos sistemáticos passaram a se suceder de forma contínua a partir de 1937 pela Sociedade Excursionista e Espeleológica de Ouro Preto.

Em meados da década de 50 deu-se início ao mapeamento das grutas do vale do Ribeira, incentivados pela atividade de espeleólogos franceses radicados no Brasil. Tornou-se padrão nesta época e nas décadas a seguir mapeamentos com bússola Silva e Brunton e confecção de mapas por meio artesanal com auxílio de transferidor e régua. Este panorama começou a se alterar nos anos 80 com a popularização do método de bases flutuantes, introdução do sistema de bases fixas, adoção de novos instrumentos como bússola e clinômetros Suunto e Sisteco e utilização de métodos mais precisos como levantamento com bússola em tripé e com teodolito. Nesta época, uma evolução bastante dinâmica no que diz respeito a métodos e instrumentos de espeleomapeamento foi experimentada pelo Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, cujo período de existência estende-se precisamente sobre este intervalo. Esta evolução encontra-se muito bem representada no levantamento topográfico da Toca da Boa Vista.

## 3. Características gerais da caverna e do sistema de topografia

A Toca da Boa Vista situa-se no município de Campo Formoso, ao norte do estado da Bahia, a cerca de 400 km a noroeste de Salvador. A descoberta deu-se em 1987 por membros do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. As primeiras explorações e mapeamentos nesta caverna estão documentados em uma série de artigos sintetizados em uma edição especial do boletim O CARSTE (v. 2, n. 1). A morfologia atípica e sua extensão fazem desta uma gruta única no universo de cavernas até o momento exploradas no Brasil. A Toca da Boa Vista possui um padrão labiríntico horizontal característico, com condutos entrecruzando-se de acordo com o ângulo de fraturamento. A densidade de galerias é em geral bastante alta, embora com variações dependendo da região da caverna. As dimensões dos condutos são também muito variáveis, formando um espectro contínuo desde seções de grande porte (30 por 20 metros) até passagens muito estreitas parcialmente exploradas. Na Toca da Boa Vista não se pode definir com precisão condutos principais, normalmente priorizados durante mapeamentos. Alguns condutos de maiores dimensões, dispersos pela malha de passagens da gruta, se desenvolvem por centenas de metros, ramificando-se em passagens de menores seções ou mesmo fechando abruptamente. De uma forma geral, no atual estágio de conhecimento morfogenético da caverna, é difícil prever a continuidade de uma galeria, muito embora a interpretação da direção do fraturamento pareça ser uma ferramenta útil em muitos casos.

Do ponto de vista do explorador, a densa malha de passagens exerce uma influência decisiva. A dificuldade em escolher ou distinguir as passagens foi uma experiência inédita para muitos dos exploradores. A partir de uma certa extensão penetrada, torna-se clara a impossibilidade de se utilizar somente a memória para se recorrer ao caminho de volta. Algum tipo de marcação direcional deve ser efetuada nas interseções de condutos.

O princípio de se mapear à medida que se explora, padrão estabelecido nas maiores cavernas do mundo, impôs-se naturalmente como o método mais viável. Pela primeira vez no Brasil uma gruta de grande porte foi mapeada neste sistema. Este método possibilita o registro, através de croquis e azimutes, da progressão da equipe, servindo como garantia da localização do caminho de volta. Mas talvez a vantagem mais importante diz respeito ao aspecto psicológico. Em uma caverna com milhares de passagens interconectadas, torna-se muito mais motivante aliar-se ao fator surpresa e progredir rumo ao desconhecido, combatendo assim a monotonia do levantamento topográfico.

Em cavernas labirínticas como a Toca da Boa Vista, a topografia de uma série de poligonais interconectadas, considerando que erros sistemáticos não sejam cometidos, possui um fator de autocorreção, visto que a maior parte dos erros serão aleatórios, tendendo a se cancelar mutuamente. Quanto mais poligonais forem fechadas dentro de uma poligonal maior, mais próximo da realidade será o produto final do mapeamento.

Na Toca da Boa Vista, uma equipe de pelo menos cinco pessoas tornou-se o padrão ao longo dos mapeamentos. Além dos quatro espeleólogos atuando tradicionalmente nas topografias do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (para croquis, anotações, bússola/clinômetro, ponta de trena), um quinto integrante é importante, prospectando as galerias à frente e definindo o caminho a ser seguido pela equipe. Em função da disponibilidade de espeleólogos, de uma a três equipes independentes foram formadas, efetuando incursões subterrâneas diárias de cerca de oito horas em média. A ausência de luz elétrica na região, o rigor de certas incursões e o limitado tempo disponível durante as expedições dificultam o tratamento de dados e confecção de mapas no local. A maior parte dos dados coletados têm sido organizados e trabalhados no retorno à Belo Horizonte.

#### 4. Métodos utilizados

Até o presente momento da topografia da Toca da Boa Vista, dois métodos principais foram utilizados, que aqui convencionaremos chamar método das bases flutuantes e método das bases fixas (WORTHINGTON, 1987). O método das bases fixas experimentou variações quanto a instrumentos utilizados e grau de detalhamento, o que motivou a divisão desta seção em 4 diferentes abordagens que serão tratadas em separado.

##### 4.1. Método das bases flutuantes - BRUNTON/TOPOFIO

Apenas três espeleólogos compunham a expedição que descobriu a Toca da Boa Vista. Dentre os objetivos da expedição estava a visita a várias cavernas já conhecidas no estado da Bahia e a prospecção em possível sumidouro no município de Campo Formoso (CHAIMOWICZ, 1987). A expedição, a princípio, não intencionava mapear cavernas, visto a exiguidade de tempo e as grandes distâncias a serem percorridas. No entanto, logo após o primeiro dia de explorações na Toca da Boa Vista, a importância da descoberta aliada à necessidade de uma fonte de orientação justificaram uma mudança de planos. Optou-se por um mapeamento rápido e descompromissado, utilizando os instrumentos então disponíveis, bússola e clinômetro Brunton e topofio.

A bússola Brunton é um instrumento de fabricação americana, posteriormente copiada por diversos fabricantes, notadamente japoneses. Consiste de uma caixa metálica dividida em corpo principal e tampa. Uma agulha biterminada gira sobre um disco graduado fixo no interior do qual se acopla o clinômetro. A tampa possui um espelho, essencial para a leitura do azimute. A bússola Brunton é bastante popular entre os geólogos, pela robustez e facilidade na medição de direção e mergulho das estruturas. É um instrumento muito preciso e utilizado há bastante tempo na topografia subterrânea, muito embora venha perdendo rapidamente em popularidade para instrumentos de mais fácil e rápido manuseio, como os da linha Suunto.

O topofio, aparelho desenvolvido pelos franceses é, na maioria dos modelos, um medidor de distâncias de fabricação artesanal, consistindo de um carretel de linha de costura de pequeno diâmetro interligado a alguns roletes e finalmente a um odômetro que registra a metragem de linha extraída. Todos os componentes se encaixam em um pequeno recipiente plástico, bastante robusto. O topofio é utilizado basicamente entre os franceses, sendo prático e rápido para longas visadas. Alguns modelos de topofio possuem bússola e clinômetro acoplados (PEREZ e TABERA, 1987; WARILD, 1988).

Na primeira expedição, utilizou-se o método das bases flutuantes, já há tempos em uso no Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Este método é bastante popular entre os espeleólogos europeus e consiste em utilizar o próprio corpo do espeleólogo como estação topográfica. O topofio é posicionado normalmente na altura da cintura, de onde é feita a medida até o outro espeleólogo situado na próxima base. Existem pelo menos três maneiras de se ler a bússola Brunton (DAUNT-MERGENS, 1981). No GBPE, adota-se a leitura através do espelho, com a bússola sendo colocada na altura da cintura. Ao mesmo tempo em que se horizontaliza a bússola através de um nível de bolha, mira-se a luz do espeleólogo posicionado na estação seguinte através de ajustes no espelho. Em seguida lê-se o ângulo vertical no clinômetro, também utilizando a luz do capacete do outro espeleólogo. Neste sistema, a posição da base topográfica é variável. Para efeito de distância, situa-se na altura da cintura, para efeito de inclinação, na altura do capacete. O terceiro espeleólogo da equipe ocupou-se das anotações e croquis.

No primeiro dia de topografia comprovou-se a inviabilidade de se fazer bases em todas as interseções, pois estas se sucediam com enorme frequência. Optou-se por longas visadas (até 120 metros), anotando-se a metragem do topofio em interseções julgadas importantes e deixando um pequeno cartão de papel no piso demarcando a posição de cada base. As distâncias laterais e alturas foram apenas estimadas, mesmo porque a metragem fornecida pelo topofio é acumulativa, tornando complicadas as medições não sequenciais.

Ao final de três dias de mapeamento obteve-se um total de 3.5 km mapeados (Figura 1). Os dados foram trabalhados ao final da expedição, onde constatou-se erros inaceitáveis nas medições de distância.

Aparentemente, a linha do topofio encontrava-se mal posicionada ao passar por um dos roletes, ocasionando erros constantes. O nível de precisão atingido ficou muito aquém do desejado. Muito embora não tenham sido fechadas poligonais, estava claro que estes erros comprometeriam qualquer mapeamento sequencial mais preciso a ser feito no futuro, principalmente considerando a natureza interconectada da caverna, onde erros em uma base tendem a ser distribuídos por várias outras bases. Assim sendo, decidiu-se por remapear a Toca da Boa Vista.

#### 4.2. Método das bases fixas - SUUNTO/TRENA

Na segunda expedição à Bahia, em julho de 1988, as condições eram bastante diferentes da expedição anterior. Entre as prioridades da expedição estava o mapeamento da gruta do Cipó, integrante do complexo do Padre e o remapeamento da Toca da Boa Vista (AULER, 1988; WOJTKOWSKI & AULER, 1988). Nesta ocasião não utilizamos a bússola Brunton, seduzidos pela praticidade e maior precisão dos recém adquiridos bússola e clinômetro Suunto. A bússola Suunto, modelo KB 14/360RT, é um instrumento de fabricação finlandesa, consistindo de um disco giratório graduado contido numa robusta caixa metálica retangular. A leitura é efetuada através de um pequeno orifício em um dos lados da bússola, devendo-se portanto, colocar e nivelar a bússola à altura dos olhos. Alguns modelos possuem uma iluminação à base de trítio, por demais fraca para propiciar boa leitura. Na maior parte dos casos faz-se necessário posicionar uma fonte de luz acima da bússola. O clinômetro, modelo PM 360 PCT, consiste de uma unidade em separado, com as mesmas dimensões da bússola. O disco giratório é graduado tanto em graus quanto em porcentagem.

Uma trena foi utilizada para medir distâncias. Utilizou-se uma trena de PVC do tipo aberta, sem carretel, conhecida comercialmente como cabo de agrimensor.

Um número variável de espeleólogos fez parte da expedição. A primeira etapa ao sudoeste e centro da Bahia, foi cumprida com apenas três espeleólogos enquanto a etapa final, na Toca da Boa Vista, contou



com um máximo de seis pessoas. Dois espeleólogos americanos, um em cada etapa, participaram da expedição, criando-se uma boa oportunidade para intercâmbio de métodos e técnicas. Durante a topografia da gruta do Cipó, após um primeiro dia de mapeamento utilizando bases flutuantes, decidimos por utilizar pela primeira vez o método das bases fixas.

O método das bases fixas é padrão nos Estados Unidos. Para uma descrição clara e muito detalhada deste método refira-se a DAUNT-MERGENS (1981). A principal característica do método está no fato de que a estação topográfica é fixada em algum ponto da caverna, seja no teto, chão ou paredes. Uma marca mostrando o local exato da estação deve ser deixada no local, normalmente sob forma de um ponto negro feito com a chama de acetileno. No caso da Toca da Boa Vista, onde uma estação quase invariavelmente demarca uma interseção de condutos, convencionou-se escrever o número da estação de preferência em fita ou outro objeto de cor viva fixo nas proximidades da base, tornando fácil a visualização.

Para efetuar-se a visada, a bússola deve ser posicionada na estação ou no plano vertical entre as duas estações. Da mesma forma, o clinômetro deve ser colocado em qualquer ponto no plano inclinado que une as duas estações. No método das bases fixas, o posicionamento das estações, feito pelo espeleólogo que vai à frente é de suma importância para o bom andamento da topografia. Uma base colocada no piso obrigará o espeleólogo a deitar-se ao chão para leitura do clinômetro. Uma base na parede dificulta a colocação da bússola na posição ideal. O melhor é que o ponta de trena coloque as estações em projeções, seja no teto, parede ou piso, com o condicionante de que sejam acessíveis para o espeleólogo que lerá os ângulos.

Este sistema de topografia comprovou ser eficaz e rápido. No caso da Toca da Boa Vista, representou uma evolução, pois propiciou a marcação precisa e discriminada de todas as bases. Uma única equipe de topografia foi formada, com número variando entre quatro e seis pessoas. As funções eram bússola/clinômetro, trena, croquis, anotações e dois exploradores a prospectar passagens à frente. Em uma semana de trabalhos, um total de 5150 metros foi mapeado (Figura 2). No retorno a Belo Horizonte, durante o processo de confecção do mapa, constatou-se erros grosseiros em alguns azimutes. A causa determinada foi simples interferência magnética com a bússola. Infelizmente, descobriu-se um pouco tarde que a iluminação frontal Laser (Petzl), devido à proximidade, interfere com a bússola Suunto. Um erro banal que poderia ter sido evitado caso tivéssemos nos preocupado em testar os instrumentos antes. Não havia outra alternativa exceto mapear pela terceira vez a Toca da Boa Vista.

#### 4.3. Método das bases fixas - SISTECO

Na terceira expedição, em setembro de 1989, a metodologia da topografia não se alterou substancialmente. O método das bases fixas já havia se tornado padrão em todos os mapeamentos do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. A preocupação maior estava em não cometer erros grosseiros. O grande número de participantes tornou possível a divisão em duas equipes distintas. Nesta expedição, utilizamos pela primeira vez uma bússola/clinômetro da marca Sisteco.

A bússola/clinômetro Sisteco é um instrumento também de fabricação finlandesa. Na verdade, é bastante similar à Suunto, a diferença básica consiste no fato de que a bússola e clinômetro estão acoplados em uma mesma unidade, tornando mais fácil e prático o manuseio. A luz interna de trítio existente em alguns modelos é bastante forte, tornando desnecessária a iluminação lateral com outra fonte de luz. Uma versão similar da Sisteco, embora sem iluminação interna, é comercializada nos Estados Unidos sob o nome de "Sightmaster".

A topografia foi realizada tanto com uma bússola/clinômetro Sisteco como por um par de Suuntos, utilizados em separado pelas duas equipes. Um cuidado extra foi tomado para se evitar a repetição das falhas anteriormente cometidas. Todos os instrumentos foram testados com visadas prévias no exterior e durante o mapeamento tornou-se padrão retirar o capacete quando da leitura dos azimutes.

Todas as passagens mapeadas durante as duas primeiras expedições foram retopografadas. Algumas longas poligonais foram fechadas, com uma precisão considerada satisfatória. Nas duas maiores poligonais

fechadas, a primeira com 122 e a segunda com 96 bases, acusou-se erros de fechamento de 4,47 e 42,7 centímetros por base respectivamente, estando o erro das poligonais menores situado dentro deste intervalo. Esta metodologia tem provado ser eficaz e tem sido mantida nas expedições subsequentes. Um total de 12,2 km foi topografado na terceira expedição, elevado a 16,15 km após a quarta e aproximadamente 24,0 km ao final da quinta campanha em julho de 1990 (Figura 3).

#### 4.4. Topografia de detalhamento

Um dilema divide os espeleólogos do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas desde as primeiras expedições a Campo Formoso: exploração ou topografia? No intuito de descobrir novas galerias, muitos trechos da Toca da Boa Vista foram desprezados simplesmente por estarem "cercados" por condutos já conhecidos. Como regra geral buscou-se novas regiões sempre o mais distante possível das entradas. Com isto conseguiu-se ao longo dos três primeiros anos definir uma "faixa" com cerca de 800 metros de largura onde estão inseridos os condutos, e duas direções preferenciais de orientação das galerias, oeste-leste e nordeste-sudoeste. Nas bordas norte e sul desta "faixa" os condutos estavam geralmente obstruídos por sedimento, desmoronamentos ou tornavam-se muito estreitos. Até o momento tal "faixa" se estende por cerca de 2500 metros a partir da entrada com larguras relativamente uniformes. Sendo assim, os locais mais promissores para descoberta de novos condutos que ampliassem a caverna estariam no extremo oeste.

Até a quarta expedição, em novembro de 1989, não se havia pensado em iniciar a topografia das áreas intermediárias. A partir desta campanha decidiu-se dedicar pelo menos metade do tempo das próximas topografias a estes condutos laterais, visando assim manter o grupo motivado em futuras expedições à caverna. Na quinta expedição formou-se três equipes, cada qual com a incumbência de mapear todos os condutos internos de uma poligonal pré-estabelecida. Surpreendentemente, a densidade de condutos superou todas as expectativas, fazendo-se necessárias algumas adaptações metodológicas, especialmente no detalhamento de galerias. Todos os cruzamentos de condutos passaram a ser identificados por uma base, sendo em alguns casos também marcado o início do conduto com outra estação topográfica. O maior número possível de poligonais foi fechado, na maioria envolvendo poucas bases. Com isto o rendimento da topografia caiu significativamente, sendo poucos os dias em que alguma equipe superou a marca de 600 metros mapeados. Alguns trechos da caverna tiveram que ser retopografados devido à falta de bases nas proximidades dos cruzamentos.

Iniciou-se, desta forma, um novo nível de detalhamento da Toca da Boa Vista, onde a escala do mapa, que até então estava em 1:2000, deverá ser ampliada para 1:500. Das 2062 bases até o momento definidas, 1048 foram plotadas na quinta expedição, que reduziu de 15,9 para 11,6 metros a distância média das visadas, confirmando o refinamento do detalhamento da gruta.

#### 5. Comparação entre os métodos

Tanto o método de bases fixas quanto o de bases flutuantes foram testados em várias cavernas com diferentes características morfológicas, tornando-se transparentes os prós e contras de cada sistema.

O sistema de bases fixas apresenta a grande vantagem de fornecer uma precisão quase absoluta no posicionamento da estação e conseqüentemente nas medições de distância. Estando as bases permanentemente marcadas, qualquer visada pode ser refeita a qualquer momento por qualquer equipe. Com as bases flutuantes, a posição da estação topográfica é subjetiva, experimentando variações de acordo com a movimentação do espeleólogo. Mesmo que se convençione posicionar a base na altura da cintura, por exemplo, é difícil manter a bússola perfeitamente situada dentro do eixo vertical da base. Da mesma forma, espeleólogos de diferentes alturas causarão variações nas leituras de inclinação. Uma outra desvantagem das bases flutuantes consiste na maneira de marcar as bases. No GBPE era convenção colocar um cartão no piso. Em uma caverna onde o tráfego de pessoas é intenso, tal prática mostrou ser inefetiva, pois o pedaço de papel era facilmente removido de seu local, tornando difícil reposicioná-lo com exatidão. No caso específico da Toca da Boa Vista, o pó presente no piso facilmente obscurece a estação. No sistema das bases fixas, tal problema não



ocorre, pois a maioria das estações localiza-se nas paredes ou teto, fora do alcance de um espeleólogo desatento. No entanto, um pequeno ponto negro é muitas vezes difícil de ser localizado, podendo ser confundido com feições naturais da caverna, como guano ou depósitos minerais, requerendo por vezes a utilização do croquis para efetiva identificação.

No método de bases flutuantes, a posição da base reflete com mais fidelidade a orientação da galeria, visto que está em geral mais próxima ao centro da passagem. Nas bases fixas, a linha central da topografia normalmente faz um zig-zag entre as paredes da galeria.

No caso de mapas mostrando somente a linha que une as estações, o método das bases fixas pode levar a uma representação irreal da orientação da passagem. O mesmo ocorre no perfil de galerias, que no método das bases fixas não pode ser seguido pela inclinação das visadas. Quando for necessário um melhor detalhamento do perfil, é aconselhável que sejam feitas medidas da distância da base ao piso e teto das galerias. No caso da Toca da Boa Vista, anotamos somente a altura absoluta dos condutos, não posicionando a base neste intervalo, devido à característica essencialmente plana da gruta.

No método das bases fixas, dependendo da localização da estação, a execução de algumas visadas torna-se difícil. Por exemplo, uma base no teto dificulta a leitura da inclinação. Em tal situação, o clinômetro deveria ser posicionado na mesma altura da base, o que é muitas vezes impossível para efeito de leitura. A melhor solução para tal problema é posicionar o clinômetro à frente ou atrás ou ao lado da base, mas sempre em algum ponto sobre o plano inclinado que une as duas estações. Para a leitura do azimute, bases nas paredes representam um problema similar. Para quem efetua a leitura com o olho direito, uma base na parede esquerda representaria uma variação de ao menos 10 centímetros. A solução consiste em procurar um local que se situe no plano vertical que une as duas estações. Quando isto é impossível, como no caso de paredes lisas, deve-se extrapolar a posição da base a ser visada, tentando compensar a variação no posicionamento do instrumento na base visante. Tal extrapolação também é válida para o caso da leitura da inclinação.

A instrumentação utilizada possui vantagens e desvantagens nítidas. Pelo já exposto ficou claro que, dependendo da maneira de leitura, a bússola Brunton não deve ser utilizada no método das bases fixas, devido à dificuldade ou mesmo impossibilidade de leitura de alguns azimutes. Os erros mais comuns da bússola Brunton são leitura na extremidade errada da agulha e agulha agarrando. Muito embora a agulha que aponte o norte seja na maior parte dos modelos claramente identificada por formato ou cores vivas, a leitura na extremidade errada é bastante comum. Felizmente tal erro após identificado normalmente com o auxílio do croquis, pode ser facilmente corrigido, bastando somar ou subtrair 180 graus. Agulha agarrando provém da dificuldade em nivelar a bússola, algo que exige prática. Este é um erro mais grave e mais difícil de ser detectado, podendo comprometer todo um mapeamento. O único procedimento aceitável no caso seria a repetição da visada.

A bússola Suunto ou Sisteco também apresenta o problema de disco agarrando. Como estes modelos de bússola não possuem bolha, como no caso da Brunton, o nivelamento é de certa forma parcial, dependendo da pessoa a efetuar a leitura. É aconselhável balançar suavemente a bússola, livrando o disco de um possível agarramento. Leituras inclinadas devem também ser tratadas com cuidado. Existe a tendência a se inclinar a bússola no sentido da estação visada, causando desnivelamento e levando o disco da bússola a acusar uma leitura falsa. É bom observar, nestes casos, que a leitura da bússola deve ser feita preferivelmente da base inferior para a base superior, podendo contar com o auxílio da trena (neste caso mantida tensionada durante a leitura) para orientação do azimute. A visada passa, então, a ser feita na trena e não na luz do espeleólogo ponta de trena. Em todos os casos é bom procedimento efetuar a visada mais de uma vez para assegurar uma boa precisão.

Na leitura do clinômetro Suunto ou Sisteco, deve-se tomar cuidado para se efetuar a leitura na escala correta de graus e não na escala de percentagens. Também é comum ler na direção errada do disco graduado. Por exemplo, uma leitura pouco acima de + 10 graus pode ser tomada como + 9 graus.

Uma comparação entre tipos de trenas e topofio é válida. O topofio é um instrumento rápido, especialmente útil para se medir desniveis em abismos ou em grandes visadas. No entanto, ao menos o modelo por nós utilizado (TSA) apresentava uma percentagem de erro por visada incompatível com a precisão almejada. As trenas de carretel ou fechadas foram utilizadas por vários anos em topografias do GBPE e por fim abandonadas ao se constatar a fragilidade da fita que se rompia quando de grande tensão ou quando chamuscada pela chama de acetileno. Da mesma forma, lama ou qualquer material terrígeno, ao adentrar o carretel, torna-se de difícil remoção, terminando por inutilizar a trena. Outros problemas ocorridos foram o rompimento do invólucro ou da manivela. As trenas soltas de PVC, também conhecidas como cabo de agrimensor, são muito mais robustas e duráveis, embora de manuseio mais cansativo e sujeitas a embaraço. Na maior parte das ocasiões, 30 metros têm mostrado ser um bom tamanho de trena.

Os erros comuns em espeleotopografia podem ser divididos em erros experimentais, inerentes aos limites de precisão de cada instrumento, erros sistemáticos, geralmente devido a problemas nos instrumentos, e erros ocasionais, tais como leituras e anotações erradas. Erros sistemáticos são facilmente evitáveis testando-se e calibrando-se os aparelhos em ensaios, anteriormente à sua utilização na gruta. Erros ocasionais são evitados pela prática da equipe, exigindo concentração e utilização de procedimentos tais quais repetição das leituras de bússola e trena, e repetição oral, por parte do anotador, das medidas que lhe são passadas. Entretanto, no caso de uma gruta com centenas de visadas como na Toca da Boa Vista, tais erros têm alguma probabilidade de ocorrer e são, com certeza, responsáveis pelos altos valores de erros encontrados nos fechamentos de algumas poligonais. O método utilizado para o cálculo dos erros na Toca da Boa Vista consistiu em se determinar a distância absoluta entre os dois pontos de fechamento da poligonal, dividir este valor pela metragem total da poligonal e multiplicá-lo pela maior visada desta. Consequentemente, o menor distanciamento entre as bases, característico da quinta expedição, resultará em um grau de precisão maior.

Considerações finais devem ser feitas com relação à rapidez e ética. O método das bases flutuantes, devido à menor preocupação com o posicionamento das bases é, em geral, levemente mais rápido. Com a devida prática, uma rapidez considerável pode ser atingida no método das bases fixas. Na Toca da Boa Vista, conseguiu-se uma média de dez estações por hora. A topografia subterrânea também tem seu preço em termos de interferência com o meio cavernícola. Fios de topofio, nós de fuligem, cartões e fitas plásticas são normalmente deixados no local. Todos estes elementos podem (e devem) ser removidos no futuro, quando da finalização do mapeamento. A Tabela 1 sintetiza as vantagens e desvantagens de cada método.

TABELA 1 - Comparação entre os métodos

	BASES FIXAS	BASES FLUTUANTES
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Precisão no posicionamento da base.</li> <li>- Possibilidade de se refazer a visada em ocasiões futuras.</li> <li>- Base dificilmente é removida por acidente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maior rapidez.</li> <li>- Aceita qualquer tipo de instrumento.</li> </ul>
DESvantagens	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificuldade de se marcar certas bases.</li> <li>- Dificuldade de se efetuar certas visadas.</li> <li>- A linha central da topografia normalmente não representa a configuração da galeria</li> <li>- Mais lento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posicionamento das bases sujeito a variações.</li> <li>- Base pode ser removida acidentalmente.</li> <li>- Espeleólogos de diferentes alturas podem causar variações nos ângulos verticais.</li> </ul>

## 6. Precisão e rapidez em espeleotopografia

A precisão atingida em um mapa de caverna é função de vários fatores. Antes de se iniciar um mapeamento é importante discriminar o propósito a que tal mapa se destina. No atual estágio da espeleologia brasileira, onde o potencial espeleológico nacional ainda não foi sequer arranhado, uma topografia em grau 3C ou 4C é em geral suficientemente precisa. Exceção seja feita a casos especiais, como grutas a serem adaptadas para turismo em massa ou para trabalhos científicos onde um maior detalhamento é imperativo.

A classificação de detalhe utilizada globalmente é a da BCRA (ELLIS, 1988), que distingue seis graus de precisão em medidas instrumentais e quatro em termos de detalhamento complementar. Nas cerca de 60 topografias realizadas pelo Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, após um início vacilante em precisão 3C, logo estabeleceu-se um padrão em mapeamentos 4C. O grau 5C é também viável para mapeamentos rápidos, exigindo no entanto cuidados especiais. Mapeamentos nos graus 6 e X (teodolito), devido à enorme demanda de mão-de-obra e tempo, só se justificam em casos especiais já considerados.

Qualquer grupo espeleológico voltado para exploração e topografia naturalmente encontrará um meio termo que contrabalance estas duas atividades, de acordo com a ênfase dada a cada uma delas. No GBPE, apenas as cavernas julgadas importantes são mapeadas, o que se traduziria em menos de 20% das cavernas exploradas. Seria desejável que um levantamento topográfico fosse produzido a cada gruta explorada, mas a demanda de tempo tornou-se fator limitante, sendo dada preferência à exploração de novas áreas.

A chave para um levantamento preciso e rápido inclui três fatores: qualidade de instrumentos, prática e motivação. Instrumentos de qualidade (Suunto ou Brunton, por exemplo) calibrados e em boas condições são essenciais. No caso de duas equipes, de preferência deve-se utilizar o mesmo modelo de bússola e clinômetro para se evitar discrepâncias. Experiência no manuseio dos instrumentos e prática no desenrolar do método são outros fatores vitais. Cerca de vinte dias foram necessários em 1984 para se mapear 5050 metros pelo método das bases flutuantes na gruta Olhos D'água, a primeira grande cavidade mapeada pelo GBPE, em que pese a utilização de duas equipes distintas. Hoje em dia apenas uma equipe poderia topografar esta mesma metragem em cerca de uma semana. Caso a equipe de mapeamento possua elementos com diferentes graus de experiência, o que geralmente ocorre, é aconselhável posicionar os elementos com menor prática em funções que não interfiram com o desenrolar do processo topográfico ou funções de menor responsabilidade técnica, como anotação e ponta de trena, respectivamente. A utilização do método das bases fixas e bússolas/clinômetros Suunto e Sisteco em topografias de algumas grutas menores tem demonstrado um valor de erro de posicionamento de base variando entre 7 e 15 centímetros. Estes valores, coerentes com várias das poligonais da Toca da Boa Vista, podem atestar o bom grau de precisão atingido no atual estágio de topografia que, somados ao posicionamento de bases a cada variação morfológica dos condutos, conferem-lhe um grau de precisão próximo a BCRA 5D.

Finalmente, um item de certa forma renegado, mas sem dúvida essencial: motivação. Algo mais que o simples amor à espeleologia deve motivar uma equipe de espeleólogos em longos projetos de mapeamento como nas maiores cavernas do mundo ou mesmo na Toca da Boa Vista. É importante que se estabeleça metas tangíveis a curto e longo prazo. A campanha de exploração na gruta Olhos D'água em 1984 e 1985 perseguiu o título de maior caverna de Minas Gerais. Na gruta do Padre, a possibilidade de se mapear a maior caverna do Brasil funcionou como forte empuxo. Na Toca da Boa Vista, claramente no momento a caverna de maior potencial no país, objetivos a curto e longo prazo estão sempre sendo perseguidos. Na segunda expedição, 1 km-mapeado ao dia era o mínimo aceitável. Na terceira expedição, as duas equipes desenvolveram uma competição saudável por mais metros topografados. Na quarta expedição o objetivo era ultrapassar a gruta do Padre em projeção horizontal. Hoje em dia nos esforçamos em direção à meta de 30 km mapeados, que colocaria a Toca da Boa Vista entre as 50 maiores cavernas do mundo.

A satisfação de uma meta alcançada, mesmo que esta seja artificial e vaporável, possui valor psicológico infinitamente superior ao de um crescente número de dados acumulados ao final de uma expedição. A contínua atualização e publicação de listagens por projeção horizontal e desnível cumpre importante papel neste sentido e é cada vez mais enfatizada na espeleologia.

## 7. Tratamento dos dados

O tratamento de dados e confecção de mapas por métodos puramente manuais foram utilizados no Brasil até o início da década de 80. Os dados eram extraídos diretamente da caderneta de campo e plotados em papel milimetrado com auxílio de régua e transferidor. Este sistema, trabalhoso e sujeito a erros, está sendo pouco a pouco abandonado em benefício de métodos mais precisos.

A década de 80 viu a introdução de calculadoras eletrônicas que reduzem os dados a coordenadas em eixos cartesianos. Tal procedimento facilita e torna mais exata a confecção do mapa, mas não elimina a tediosa tarefa de se plotar os pontos a cada escala de planta e perfil produzido. No caso da Toca da Boa Vista, a enorme e sempre crescente quantidade de dados pouco a pouco inviabilizou tal procedimento. Outro problema encontrado foi a grande quantidade de poligonais a serem fechadas, que exigiam maçantes e trabalhosos processos matemáticos e geométricos. IRWIN & STENNER (1975) chamam a atenção para o fato de que o fechamento de uma rede de poligonais inter-conectadas por métodos precisos (método dos mínimos quadrados, por exemplo) exige um enorme volume de cálculos matemáticos, algo inviável sem o auxílio de computadores. A partir da segunda metade da década de 80, softwares tornaram-se disponíveis, revolucionando o tratamento de dados em topografia espeleológica. Estes programas de primeira geração basicamente imprimiam a linha central da planta e perfil, mas não lidavam com problemas mais complexos como cavernas labirínticas, grandes sistemas, mapas em pequena escala e outros.

Em muitos casos, mapas são produzidos no próprio local da caverna ao fim do dia, permitindo a visualização imediata das passagens topografadas. Tal procedimento é uma ferramenta importante na busca de conexões e novas passagens. Infelizmente, esta prática é virtualmente impossível na área da Toca da Boa Vista devido à ausência de energia elétrica nas vilas próximas.

Hoje em dia, torna-se mais e mais popular o uso de softwares sofisticados. Entre os vários programas disponíveis no mercado internacional, os mais populares e abrangentes são os da linha SMAPS, comercializada nos Estados Unidos e recentemente adquirido pelo Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas. Este programa já havia sido adotado até o momento em onze países e presentemente é utilizado no mapeamento de grandes sistemas como Mammoth Cave, Jewel e Wind Cave. Entre os atributos da versão mais moderna deste programa, SMAPS 4.3, estão rotação, translação e zoom do mapa no monitor, exagero vertical, diferenciação por cores de níveis ou feições, larguras ou alturas incluídas na linha central e inúmeras outras feições adicionais. A utilização do SMAPS para o tratamento de dados na Toca da Boa Vista representará sem dúvida uma enorme economia de tempo, aliada a uma precisão infinitamente superior, já que atributos como fechamento de poligonais por métodos mais complexos e precisos (ver KELLY & WARREN, 1988) são padrão em programas deste tipo (Figura 4).

## 8. Perspectivas para o futuro

A topografia da Toca da Boa Vista decerto representará um projeto que se estenderá por vários anos ou mesmo décadas. O enorme número de passagens laterais ainda não exploradas cresce de forma geométrica a cada expedição. Ao final da quarta expedição contava-se 1600 galerias laterais não exploradas. Várias previsões com relação ao potencial da Toca da Boa Vista foram realizadas de forma intuitiva, mas nos parece seguro apontar um total mínimo de 40 km de passagens existentes no local. No entanto, mesmo este total presume que todas as galerias da caverna estarão contidas na faixa delimitada ao final da quarta expedição e pouco expandida durante a quinta campanha. Entretanto, a possibilidade de novas galerias se estenderem além dos limites até o momento demarcados é muito grande, criando uma variável que só por via de exploração poderá se quantificar.

Um método mais eficiente de se calcular a extensão da caverna consistiria em se realizar o mapeamento completo de um segmento da caverna e extrapolar este valor para o perímetro total da caverna. No entanto, a Toca da Boa Vista é bastante heterogênea em se tratando de densidade de passagens e tal método teria que sofrer um refinamento para proporcionar resultados representativos.

Uma evolução contínua de técnicas e métodos tem ocorrido durante o processo de mapeamento da Toca da Boa Vista. Este aperfeiçoamento decerto prosseguirá ao longo dos anos. Técnicas até o momento inéditas no Brasil, como projeção de passagens na superfície por radiolocalização, visando refinamento de topografia, poderão ser incorporadas ao acervo já considerável de técnicas utilizadas nesta gruta.

#### Agradecimentos

As incursões do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas à Toca da Boa Vista têm recebido, ao longo dos anos, constante apoio da comunidade local. Somos especialmente gratos à Prefeitura Municipal de Campo Formoso, administração Salomão de Carvalho, que invariavelmente tem custeado nossas despesas. Colegas e amigos em Laje e Campo Formoso têm colaborado em nossas pesquisas, ajudando a tornar nossa estadia na região sempre produtiva e enriquecedora. Correndo o grave risco de omitir algum nome, desejamos expressar nossos agradecimentos a José Telesphoro de Oliveira (in memoriam), Iracema de Oliveira, Tude, Oleone Coelho Fontes, Anginha, Dona Dorinha e demais amigos da pensão de Laje, Sr. Olímpio, Edimilson e outros. Ajuda financeira e logística complementar foi fornecida pelo Centro de Recursos Ambientais (CRA) de Salvador, na pessoa de José Aloísio Cardoso e Rede Globo de Televisão, representada por Cláudio Savaget e equipe.

#### Referências bibliográficas

- AULER, A.S. 1988. Explorando de Norte a Sul: Expedição Bahia 88. Informativo SBE, v. 22, p. 11-18.
- CHAIMOWICZ, F. 1987. Nos subterrâneos da Bahia. Informativo SBE, v. 14, p. 10-14.
- CHAIMOWICZ, F. 1987. Nos subterrâneos da Bahia. Informativo SBE, v. 15, p. 6-9.
- DAUNT-MERGENS, D.O. 1981. Cave Research Foundation Personnel Manual. C.R.F. 155p.
- ELLIS, B. 1988. An Introduction to Cave Surveying. B.C.R.A. 40p.
- IBGE 1939. As Grutas em Minas Gerais.
- IRWIN, D.J.; STENNER, R.D. 1975. Accuracy and Closure of Traverses in Cave Surveying. Trans. BCRA, v. 2, n. 4, p. 151-65.
- KELLY, S.; WARREN, P.B. 1988. The Least Squares Method of Cave Survey Data Reduction Based on a Microcomputer. Cave Science. v. 15, n. 1, p. 29-34.
- PEREZ, N.T.; TABERA, M.F. 1987. Fundamentos de la Practica Espeleológica. Federación Madrileña de Espeleología . 559p.
- RUBBIOLI, E.L. 1990. Topografia. O Carste, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 13-15.
- VARIOS AUTORES 1990. Crônica de Uma Exploração. O Carste. v. 2, n. 1, p. 3-9.
- WARILD, A. 1988. Vertical. A Technical Manual for Cavers. The Speleological Research Council. 152p.
- WOJTKOWSKI, P.; AULER, A.S. 1988. Brazil: The 1988 Bahia Expedition. NSS News, v. 46, n. 9, p. 354-5.
- WORTHINGTON, S. 1987. Review of Cave Surveying Techniques. Cave Science, v. 14, n. 2, p. 56-9.

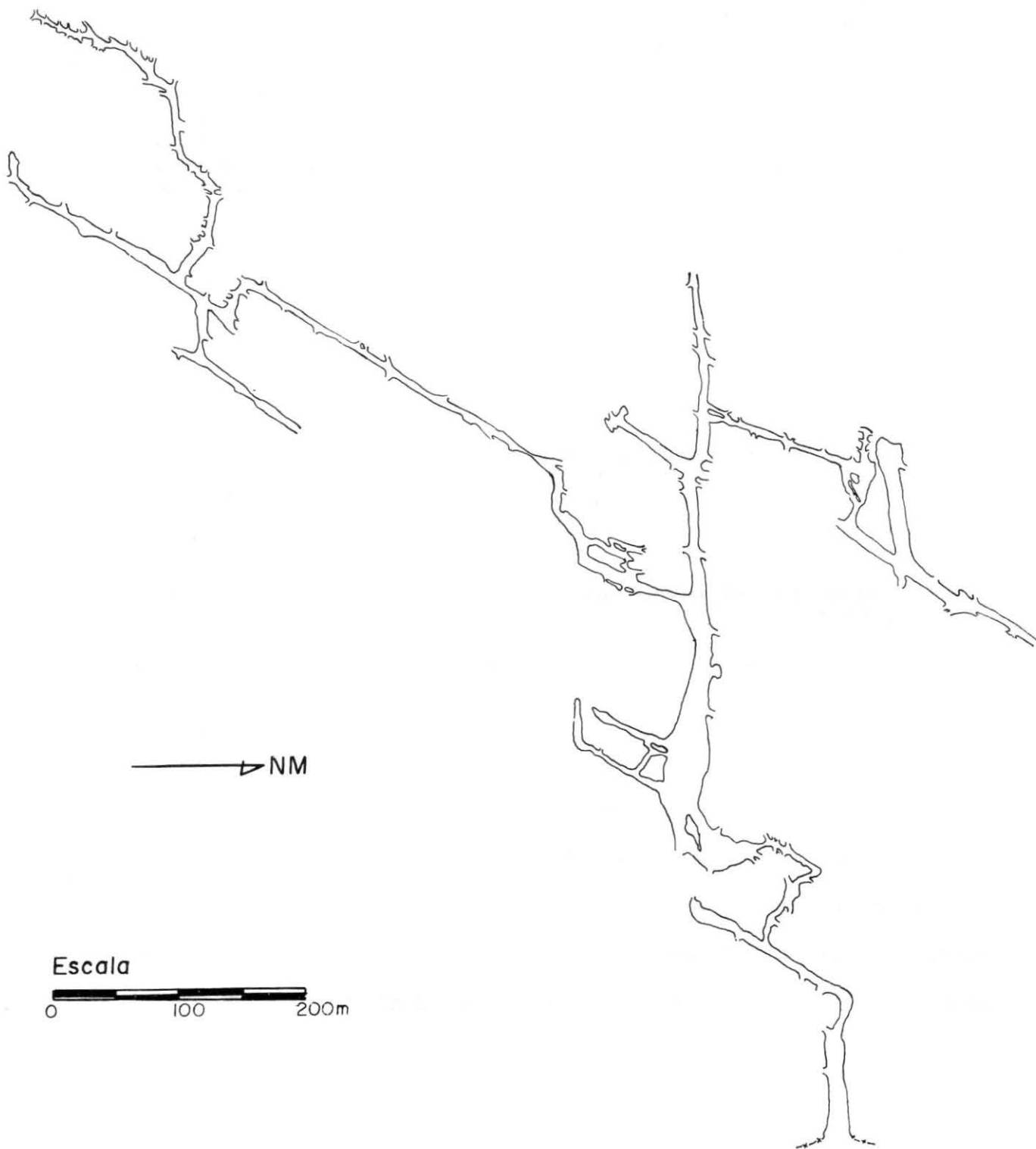


Figura 1. Toca da Boa Vista. Mapa parcial obtido até fevereiro de 1987 utilizando-se o método das bases flutuantes com bússola Brunton e topólio.

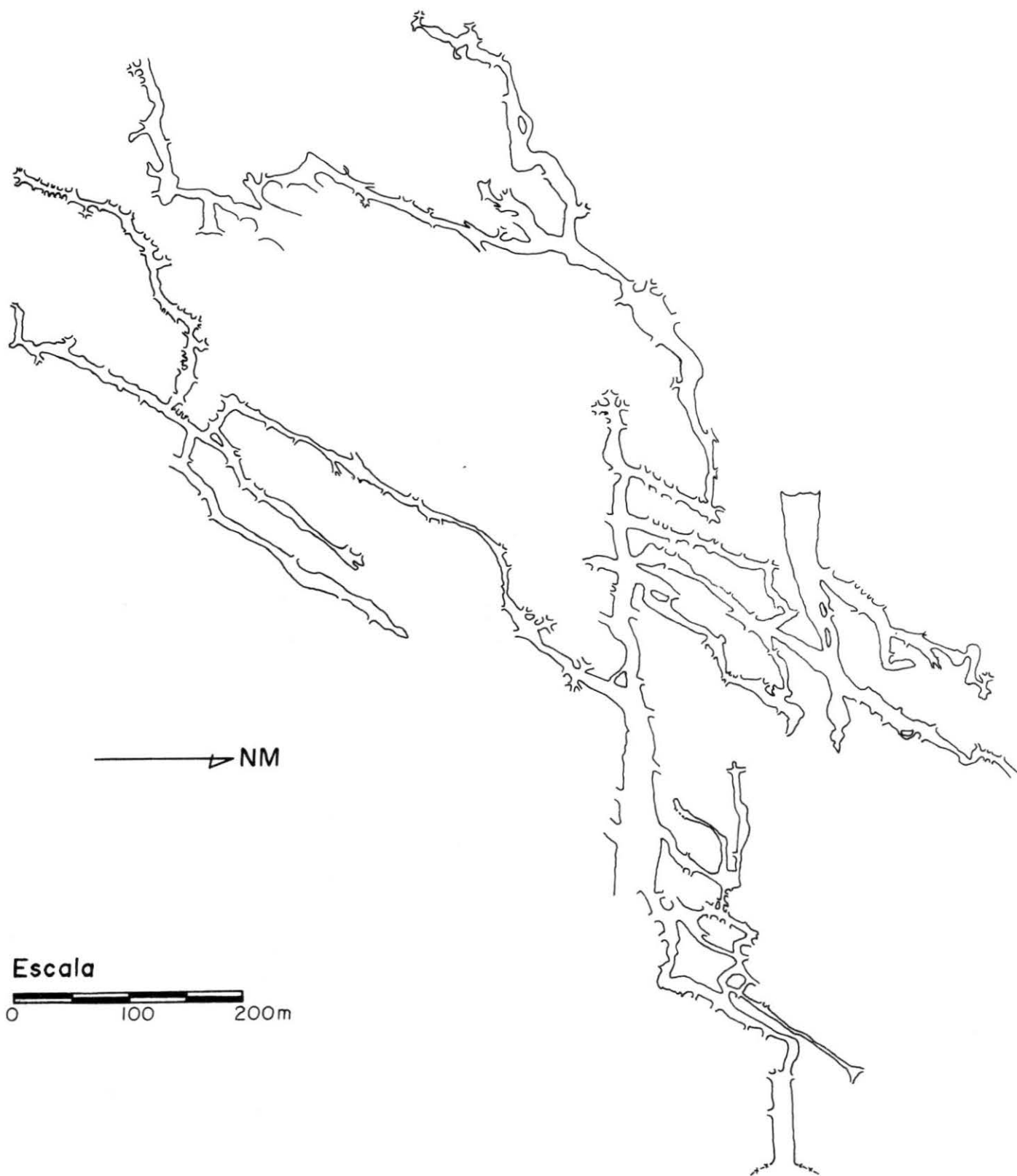
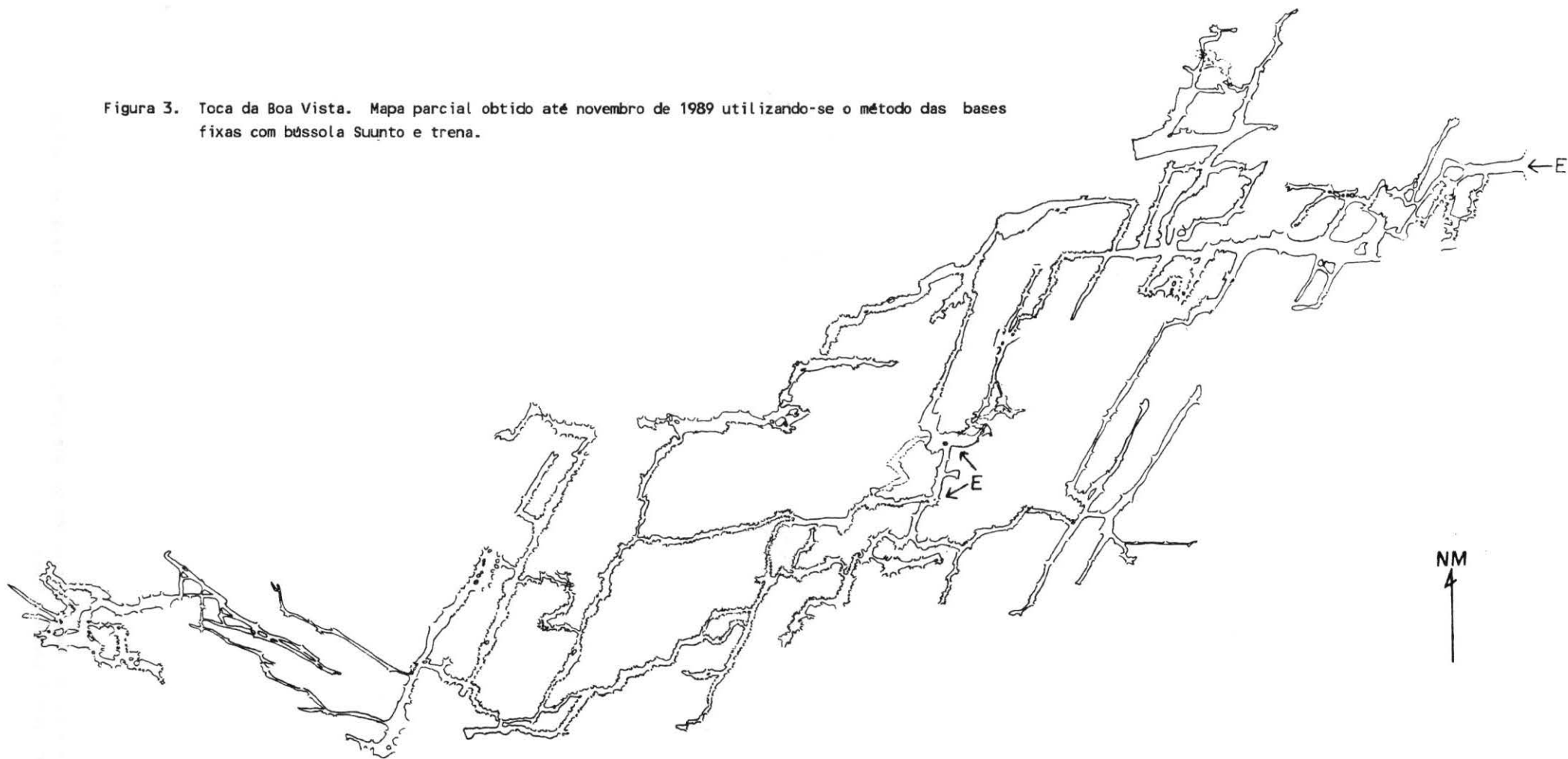


Figura 2. Toca da Boa Vista. Mapa parcial obtido até julho de 1983 utilizando-se o método das bases fixas com bússola Suunto e trena.



Figura 3. Toca da Boa Vista. Mapa parcial obtido até novembro de 1989 utilizando-se o método das bases fixas com bússola Suunto e trena.



Escala  
0 100 200 300m

Figura 4. Linha central da Toca da Boa Vista obtido através do programa SMAPS 4.3 com dados topografados até julho de 1990. (escala: 1:10.000).





**PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA DO VALE DO RIBEIRA, REGIÃO DA FAZENDA INTERVALES, SP:  
EXPLORAÇÃO, TOPOGRAFIA E BIOLOGIA**

1  
Pedro GNASPINI-NETTO  
1  
Eleonora TRAJANO

Recebido em agosto/1990, aceito em outubro/1990

**Abstract**

The Intervales region, the highest area in the Ribeira Valley Speleological Province, was poorly studied up to now, despite its recognized potencial.

The Fundação Florestal do Estado de São Paulo, that manages the area, provided the facilities that allowed us to prospect about 40 natural cavities. They were mapped, geographically located and registered in the SBE's Cadastro Nacional de Cavidades Naturais. These caves were biologically surveyed and geological observations were done.

Caves of Intervales are in average smaller than those of Caboclos and Betari regions, both in Ribeira Valley but situated at lower altitudes. Except Paiva cave, with its 2880m, Intervales caves are less than one kilometer long, most of them less than a hundred meters long. Width and height usually do not pass over some meters. Cave maps are presented.

Small size is probably due to the water volumes smaller than in the lower cave areas. Hydrology would not favour both phreatic and vadose speleogenesis and erosion of sedimentary deposits from latter phases. Detritic sediments partially fill several caves, not allowing human progression.

Some caves present evidences of several phases of overture and closing of galleries through chemical dissolution and erosion, and filling by clastic and chemical deposits.

---

1.. Depto Zoologia, Inst. Biociências/USP, C.P.20520, 01498 S.Paulo SP, Brasil

In general, cave fauna of Intervalles is similar to that of the remaining Upper Ribeira. A few particularities include the predominance of taxa associated to rocky substrate, the troglomorphic status of the cricket Eidmanacris sp. and the heteropteran Zelurus travassosi, usually restricted to the zone near cave entrances in other areas, and the abundance of the large opilionid, Goniosoma spelaeum, frequently found reproducing and entering further in the caves of Intervalles than in other regions.

Troglophobic populations are aquatic or terrestrial detritivorous: partially depigmented Aegla and amphipod crustaceans, depigmented Chelodesmidae and Cryptodesmidae diplopods, depigmented and eyeless Acherontides collembolans.

Key-words: caves; São Paulo State; mapping; biospeleology; speleogenesis.

#### Resumo

Cerca de 40 cavidades naturais da região de Intervalles, Alto Ribeira, SP, foram mapeadas e cadastradas no presente trabalho. Quando comparadas à do Vale do Betari e região de Caboclos, situadas a menores altitudes, as cavernas de Intervalles têm, em geral, menores dimensões. Isto pode ser devido ao volume relativamente pequeno dos cursos d'água, o que não favoreceria a espelogenese. Há evidências da ocorrência de fases alternadas de abertura (freática/vadosa ou erosional) e fechamento (por depósitos clásticos e/ou químicos) de condutos.

A fauna das grutas de Intervalles é similar à de outras regiões do Alto Ribeira, com algumas particularidades, tais como: predominância de táxons com preferência por substrato rochoso; condição troglófila dos grilos Eidmanacris sp. e heterópteros Zelurus travassosi, geralmente restritos às proximidades das entradas em outras áreas; abundância de opiliões Goniosoma spelaeum, que também penetra mais fundo nas cavernas de Intervalles. Organismos troglóbios incluem diplópodes Polydesmida, colêmbolos Poduroidea, crustáceos anfípodos e Aegla.

Palavras-chave: cavernas; Intervalles; topografia subterrânea; bioespeleologia; espeleogenese.

#### 1. Introdução

A Província Espeleológica do Vale do Ribeira (senso KARMANN & SANCHEZ, 1979) vem sendo objeto de trabalhos espeleológicos intensivos desde a década de 70, quando os espeleo-grupos amadores multiplicaram-se em São Paulo, tanto na capital como no interior. Esses trabalhos concentraram-se basicamente no vale do rio Betari e região do Espírito Santo - Caboclos (ambos no PETAR - Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira), onde se localiza a grande maioria das cavernas cadastradas em São Paulo pela Sociedade Brasileira de Espeleologia. Outras regiões do Vale do Ribeira, tais como o município de Ribeira e a Fazenda Intervalles, foram objeto apenas de trabalhos esporádicos, sem continuidade. Do mesmo modo, a porção paranaense da Província Espeleológica do Vale do Ribeira apenas recentemente começou a ser prospectada de forma sistemática.

Em 1972/73, uma equipe do Centro Excursionista Universitário esteve na Fazenda Intervalles por algumas semanas a fim de explorar suas cavernas. Esta equipe, constituída por Hélio Shimada, Miguel Gukovas, Cecília Torres, Honório de Mello Syllos Jr., Walter Schmich, entre outros, topografou e cadastrou 3 cavernas, destacando-se a gruta dos Paiva, a maior da região, com 2.880 m de desenvolvimento. Além disso, foram realizadas algumas coletas de material biológico, cujos resultados detalhados constam de DESSEN *et al.* (1980). Esses espeleólogos, embora reconhecendo o potencial da área e contando com o apoio do BANESPA, proprietário da Fazenda (TORRES, 1976), não deram continuidade aos trabalhos. Posteriormente, em 1984, Hilmo M. Pisetta e colaboradores retomaram brevemente as pesquisas na área, cadastrando outras 3 cavernas.

Em 1987, a Fazenda Intervalles, então pertencente à BANESPA (nessa época, conhecida como Fazenda Oriente), passou para a Fundação Florestal do Estado de São Paulo. Um dos principais interesses da Fundação em relação a Intervalles é garantir sua preservação, para o que vem incentivando a realização de pesquisas em diversos campos do conhecimento, além de manter um bem sucedido programa de visitação turística ("turismo ecológico"). Tal programa tem as cavernas como um dos principais chamarizes e destaca-se pela infra-estrutura e organização, inclusive no que diz respeito à proteção às cavernas, bem superiores às disponíveis no vizinho PETAR.

Nesse contexto, que reúne o interesse espeleológico intrínseco à área, muito pouco estudada, à necessidade de dados técnicos que subsidiem a exploração turística, uma equipe coordenada pelo primeiro autor (P. Gnaspini-Netto) vem estudando as cavernas da Fazenda Intervalles desde o início de 1988, visando sua exploração e topografia para cadastramento, e sua biologia.

## 2. Descrição da área

A Fazenda Intervalles tem cerca de 38.000 ha, abrangendo parte dos municípios de Capão Bonito, Guapiara, Iporanga, Eldorado e Sete Barras (Mapa I). Seu limite noroeste é o divisor de águas das bacias do Paranapanema e Ribeira, estendendo-se a leste em direção à vertente da Serra do Mar (maior eixo - WSW-ENE, de 51 km), fazendo divisa com o Parque Estadual de Carlos Botelho, e ao sul em direção ao PETAR, com o qual faz divisa a sudoeste (menor eixo - NNW-SSE, de 21 km). A altitude varia da cota de 1050 m (no divisor de águas mencionado), à de 60 m (no extremo leste da Fazenda).

Ao norte do citado divisor de águas, existe uma pequena porção da bacia do Paranapanema, representada pela microbacia do rio das Almas; ao sul, a bacia do Rio Ribeira está representada pela sub-bacia do rio dos Pilões, sendo o Rio do Carmo seu afluente mais importante.

O Alto Ribeira situa-se na transição entre os domínios Tropical Atlântico e dos Planaltos de Araucárias (senso AB'SABER, 1977). A Fazenda Intervalles abrange a região mais alta, com clima temperado úmido sem estação seca (Cfb, segundo sistema internacional de Koeppen). A temperatura média anual varia de 17 graus Celsius na porção noroeste, onde se situa a sede da Fazenda, a 19 graus Celsius na porção sudeste, mais baixa (SETZER, 1966), sendo que, nos períodos mais frios, a temperatura na primeira pode chegar próximo a zero grau. Trata-se da região com uma das coberturas vegetais mais íntegras de todo o Vale do Ribeira.

A lente calcária em que se situam as cavidades de Intervalles (mapa II) é a mesma que estende-se a sudoeste em direção a Caboclos e Betari. Esta lente corresponde à que agrupa a maioria das cavernas do Betari (incluindo Areias, Betari, Alambaris, entre outras). No entanto, ocorrem descontinuidades imediatamente a nordeste da região da gruta das Areias; a partir daí, a lente é contínua. Após passar pela região de Caboclos, a lente sofre um pequeno estreitamento e volta a se alargar; e ao ultrapassar o rio dos Pilões, ocorre uma bifurcação na lente. Uma porção direciona-se para Norte e engloba as regiões do Capinzal e da Bulha D'Água (de Intervalles) e Buenos (do PETAR); a outra direciona-se para Nordeste, e termina pouco adiante da região da sede da Fazenda Intervalles, englobando a totalidade das grutas apresentadas neste trabalho.

## 3. Estudo espeleológico na Fazenda Intervalles

A equipe contou, desde 1988, com a participação, mais ou menos constante, dos seguintes espeleólogos: Pedro Gnaspini Netto, Eleonora Trajano, Antônio Carlos Marques e Nicoletta Moracchioli (exploração, topografia e biologia), Luis Enrique Sánchez (exploração e topografia), Phillip Schwartz, Kimiko Matsumoto e Hilmo M. Pisetta (exploração), João Allievi (fotografia), além de vários biólogos e geólogos que nos acompanharam nos trabalhos espeleológicos.

Foram realizadas viagens bimestrais com duração média de 5 dias, quando foram exploradas cavernas de diversas regiões.

### 3.1. Descrição das cavernas estudadas:

No Mapa II, está anotado o limite dos afloramentos de calcário na região, podendo-se notar que somente uma pequena área na porção noroeste da Fazenda, que faz contato com o PETAR e com áreas da Camargo Corrêa e Votorantim, é calcária e, portanto, propícia à formação de cavernas. No mesmo mapa, estão indicadas as entradas das grutas tratadas.

A Fazenda pode ser dividida em algumas regiões geográficas distintas, sendo que as que incluem rochas calcárias e, portanto, de interesse para este estudo, são descritas a seguir.

- Região da Sede: um dos pontos de maior altitude da Fazenda. Inclui o divisor de águas e áreas da bacia do Rio Paranapanema e do Rio Ribeira. É a área mais utilizada para culturas e habitação.

- Região da Pedra de Fogo: também localizada sobre o divisor de águas, caracteriza-se pela ocorrência de cavidades de pequenas dimensões, em geral secas ou percorridas parcialmente por rio. Engloba cavernas das bacias do ribeirão Água Comprida e do rio da Bocaina (representada pelo ribeirão do Lajeado - afluente do Bocaina a jusante da Gruta dos Paiva).

- Região da Bocaina: trata-se da região de maior importância espeleológica até o momento, a pequena distância e fácil acesso da sede. É uma região de topografia acidentada, onde as zonas deprimidas correspondem às litologias carbonáticas, as cristas sendo sustentadas por quartzitos e filitos. Engloba grande parte das cavernas conhecidas da bacia do rio da Bocaina.

- Região da Capoava: Localizada ao Sul da anterior, engloba áreas da bacia do rio Capoava (afluente do rio do Carmo).

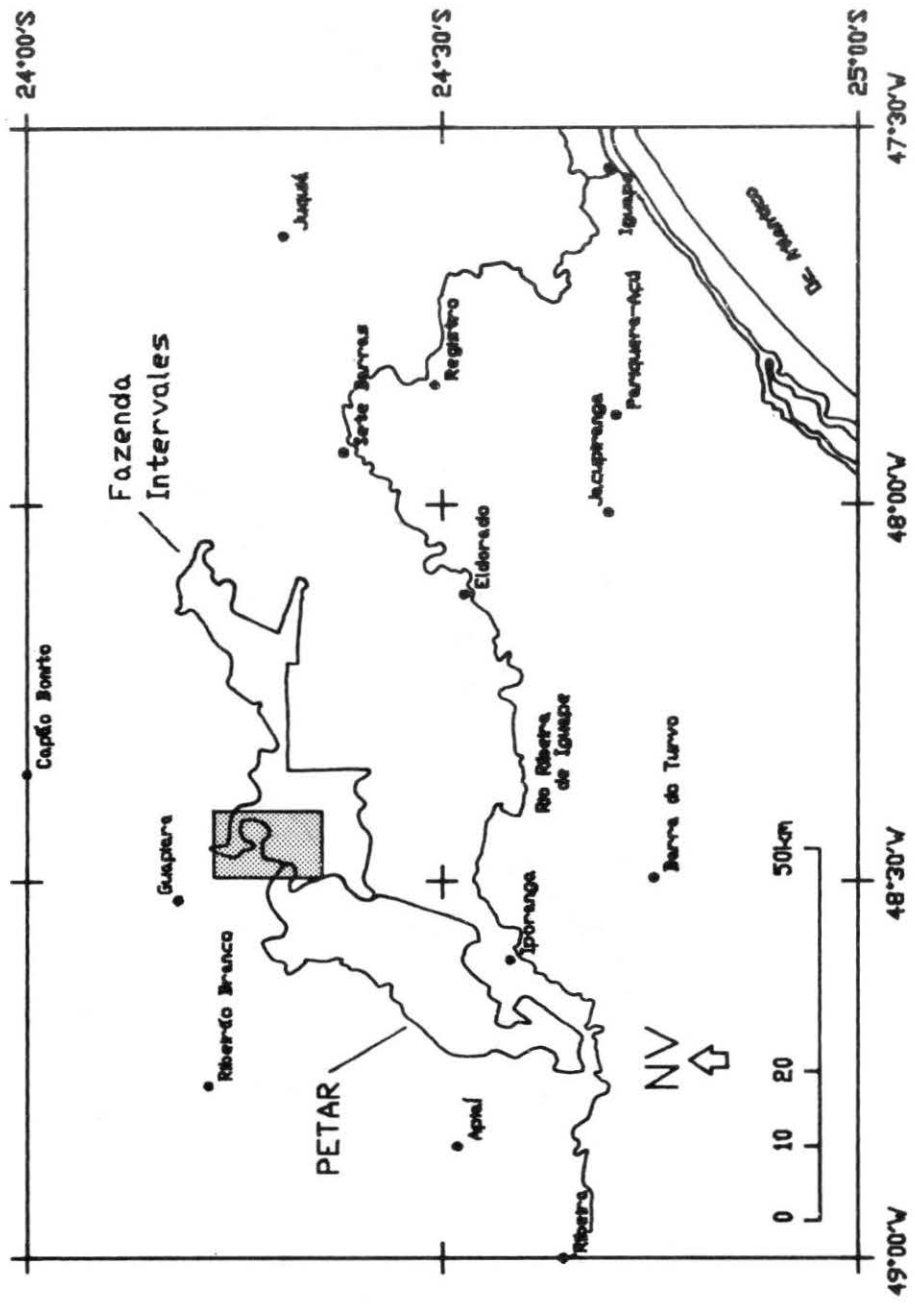
- Região da Figueira: área de grande potencial espeleológico, que vem sendo explorada com maior detalhe no momento. Faz parte da bacia do rio da Figueira (afluente do rio do Carmo), e engloba duas sub-bacias da margem esquerda: do rio do Moquem e do rio da Moenda. Localiza-se ao Sul da região anterior.

- Região da Bulha d'Água: fazendo divisa com o PETAR - Região de Buenos, representa um dos maiores potenciais espeleológicos da Fazenda Intervalas. Ainda pouco explorada, foi por nós visitada em uma única ocasião, sendo conhecida de explorações anteriores feitas pelo CAMIN. Fazem parte desta região as grutas dos BUENOS II (SP-069), FURO 30 (SP-123), CAPINZAL (SP-208), cadastradas pelo CAMIN, além de várias cavidades pequenas, em geral com entradas em desniveis de 5 a 10m, não cadastradas. Devido à carência de informações, as grutas desta região não serão tratadas neste trabalho.

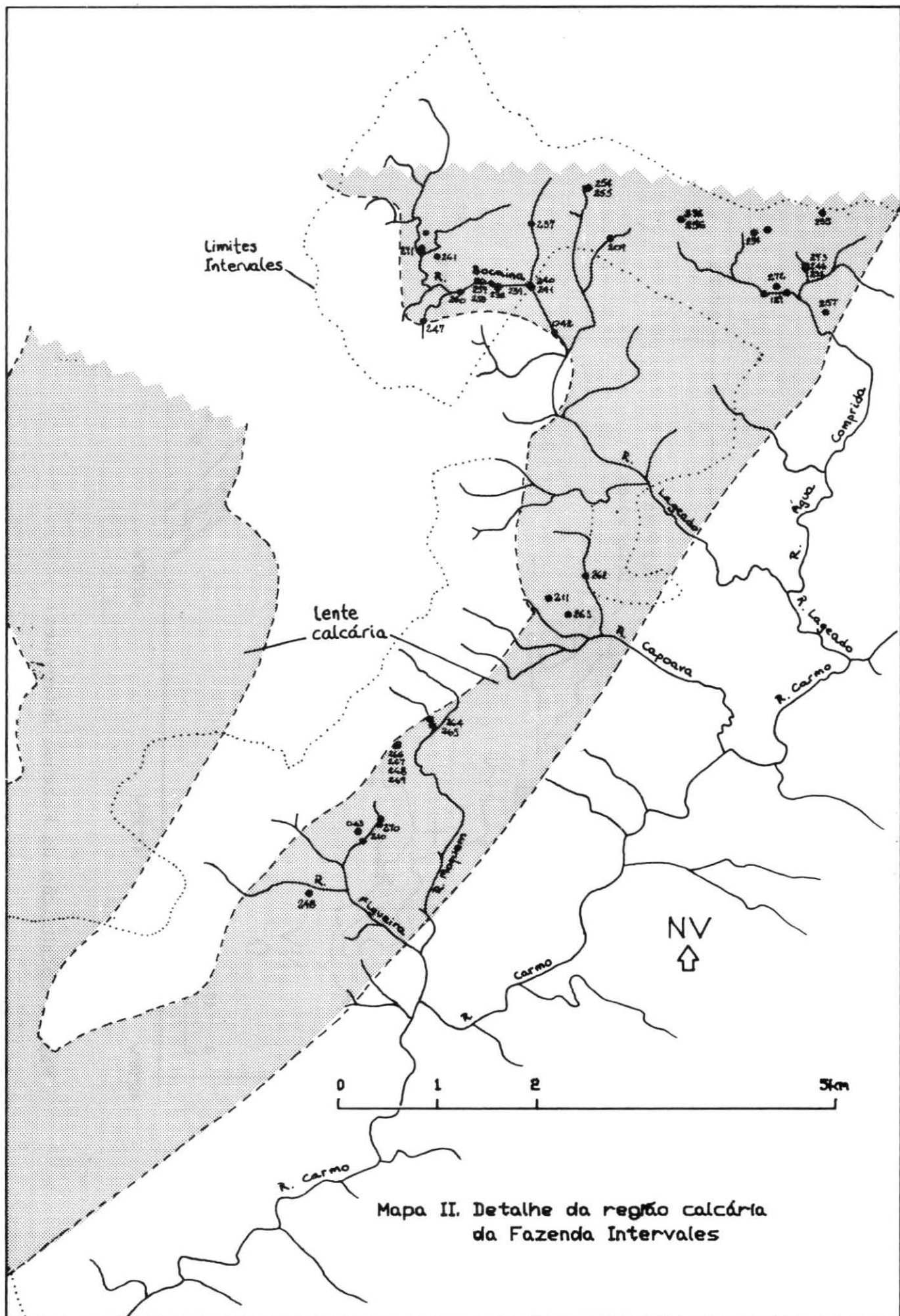
A seguir, para cada bacia hidrográfica, é dada a lista das cavernas estudadas, com o código no Cadastro Nacional de Cavidades Naturais, da Sociedade Brasileira de Espeleologia, a altitude da entrada cadastrada, as localizações em coordenadas geográficas e UTM, e uma breve descrição das mesmas. São apresentados também os autores, datas e graus (segundo UTM) das topografias; todos os croquis foram efetuados por P.Gnaspini. Os desenvolvimentos apresentados foram calculados pela projeção em planta. As coordenadas geográficas foram calculadas em mapas 1:10000 do levantamento topográfico publicado em 1956, realizado pela PROSPEC e DAEE/SP; e foram efetuadas a partir da topografia das trilhas que levam às cavidades conhecidas. Alguns erros podem ocorrer e devem ser corrigidos com a análise de fotos aéreas do local. Em cada caverna, também está indicado o código da folha do mapeamento 1:10000 citado acima.

No final do texto, são apresentados os mapas e croquis das cavidades cadastradas. A entrada cujas coordenadas geográficas foram utilizadas no cadastro está marcada com um "\*".





Mapa I. Localização da Fazenda Intervales



Mapa II. Detalhe da região calcária da Fazenda Intervalles

### 3.1.1. Bacia do rio das Almas:

Com apenas uma cavidade cadastrada até o momento, localiza-se na face Norte da Serra de Paranapiacaba, no Município de Capão Bonito, e é a única bacia na vertente do Paranapanema.

- Toca dos MENINOS (SP-235 - 870m - fl. 0-16)  
o o  
(24 15'47"S 48 24'58"W - UTM: 2 315 445 S, 457 752 W):

Gruta de pequeno desenvolvimento (30 m topografados), aproximadamente linear, com duas entradas de pequenas dimensões - uma entrada horizontal em uma extremidade e uma clarabóia na outra. Mapa anexo (topo 3B - L.E.Sánchez, P.Gnaspini & A.C.Marques, Fev/90).

### 3.1.2. Bacia do ribeirão Agua Comprida:

As cavernas desta bacia, incluindo grutas e abismos, secos ou percorridos por rios, têm dimensões pequenas (dezenas de metros) a médias (algumas centenas) e morfologia variável. A figura 1b mostra o provável esquema da drenagem.

- Abismo da CHUVA (SP-234 - 880m - fl. 0-16)  
o o  
(24 15'54"S 48 25'20"W - UTM: 2 315 248 S, 457 111 W):

Com desenvolvimento aproximado de 50m e desnível de 30m, é composto basicamente por um conduto de rio com pequenas dimensões (em geral com altura menor que 1.5 m e largura menor que 1 m), interrompido por duas cachoeiras de 7m de desnível cada, e sifonado na porção distal inferior. Esta cavidade está encaixada em calcário muito lixiviado e frágil, com grande quantidade de argila. Na região distal ocorre um grande acúmulo de sedimentos finos, no qual existem grandes populações de diplópodes troglomórficos. Sua ressurgência ainda não é conhecida.

- Gruta do FOGO (SP-236 - 945m - fl. 0-16)  
o o  
(24 15'49"S 48 25'49"W - UTM: 2 315 393 S, 456 328 W):

Formada no contacto calcário/filito, tem desenvolvimento de 126 m e desnível de 15 m. O rio só aparece no interior da caverna em sua porção distal, penetrando na parede abaixo de um grande desmoronamento. Ressurgência desconhecida, aparentemente em um charco. Ocorrência de grande quantidade de cristais de gesso. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini & E.Trajanó, Mar/89).

- Toca do FOGO (SP-256 - 950m - fl. 0-16)  
o o  
(24 15'49"S 48 25'48"W - UTM: 2 315 393 S, 456 338 W):

Localizada acima da anterior, trata-se de uma pequena gruta (22m de desenvolvimento) com condutos bastante estreitos. Na porção distal existem dois salões - um bastante ornamentado e outro onde ocorre grande quantidade de bolhas de calcita. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini & E.Trajanó, Mar/89).

- Gruta COLORIDA (SP-129 - 825m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'13"S 48 25'09"W - UTM: 2 314 670 S, 457 424 W):

Uma das maiores grutas da Fazenda e de fácil acesso, é constituída basicamente da galeria do rio, com três entradas (o sumidouro, a ressurgência, um acesso superior à ressurgência, utilizado normalmente

para entrada) e um conjunto de várias galerias superiores interligadas. A montante, após cerca de 15m de fácil caminhamento, chega-se a um trecho mais complexo, constituído por galerias interligadas e muitos blocos abatidos; a partir aproximadamente da metade da caverna, a quantidade de blocos abatidos diminui bastante e o caminhamento é novamente facilitado. Devido ao tamanho e à ocorrência de diferentes tipos de habitats, a fauna é bastante diversificada. A gruta foi inicialmente explorada e cadastrada por Shimada e col., e, posteriormente, por Pisetta e col.. Nesta última exploração, foi feita uma topografia parcial (de 321m), sendo que o desenvolvimento estimado é superior aos 600m. Está localizada a jusante das anteriores.

Obs.: Esta gruta foi erroneamente recadastrada por Pisetta e colaboradores, em 1984, sob número SP-212 (que consta de GNASPINI- NETTO, 1989). Este último número foi anulado em 1989, mantendo-se o mais antigo.

- Abismo da COLORIDA (SP-272 - 880m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'14"S 48 25'13"W - UTM: 2 314 655 S, 457 322 W):

Localizado no mesmo morro da gruta anterior, acima da mesma, e, possivelmente, ligando-se a ela. Trata-se do maior desnível encontrado até o momento na Fazenda (aproximadamente 45m). No fundo estendem-se várias galerias muito ornamentadas e alguns salões com grandes blocos abatidos, desenvolvidos no contato filito/calcário. Desenvolvimento aproximado de 80m.

- Toca do GRAXAIM (865m - fl. O-16)  
o o  
(24 15'53"S 48 25'15"W - UTM: 2 315 276 S, 457 245 W):

Cavidade não cadastrada devido ao pequeno tamanho (10m de desenvolvimento x 6m de desnível). Localizada no mesmo morro da SP-234, 100m a montante de um olho d'água, com o qual possivelmente se comunica, e que é a nascente do rio que percorre o Toca do Tatu.

- Gruta do FÓSSIL DESCONHECIDO (SP-246 - 820m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'04"S 48 25'03"W - UTM: 2 314 940 S, 457 614 W):

Gruta de pequeno desenvolvimento (67m) e desnível de 7m. Constituída basicamente por um conduto com um pequeno lago na entrada e poças na região distal, cortado por um conduto seco. Este faz contato com o exterior na extremidade anterior através de passagem superior estreita, e abre-se em um pequeno salão, na extremidade posterior, onde foram encontrados ossos de mega-mamífero fóssil soldados às concreções. Está localizada ao lado do rio que penetra na gruta seguinte - provavelmente o lago citado seja alimentado pelas enchentes do rio. Mapa anexo (topo 4B - L.E.Sánchez & N.Moracchioli, Out/89).

- Toca do TATU (SP-233 - 815m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'05"S 48 25'03"W - UTM: 2 314 904 S, 457 612 W):

Cavidade de pequeno desenvolvimento (32m topografados), localizada no mesmo morro da gruta Colorida e percorrida por um afluente do rio que a percorre. Constituída basicamente pela galeria do rio e uma galeria seca afluente, na altura da entrada principal. Com algumas aberturas para o exterior, não chega a formar um ambiente totalmente afótico. Sendo superficial, é penetrada por raízes e apresenta uma fauna relativamente rica. Mapa anexo (topo 3B - E.Trajano & N.Moracchioli, Abr/89).

- Toca DETRÁS (SP-273 - 845m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'04"S 48 25'00"W - UTM: 2 314 960 S, 457 677 W):

Cavidade seca de pequeno desenvolvimento (25m topografados) e desnível (5m), localizada atrás da SP-246, no mesmo morro. Constituída basicamente por uma galeria com muitas cortinas (que chegam a bloquear

o caminho em alguns pontos), e uma clarabóia na região mediana. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini & Jaime A. Bertolucci, Out/90).

- Abismo da PEDREIRA (SP-257 - 840m - fl. P-16)

Jaime A.           o           o  
Bertolucci, Out/90).

- Abismo da PEDREIRA (SP-257 - 840m - fl. P-16)

o           o  
(24 16'19"S 48 24'56"W - UTM: 2 314 465 S, 457 805 W):

Localizado em uma pedreira abandonada, próximo à cachoeira do Mirante, na mesma bacia das grutas anteriores, porém no vale de outro afluente. Abismo seco, em forma de diáclase alargada, com desnível de 18m (+6,-12), no fundo do qual a capa apresenta-se bastante ornamentada, com flores de aragonita. A entrada atual foi aberta pelo avanço da lavra da pedreira, hoje paralisada. Mapa anexo (topo 4B - A.C.Marques & Richard D. Lepine, Jul/90).

### 3.1.3. Bacia do rio Bocaina:

Uma estrada acompanha aproximadamente o trajeto do rio da Bocaina, principal afluente do Alto Lajeado. Durante este trajeto, podemos observar vários paredões calcários aflorando, no interior dos quais desenvolvem-se diversas cavernas, de dimensões e morfologias variáveis, algumas secas, outras percorridas por rio. A figura 1a mostra o provável esquema da drenagem.

- Gruta do BAMBU (885m - fl. O-15)

o           o  
(24 16'00"S 48 27'25"W - UTM: 2 315 065 S, 453 584 W):

Até o momento é a cavidade mais a montante no rio da Bocaina. Gruta desmoronada, com o rio, inacessível em alguns pontos, passando no fundo. Aproximadamente com 30m de desenvolvimento e 8m de desnível. Explorada rápida e superficialmente até o momento.

- Gruta da BARRA BONITA (SP-271 - 855m - fl. P-15)

o           o  
(24 16'03"S 48 27'24"W - UTM: 2 314 960 S, 453 640 W):

Localizada a jusante da anterior, basicamente uma galeria percorrida por um pequeno afluente do rio da Bocaina. Com larguras e alturas variáveis, tem 135m de desenvolvimento e 14m de desnível. Na porção distal, abre-se um salão com grande altura e duas saídas - uma a 2m do nível do piso, acessível, e outra a 10m, somente acessível pelo meio externo. Mapa anexo (topo 4B - L.E.Sánchez & P.Gnaspini, Out/90).

- Gruta da CABEÇA DE PACA (SP-261 - 885m - fl. O-15)

o           o  
(24 16'01"S 48 27'15"W - UTM: 2 315 030 S, 453 877 W):

Pertencente à drenagem do rio da Bocaina, trata-se de uma gruta seca, com dois níveis principais conectados em alguns pontos, formando um conduto com fundo cego. Parcialmente preenchida por sedimentos, que impedem a progressão. Desenvolvimento de 84m e desnível de 13m. Mapa anexo (topo 4B - M.Philadelphí & A.Barbieri, Nov/90)

- Gruta do MINOTAURO (SP-247 - 890m - fl. P-15)

o           o  
(24 16'22"S 48 27'22"W - UTM: 2 314 390 S, 453 675 W):

Com 400m topografados e desnível de 25m, é constituída basicamente pelas galerias de dois rios que se unem no meio da gruta, e por vários condutos superiores intrincados e interligados. Além dos dois sumidouros e da ressurgência, de pequenas dimensões, existe uma grande abertura superior intermediária, de mais fácil penetração. Em vários pontos, ainda existem testemunhos do preenchimento por conglomerados, os quais ainda podem ser vistos em várias cavernas da região. Parece ser frequentemente visitada por mamíferos terrestres (guaxicas, pacas), além de apresentar uma fauna diversificada, o que a torna de especial interesse bioespeleológico. Mapa anexo (topo 4B - L.E.Sánchez, N.Moracchioli, P.Gnaspini, E.Trajano & A.C.Marques, Out/89 e Fev,Mai/90).

- Gruta do FLOIDO (SP-260 - 860m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'12"S 48 27'08"W - UTM: 2 314 683 S, 454 062 W):

Sumidouro do rio da Bocaina a jusante da SP-247 e da SP-261. Trecho até o momento explorado e topografado com 26m de desenvolvimento. A progressão foi interrompida pela presença de teto muito baixo. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini, N.Moracchioli & R.Lepine, Jul/90).

- Gruta do ARCO DE PEDRA (SP-259 - 865m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'09"S 48 27'03"W - UTM: 2 314 210 S, 454 236 W):

Localizada entre a gruta do Floido e a gruta do Queijo Suíço, trata-se do testemunho de uma gruta desabada, cujo grande salão conectava-se ao exterior por uma passagem superior. Após o desabamento, permaneceu um trecho do salão e a abertura superior, formando um arco de pedra. Por uma passagem estreita, chega-se a um pequeno abismo em fenda, no fundo do qual pode-se ver, através de blocos abatidos intransponíveis até o momento, algumas galerias. Desenvolvimento de 43m e desnível de 21m. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini, N.Moracchioli & R.Lepine, Jul/90).

- Buraco do BETO (835m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'10"S 48 26'57"W - UTM: 2 314 771 S, 454 375 W):

Após sumir na gruta do Floido, o rio da Bocaina ressurgue em dois pontos próximos. Um deles é esta ressurgência alagada, que ainda não pôde ser penetrada, devido à grande profundidade do rio e pequeno espaço entre o teto e o nível da água. Não cadastrada devido às pequenas dimensões (7m de desenvolvimento e 6m de desnível).

- Gruta do QUEIJO SUIÇO (SP-258 - 840m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'09"S 48 27'01"W - UTM: 2 314 786 S, 454 285 W):

Esta é a outra ressurgência, constituída por vários salões interligados, de contorno labiríntico, devido ao grande número de blocos abatidos. Dois contatos superiores com o exterior, que se abrem em dois salões conectados por pequena abertura entre blocos abatidos. Com desenvolvimento de 60m e desnível de 6m aproximados, é parcialmente percorrida pelo rio da Bocaina.

- Gruta do FENDA O (SP-239 - 825m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'11"S 48 26'55"W - UTM: 2 314 731 S, 454 440 W):

Ao sair das duas grutas anteriores, o rio se junta e penetra nesta. Trata-se de uma das maiores grutas da Fazenda, com 574m topografados, dos quais aproximadamente 400m correspondem à galeria do rio. Tem vários contatos com o exterior: sumidouro e ressurgência em teto baixo; uma grande abertura próxima à ressurgência, facilmente penetrável; uma abertura superior dando em galeria seca, com grande quantidade de pérolas de diversos tamanhos (desde maiores de 1cm até menores de 1mm de diâmetro) que se comunica com o

rio através de abismo; e seis aberturas superiores (abismos). Embora sem muitos espeleotemas, é uma das grutas mais belas da região, devido a sua morfologia - a galeria do rio segue o acamamento, cujo plano tem inclinação aproximada entre 45 e 60 graus. Na topografia apresentada (mapa anexo) faltam as galerias superiores e abismos (topo 4B - P.Gnaspini, E.Trajano, A.C.Marques, N.Moracchioli & P.Schwartz, Mar/89).

- Gruta da MÃOZINHA (SP-238 - 835m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'10"S 48 26'55"W - UTM: 2 314 748 S, 454 446 W):

Localizada acima do sumidouro da anterior, trata-se de um conduto de 54m. Em um salão intermediário, existe uma pequena abertura superior, e, no pequeno salão distal, existem várias flores de calcita e aragonita. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini, E.Trajano, A.C.Marques, N.Moracchioli, Abr/89).

- Toca da BOQUINHA (SP-240 - 810m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'10"S 48 26'44"W - UTM: 2 314 744 S, 454 745 W):

Pequena cavidade (desenvolvimento aproximado de 16m) percorrida pelo rio, a jusante da anterior, sendo a ressurgência um teto baixo e o sumidouro facilmente penetrável. Croquis anexo.

- Gruta JANE MANSFIELD (SP-237 - 880m - fl. O-15)  
o o  
(24 15'50"S 48 26'42"W - UTM: 2 315 370 S, 454 822 W):

Percorrida por um afluente do rio da Bocaina, com afluência a jusante da anterior. Trata-se de uma das grutas mais ornamentadas e de maior beleza da fazenda. Basicamente constituída pela galeria do rio, que ora acompanha o plano de acamamento, ora as fraturas transversais, e por várias alças superiores. Com desenvolvimento parcial de 324m - a topografia efetuada é incompleta (mapa anexo), pois interrompeu-se em um sifão. Este sifão é, na realidade, uma galeria de teto muito baixo que sifona na época da cheia, e foi ultrapassado na seca - a gruta fica aumentada em um trecho de aproximadamente 50m, até o sumidouro, de fácil penetração. (Topo 4B - P.Gnaspini, E.Trajano, A.C.Marques & N.Moracchioli, Mar/89).

- Gruta do BOCÃO (SP-241 - 810m - fl. P-15)  
o o  
(24 16'11"S 48 26'43"W - UTM: 2 314 744 S, 454 781 W):

Sumidouro do rio da Bocaina, a jusante das duas anteriores, já em terreno de propriedade da Camargo Corrêa, é uma gruta de grande entrada (10 x 7m) que afunila muito rapidamente. Após 54m, o rio penetra na rocha em uma passagem muito estreita e baixa. Mapa anexo (topo 3B - A.C.Marques & R.Lepine, Jul/90).

Obs.: Quando desenhadas no mapa 1:10000, verifica-se superposição entre a gruta do Bocão e a extremidade da dos Paiva, sugerindo tratar-se a primeira do sumidouro, aparentemente não ultrapassável, da segunda.

- Gruta dos PAIVA (SP-042 - 780m - fl. P-16)  
o o  
(24 16'24"S 48 26'32"W - UTM: 2 314 332 S, 455 099 W):

A maior gruta da região e uma das maiores do Estado, com 2880m topografados por Shimada e col., em 1972. Com uma entrada principal, superior à galeria do rio, e duas outras entradas de acesso mais difícil: uma clarabóia localizada em um salão do nível superior, e a ressurgência. Composta pela galeria do rio (de aproximadamente 1km) e um intrincado conjunto de galerias superiores. A porção intermediária da galeria do rio apresenta uma série de grandes travertinos. Também de grande importância biospeleológica, por ser uma das poucas que apresenta grandes bancos de sedimentos onde podem se estabelecer diversos organismos, incluindo populações troglóbias.



- Gruta da SANTA (SP-209 - 865m - fl. O-16)

o                    o

(24 15'56"S 48 26'13"W - UTM: 2 315 205, 455 622 W):

Pertencente à drenagem do rio Lageadinho, trata-se de uma pequena gruta (49m topografados) seca, constituída por um conduto único, em fundo cego. Teve sua entrada modificada, ao se colocar uma imagem de N.S. Lourdes e se construir uma ponte sobre o sumidouro do rio que penetra sob a gruta, em uma pequena toca (aproximadamente 6m de desenvolvimento x 0.7m de altura). Vem sendo muito utilizada para turismo há vários anos, apresentando-se bastante depredada. Foi topografada e cadastrada por Pisetta e col. em 1984.

- Gruta d'OMORCEGOVAIOMORCEGOVEM (SP-254 - 905m - fl. O-16)

o                    o

(24 15'39"S 48 26'20"W - UTM: 2 315 726 S, 455 419 W):

Localiza-se no morro situado na bifurcação entre a estrada principal e a que vai para a Camargo Corrêa. Gruta labiríntica, com galerias de pequenas dimensões (aproximadamente 1m de largura x 1m de altura), com desenvolvimento de 65m. Constituída por quatro galerias paralelas (uma abre-se para o exterior) interconectadas por outras duas galerias paralelas, perpendiculares às anteriores. No ponto distal, existe um salão transversal desmoronado, com altura de 4m. A gruta desenvolve-se em rocha dobrada, composta por pelo menos quatro camadas de calcário e quatro de filito justapostas, sendo que cada camada tem por volta de 15cm de espessura. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini & R.Lepine, Jul/90).

- Toca KIFEXO (SP-255 - 885m - fl. O-16)

o                    o

(24 15'39"S 48 26'21"W - UTM: 2 315 720 S, 455 390 W):

Localizada no mesmo morro da anterior, aproximadamente 15m abaixo. Cavidade seca, de pequenas dimensões (desenvolvimento de 19m), constituída por duas galerias paralelas ligadas por uma pequena passagem lateral, obstruída por concreção, parcialmente removida durante a exploração. Mapa anexo (topo 3B - P.Gnaspini & R.Lepine, Jul/90).

#### 3.1.4. Bacia do rio Capoava:

Ocorrência de vários afloramentos calcários em que se abrem cavernas de médias dimensões, secas e bastante ornamentadas.

- Gruta do ZÉ MANECO (SP-211 - 735m - fl. P-15)

o                    o

(24 17'54"S 48 26'36"W - UTM: 2 311 560 S, 454 490 W):

Desenvolvimento de 129m topografados por Pisetta e col. em 1984. Gruta seca, com a forma aproximada de um "H", com duas aberturas ao exterior representadas pelas extremidades inferiores desse "H". O chão é praticamente todo coberto por travertinos secos, de tamanho variável. Gruta praticamente horizontal, de caminhamento muito fácil, porém situada relativamente longe da sede - faz parte de um roteiro turístico que inclui caminhada de vários quilômetros.

- Gruta do IMBU (SP-262 - 770m - fl. P-16)

o                    o

(24 17'47"S 48 26'23"W - UTM: 2 311 784 S, 455 366 W):

Localizada ao lado do córrego da Limeira, próximo à divisa com a Camargo Corrêa. Trata-se de gruta seca, com 40m e desnível de 6m, com condutos de pequena altura (aproximadamente 0.7m), e uma abertura para o exterior. Mapa anexo (topo-3B - A.Barbieri & N.Moracchioli, Nov/90).

- Gruta do JAIR (SP-263 - 670m - fl. P-16)

o o  
(24 18'00"S 48 26'29"W - UTM: 2 311 388 S, 455 198 W):

Localizada próximo à gruta do Zé Maneco. Trata-se de uma galeria seca, de fundo cego, ligada ao exterior por uma abertura com desnível de aproximadamente 2m. Com desenvolvimento de 44m e desnível de 4m, é uma das cavernas mais ornamentadas da Fazenda, com o salão distal praticamente todo recoberto por espeleotemas. Neste salão, existe uma colônia de cupins estabelecida - fato curioso e raro na Província Espeleológica do Vale do Ribeira. Mapa anexo (topo 4B - L.E.Sánchez & P.Gnaspini, Out/90).

### 3.1.5. Bacia do rio da Figueira:

Apresenta vários afloramentos calcários, com cavernas de dimensões médias a grandes e morfologia variável.

As grutas seguintes pertencem à drenagem do rio do Moquem.

- Gruta do MOQUEM I (SP-264 - 725m - fl. P-15)

o o  
(24 18'35"S 48 27'20"W - UTM: 2 310 304 S, 453 752 W):

Constituída por uma galeria de pequena altura (aproximadamente 1m), com fundo cego, percorrida pelo rio do Moquem. Com uma abertura (ressurgência) de fácil penetração, apresenta desenvolvimento aproximado de 20m. Croquis anexo.

- Gruta do MOQUEM II (SP-265 - 725m - fl. P-15)

o o  
(24 18'36"S 48 27'20"W - UTM: 2 310 289 S, 453 760 W):

Localizada a jusante da anterior, com sumidouro distando aproximadamente 10m da ressurgência da mesma. Constituída por uma galeria principal, percorrida pelo rio, e várias galerias afluentes (tanto secas, quanto percorridas por riachos), em geral com altura inferior a 1m. Gruta muito próxima à face externa do maciço calcário, tendo, portanto, várias aberturas laterais. Devido à existência de vários ambientes, a fauna é bastante diversificada. Desenvolvimento aproximado de 120m. Croquis anexo.

- Toca da BORRACHA I (SP-266 - 755m - fl. P-15)

o o  
(24 18'44"S 48 27'32"W - UTM: 2 310 020 S, 453 413 W)

- Toca da BORRACHA II (SP-267 - 755m - fl. P-15)

o o  
(24 18'43"S 48 27'31"W - UTM: 2 310 035 S, 453 428 W)

- Toca da BORRACHA III (SP-268 - 755m - fl. P-15)

o o  
(24 18'43"S 48 27'31"W - UTM: 2 310 045 S, 453 440 W)

- Toca da BORRACHA IV (SP-269 - 755m - fl. P-15)

o o  
(24 18'42"S 48 27'30"W - UTM: 2 310 065 S, 453 471 W)

Tocas que acompanham o paredão calcário, sendo que o rio penetra na terceira toca e ressurge na quarta (única percorrida por rio). Aparentemente as tocas localizam-se na face Sul do mesmo maciço calcário das grutas do Moquem (que se localizam na face Leste). Desenvolvimentos aproximados de 17, 20, 10 e 10m, respectivamente. Croquis anexo.

As quatro grutas que seguem pertencem à drenagem do rio da Moenda (ver esquema de drenagem na fig. 1c).

- Gruta da AEGLA (SP-210 - 605m - fl. Q-15)  
o o  
(24 19'09"S 48 27'37"W - UTM: 2 309 266 S, 453 259 W):

Trata-se da galeria de um rio bastante encachoeirado que atravessa o morro. O sumidouro é uma cachoeira de 17m de desnível e o rio penetra em um teto muito baixo poucos metros adiante. No trecho que segue, existe grande quantidade de seixos mal-selecionados, e um pequeno conduto em que o fundo é formado por "facas" resultantes da união de painéis formadas na rocha-mãe. No trecho próximo à ressurgência, existem grandes "painéis" em teto baixo. Desenvolvimento de 385m e desnível de 38m. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini, A.C.Marques, L.E.Sánchez & M.Philadelphí, Jul, Out, Nov/90).

- Abismo BURACO DA TRILHA (SP-270 - 615m - fl. Q-15)  
o o  
(24 19'10"S 48 27'37"W - UTM: 2 309 210 S, 453 255 W):

Abismo bastante estreito, com desnível de 12m, no fundo do qual aparentemente abrem-se galerias. Explorado e topografado parcialmente. Sua direção é perpendicular à da gruta anterior, e seu sentido em direção àquela. Mapa anexo (topo 4B - P.Gnaspini & A.C.Marques, Jul/90).

- Gruta de FIGUEIRA (SP-043 - 625m - fl. Q-15)  
o o  
(24 19'13"S 48 27'45"W - UTM: 2 309 135 S, 453 033 W):

Gruta na forma de saco em fundo cego, com 156m topografados por Shimada e col., em 1973. Basicamente um único conduto com alargamentos e estreitamentos ao longo do percurso. Destaca-se pela grande população de morcegos hematófagos.

- Caverna do TUFO (SP-248 - 515m - fl. Q-15)  
o o  
(24 19'35"S 48 28'02"W - UTM: 2 308 470 S, 452 550 W):

Localizada na margem direita do rio da Figueira, próximo a ele. É basicamente um grande salão inclinado e desmoronado, cuja penetração se faz através de entrada superior desmoronada. Desenvolvimento de 22m, largura de 20m e desnível de 23m. Mapa anexo (topo 3B - P.Gnaspini, E.Trajano & A.C.Marques, Abr/89).

### 3.2. Aspectos geológicos:

Como pode ser observado a partir dos dados acima expostos, a área calcária da Fazenda Intervalas apresenta uma grande concentração de cavernas. Pode-se até generalizar que cada microbacia, e em alguns casos cada riacho, tenha pelo menos uma cavidade associada. Um bom exemplo é o rio da Bocaina, cuja drenagem engloba pelo menos catorze cavidades, incluindo a gruta dos Paiva (uma das maiores do Estado). Tais cavernas caracterizam-se pelo desenvolvimento em geral relativamente pequeno, de dezenas a algumas centenas de metros, e dimensões modestas, com alturas e larguras médias raramente ultrapassando os 5 m. Os desníveis são variáveis, encontrando-se desde grutas quase horizontais a abismos com desníveis de algumas dezenas de metros.

Uma possível explicação para esse tamanho modesto, quando comparado com o que se observa nas cotas mais baixas do Alto Ribeira (Betari e Caboclos), residiria nos volumes d'água relativamente pequenos percorrendo as cavernas de Intervalles (rios de cabeceira). Este fator levaria não só a uma espeleogênese (abertura de condutos freáticos com ampliação vadosa) menos intensa que naquelas áreas menos altas e com rios mais volumosos, resultando em cavidades modestas, como também a um processo mais lento de desentulhamento por erosão dos sedimentos clásticos que preencheram tais cavidades no passado.

Segundo KARMANN & DIAS NETO (1990), há evidências de que as cavernas do Vale do Betari sofreram pelo menos duas fases superpostas de erosão e sedimentação. Em uma primeira fase houve a abertura de condutos freáticos com posterior ampliação vadosa, seguindo-se o preenchimento por sedimentos fluviais, o qual teria atingido a cota 230; finalmente, com o entalhamento desses depósitos sedimentares pelos rios, chegou-se à situação presente. É interessante notar que as cavernas da região de Intervalles, situadas em cotas bem superiores (500 a 900 m de altitude), contêm igualmente testemunhos dessa fase de preenchimento, na forma de sedimentos conglomeráticos por vezes calcificados, que são frequentemente observados em diversos pontos das galerias, inclusive junto ao teto. Esses depósitos foram claramente escavados pela água, cuja ação, no entanto, parece ter sido pouco intensa. Em algumas cavernas, a progressão é impedida pelos depósitos que as preenchem totalmente.

Em algumas cavernas de Intervalles, como a gruta do Jair (SP-263), há evidências da ocorrência de várias fases espeleogenéticas:

1. Abertura freática com ampliação vadosa de condutos;
2. Preenchimento por sedimentos mal selecionados, sugerindo transporte e deposição por chuvas torrenciais;
3. Entalhamento parcial dos depósitos sedimentares, possivelmente por fluxos d'água contínuos;
4. Formação de depósitos químicos, como placas estalagmíticas recobrimo o sedimento detritico; esta fase pode ter sido parcialmente simultânea à anterior;
5. Fase atual. No caso da gruta do Jair, esta encontra-se totalmente seca.

### 3.3. Biologia:

As cavernas de toda a Província Espeleológica do Vale do Ribeira apresentam grande similaridade faunística entre si, sendo suas comunidades compostas basicamente por representantes dos mesmos gêneros e, em casos em que se conhecem as espécies, também as mesmas espécies (TRAJANO, 1987; PINTO-DA-ROCHA, 1989; TRAJANO & GNASPINI-NETTO, 1990). Estes grupos animais manteriam os mesmos tipos de interações ecológicas por todo esse território, o que possibilitou elaborarmos uma hipótese de cadeia alimentar para as cavernas dessa Província (TRAJANO & GNASPINI-NETTO, 1991). Porém, há algumas particularidades regionais que seriam devidas, pelo menos em parte, a condições geológicas, climáticas e ecológicas específicas a determinadas regiões dentro do Alto Ribeira. A própria distribuição em mosaico das espécies epígeas, característica comumente observada em regiões bem estudadas nas matas Atlântica e Amazônica, explicaria muitas dessas particularidades. Infelizmente, este fator é de difícil análise no Alto Ribeira onde pouco se conhece sobre a distribuição epígea das espécies (por incrível que pareça, para muitos dos grandes grupos encontrados nessa área conhece-se melhor a fauna cavernícola que a epígea).

Conforme mencionado no tópico anterior, as cavernas de Intervalles caracterizam-se pelo desenvolvimento geralmente pequeno, o que estaria relacionado aos pequenos volumes d'água das drenagens, tipicamente de cabeceira, associado ao clima relativamente frio. No meio cavernícola predominam os substratos rochosos, sendo raros os grandes bancos de sedimentos silítico-arenosos com acúmulos consideráveis de detritos orgânicos ripários (na margem de rios), tal como frequentemente observado em cavernas do vale do Betari e de Caboclos. Assim, as comunidades cavernícolas da região de Intervalles são compostas basicamente por grupos com preferência por substrato rochoso ou sem preferência por qualquer tipo de substrato, ao lado dos guanófilos, tão comuns aqui como nas outras partes do Alto Ribeira.

Entre os macroinvertebrados terrestres, são característicos as aranhas Ctenus fasciatus (Ctenidae), errantes, e os hemípteros Zelurus travassosi (Reduviidae), que predariam grilos Eidmanacris

(Phalangopsidae) e opiliões Gonyleptidae (Daguerreia inermis, por toda a caverna e Goniosoma spelaeum, geralmente próximos às entradas) e Phalangodidae (Pararezendesius luridus).

Aranhas Plato sp. capturam, em suas teias suspensas, pequenos insetos em voo, tais como dípteros (e.g. Chironomidae, Psychodidae, Tipuliformes) e tricópteros (e.g. Philopotamidae, Hydropsychidae Smicridea), cujas larvas são relativamente comuns nos rios subterrâneos, além de insetos com larvas guanófilas (lepidópteros Tineidae, dípteros como os Phoridae). De hábito similar a essas aranhas, sobretudo nas zonas mais próximas às entradas, são observadas larvas de dípteros Keroplatidae construindo suas teias na forma de fios pendentes do teto.

Mesoinvertebrados terrestres são mais comuns junto a acúmulos de matéria orgânica, onde são observados detritívoros como colêmbolos Paronellidae, ácaros de várias famílias, isópodes Philosciidae (Benthana) e Platyarthridae (Trichorhina), coleópteros como os Ptilodactylidae, etc., e seus prováveis predadores: pseudoscorpíes Chernetidae, ácaros e coleópteros Pselaphidae, Staphylinidae e Carabidae. Alguns desses invertebrados podem ser observados no filme de sedimento que recobre o substrato rochoso em vários locais, onde são também encontrados psocópteros Psyllipsocidae.

Em algumas cavernas, como a gruta dos Paiva e Figueira, onde ocorrem bancos de sedimento razoáveis, foram registrados diplópodes Polydesmida troglomórficos (Chelodesmidae, geófagos, e Cryptodesmidae, detritívoros) e aranhas Loxosceles gaucho (Loxoscelidae), estas últimas restritas à zona da entrada de cavernas onde predomina o substrato rochoso.

Entre os acúmulos de matéria orgânica, destacam-se os depósitos de guano de morcegos, basicamente dos hematófagos Desmodus rotundus, que responderiam pela maior densidade de morcegos cavernícolas em Intervalles. No vale do Betari, além dos depósitos de guano de hematófagos, são frequentemente observados grandes acúmulos de guano de morcegos frugívoros/onívoros, geralmente Artibeus lituratus e Carollia perspicillata, ao lado do guano mais esparsos porém também frequente de Phyllostominae como Chrotopterus auritus (GNASPINI-NETTO, 1989). Embora essas e outras espécies não-hematófagas registradas no vale do Betari (TRAJANO, 1985) tenham sido igualmente encontradas na região de Intervalles, aparentemente elas utilizam as grutas desta área com menor constância, formando colônias menores e possivelmente migrando para outras regiões nos meses mais frios (evidências deste tipo de movimento sazonal foram obtidas no vale do Betari - TRAJANO, 1981).

As comunidades associadas ao guano de hematófagos nas grutas de Intervalles são similares às observadas em outras regiões, não só no vale do Ribeira como também em outras províncias espeleológicas (GNASPINI-NETTO, 1989), sendo constituída pelos seguintes táxons: colêmbolos Acherontides (Hypogastruridae), troglomórficos, coleópteros Dissochaetus e Adelopsis (Cholevidae), dípteros Dohrniphora e Conicera (Phoridae), Psilochaeta pampeana (Muscidae) e Fannia (Fanniidae), lepidópteros Tineidae.

Merece destaque a ocorrência de ninho de cupins Nasutitermes (Termitidae) no interior da gruta do Jair, raro exemplo de isópteros em cavernas do Vale do Ribeira. Este ninho localizava-se sob pouso de Phyllostominae, junto a acúmulo de fezes e restos de insetos (cigarras, baratas, besouros) rejeitados pelos morcegos, e em meio aos quais observava-se trilhas de cupins. Infelizmente, o termiteiro foi quase totalmente destruído por visitantes descuidados.

Uma característica interessante das cavernas de Intervalles é o fato de serem bastante frequentadas por mamíferos troglótenos terrestres, tais como guaxicas (Didelphidae, Philander opossum), pacas (Agoutidae, Agouti paca) e lontras (Mustelidae, Lutra longicaudis), sendo comum encontrar-se as fezes desses animais em zona afótica relativamente distante das entradas. As fezes abrigam uma comunidade mista de organismos, que compreende tanto grupos tipicamente guanófilos (e.g. Cholevidae) como animais encontrados em detritos vegetais e outros tipos de matéria orgânica (e.g. isópodes, colêmbolos, coleópteros Lampyridae, pseudoscorpíes), além daqueles que parecem ter preferência específica por esse tipo de fezes (e.g. Sciaridae).

Finalmente, entre os invertebrados terrestres, deve-se mencionar os homópteros Fulgoroidea, que podem ser comuns em cavernas superficiais como a gruta do Fogo onde afloram raízes, utilizadas por esses insetos.

As comunidades aquáticas são constituídas principalmente por insetos - larvas de dípteros e tricópteros, ninfas de efemerópteros, plecópteros e megalópteros (os dois últimos pouco comuns), coleópteros como os Elminthidae - e crustáceos decápodes e anfípodos.

Talvez devido ao pequeno volume d'água, peixes são raramente observados nas grutas de Intervalles, havendo apenas alguns registros de *Trichomycterus* (Siluriformes) em zona afótica e de Characiformes em zona de penumbra. Por outro lado, crustáceos decápodes não são incomuns. É o caso das *Aegla*, que podem formar populações troglomórficas relativamente numerosas (grutas dos Paiva, da *Aegla* e da Barra Bonita), e dos caranguejos *Trichodactylus*, observados como indivíduos isolados em várias ocasiões. Do mesmo modo, em algumas cavernas foram encontrados anfípodos, que também incluem populações troglomórficas.

Existem, ainda, alguns animais que viveriam entre os meios aquático e terrestre. É o caso dos insetos que vivem na película de tensão superficial da água, como os hemípteros *Rhagovelia* (Veliidae), os quais seriam predados por aranhas *Achaearanea* (Theridiidae), cuja teia tem fios que vão até essa película. Do mesmo modo, aranhas *Trechalea kayserlingi* (Pisauridae), frequentemente observadas próximo à água para onde se movem quando perturbadas, possivelmente utilizem presas aquáticas.

A este panorama geral da composição das comunidades cavernícolas de Intervalles, seguem-se observações quanto à distribuição de alguns táxons.

Um dos cavernícolas mais ubíquos em todo o país são os grilos Phalangopsidae, que pertencem a dois gêneros: *Endecous*, em todas as regiões incluindo São Paulo, e *Eidmanacris*, principalmente no Vale do Ribeira (o que consideramos *Eidmanacris* pode ser um conjunto de três gêneros aparentados - F.A.G. MELLO, comun. pess.).

A ocorrência em cavernas dos representantes desses gêneros parece ser mutuamente exclusiva: nas cavernas onde *Endecous* é troglófilo, *Eidmanacris* fica restrito à zona da entrada. Este último é troglófilo nas regiões periféricas do Alto Ribeira - Intervalles, Caboclos e porção paranaense da P.E. Alto Ribeira - e, de forma isolada, na caverna das Areias, vale do Betari. Tal distribuição poderia ser explicada por fatores históricos, biogeográficos, e/ou ecológicos: talvez a distribuição de *Endecous* não inclua essas áreas ou estes grilos não sejam capazes de colonizar essas cavernas, permanecendo o nicho aberto à colonização por *Eidmanacris*.

É interessante notar que hemípteros *Zelurus travassosi*, especialmente as ninfas, são encontrados por todo o meio cavernícola nas grutas onde *Eidmanacris* é troglófilo, ficando restritas à zona de penumbra naquelas em que ocorre *Endecous*. Isto sugere a existência de interrelações tróficas, ninfas de *Z. travassosi* predando *Eidmanacris*, porém não *Endecous*, e/ou convergência quanto aos requerimentos ecológicos desses dois insetos.

Outra particularidade das cavernas de Intervalles é a grande abundância de opiliões *Goniosoma spelaeum* que, embora típicos da fauna parietal (em paredes e teto da zona de penumbra) em todo o Alto Ribeira, penetram mais profundamente nas cavernas de Intervalles, sendo encontrados a distâncias das entradas maiores que aquelas observadas no vale do Betari e em Caboclos. As grutas de Intervalles são intensamente utilizadas como local de reprodução, encontrando-se, em todas as épocas do ano, fêmeas tomando conta de posturas recentes ou já embrionadas (70 ovos, em média), ou jovens recém-eclodidos, assim como jovens já dispersados em todos os estágios de desenvolvimento. Também as aranhas *Blechnroscelis* (Pholcidae), típicas da fauna de entradas, reproduzem-se nesse ambiente.

Do mesmo modo, larvas de dípteros Keroplatidae, grupo típico da fauna parietal no Alto Ribeira como um todo, são observados a distâncias relativamente grandes das entradas em Intervalles. Porém, neste caso parece tratar-se de espécie (e, talvez, gênero) diferente, caracterizada por uma teia distinta daquela



construída pela espécie comum no vale do Betari, Neoditomyia sp. não descrita.

Finalmente, cabe ressaltar o registro de restos fósseis de um grande mamífero, encontrados na gruta do Fóssil Desconhecido. Infelizmente, tratam-se de fragmentos mal-conservados do esqueleto pós-craniano, não sendo possível sua identificação nem sequer a nível de Ordem. A importância deste achado prende-se ao fato de demonstrar o potencial das grutas de Intervalles como sítios paleontológicos, testemunhos da ocorrência pretérita de formações vegetais abertas, capazes de suportar uma megafauna de mamíferos, o que já é conhecido para as cavernas do vale do Betari (LINO et al., 1979; TRAJANO & DE VIVO, no prelo).

#### Agradecimentos:

Gostaríamos de agradecer primeiramente à Fundação Florestal de Estado de São Paulo pela oportunidade do trabalho espeleológico na região; aos guias da Fazenda Intervalles, pelo acompanhamento nos trabalhos de campo; ao Instituto de Biociências, por ceder o veículo para transporte até a região; aos espeleólogos que nos acompanharam no trabalho, especialmente a Nicoletta Moracchioli, Antonio Carlos Marques, Philip Schwartz, Luis Enrique Sánchez e Richard Lepine, pelo grande esforço durante exploração e topografia; e a Luis E. Sánchez, pela leitura crítica do manuscrito.

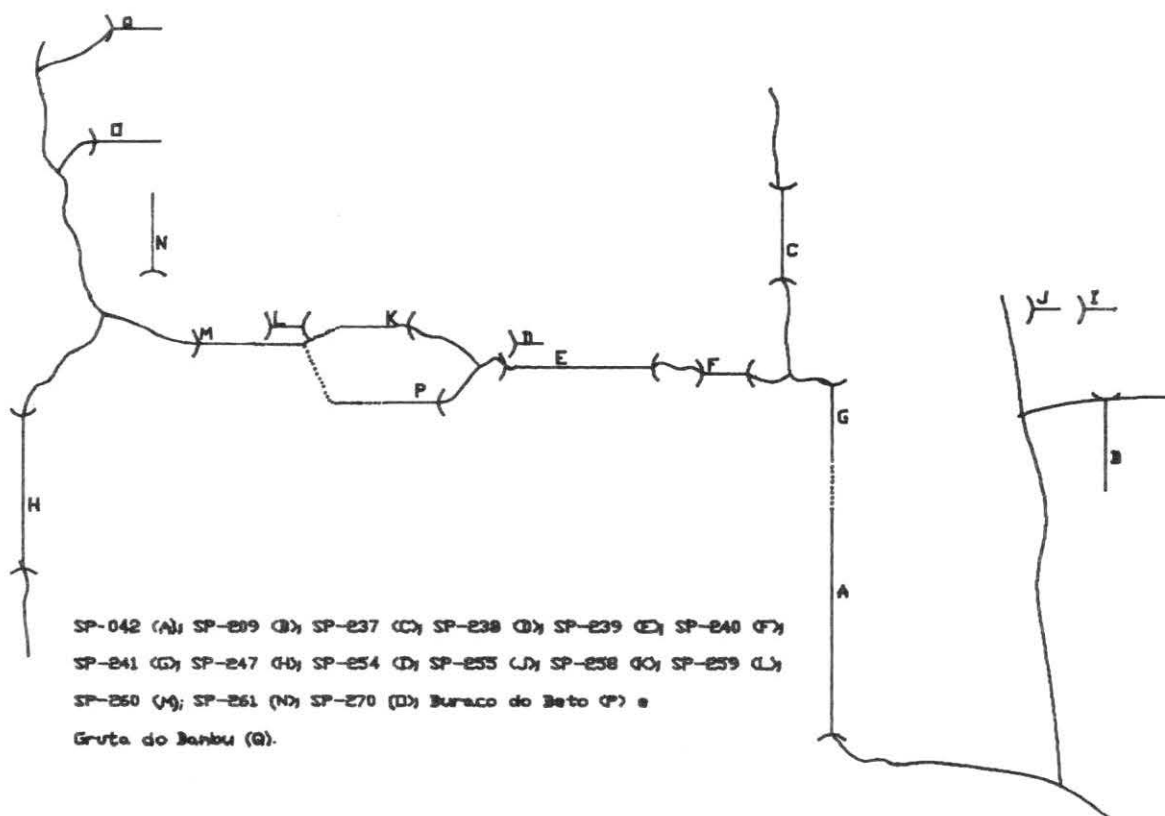
#### Referências bibliográficas:

- AB'SABER, A.N. 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul. Geomorfologia, Univ. S. Paulo, v.52, p. 1-22.
- DESSEN, E.M.B.; ESTON, V.R.; SILVA, M.S.; TEMPERINI-BECK, M.T.; TRAJANO, E. 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. Ciênc. Cult., v. 32, n. 6, p. 714-725.
- GNASPINI-NETTO, P. 1989. Análise comparativa da fauna associada a guano de morcegos cavernícolas no Brasil. Primeira aproximação. Revta Bras. Ent., v. 33, n. 2, p. 183-192.
- KARMANN, I.; DIAS NETO, C.M. 1990. Cavernas do Alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, Sudeste do Brasil: Aspectos gerais e possíveis implicações neotectônicas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL 50. ANIVERSARIO DE LA SOCIEDAD ESPELEOLOGICA DE CUBA, La Habana, 1990. Resumos, Sociedad Espeleologica de Cuba. p. 64.
- KARMANN, I.; SANCHEZ, L.E. 1979. Distribuição das rochas carbonáticas e distritos espeleológicos do Brasil. Espeleo-Tema, v. 13, p. 105-167.
- LINO, C.F.; DIAS NETO, C.M.; TRAJANO, E.; GUSSO, G.L.N.; KARMANN, I.; RODRIGUES, R. 1979. Paleontologia das cavernas do vale do Ribeira - Exploração I - Abismo do Fóssil (SP-145). Resultados parciais. In: SIMPOSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., Rio Claro, 1979. Atas, v. 1, p. 257-268.
- PINTO-DA-ROCHA, R. 1989. Levantamento preliminar da fauna de invertebrados das cavernas calcárias do Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 20., Brasília. Anais, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p. 9-13.
- SETZER, J. 1966. Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí. 61p.
- TORRES, C. 1976. Possibilidades espeleológicas na região de "Intervalles", SP. Espeleo-Tema, v. 10, p. 4-8.
- TRAJANO, E. 1981. Padrões de distribuição e movimentação de morcegos cavernícolas no Vale do Alto Rio Ribeira de Iguape, SP. São Paulo. 154 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

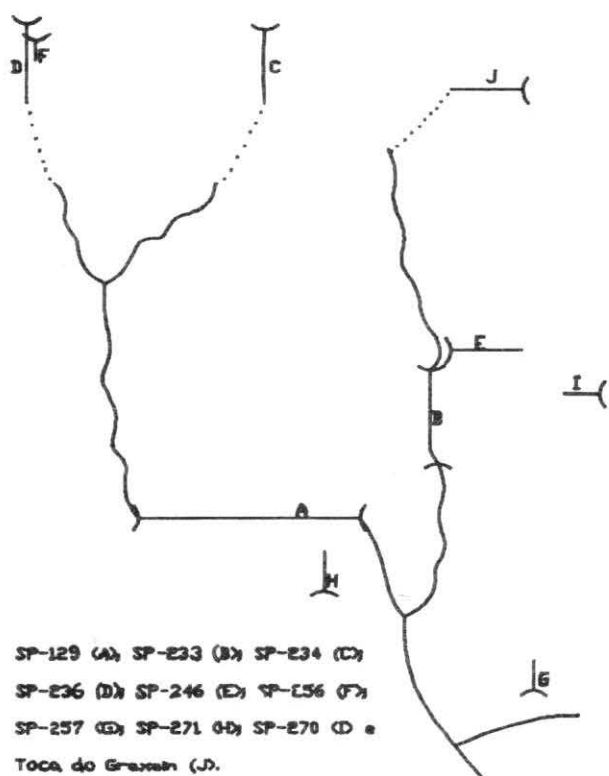


- TRAJANO, E. 1985. Ecologia de população de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. Revta bras. Zool., v. 2, n. 5, p. 255-320.
- TRAJANO, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição caracterização preliminar. Revta bras. Zool., v. 3, n. 8, p. 533-561.
- TRAJANO, E.; DE VIVO, M. Desmodus draculae Morgan, Linares & Ray, 1988, reported for southeastern Brazil, with paleoecological comments (Phyllostomidae, Desmodontinae). Mammalia. / No prelo /
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. 1990. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. Revta Bras. Zool., v. 7 /no prelo/
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. 1991. Notes on the food webs in caves from Southeastern Brazil. Mém. Biospéol., v. 18. / No prelo /

1a. Drenagem do rio da Bocaína



1b. Drenagem do Rib. Água Comprida



1c. Drenagem do rio da Moenda

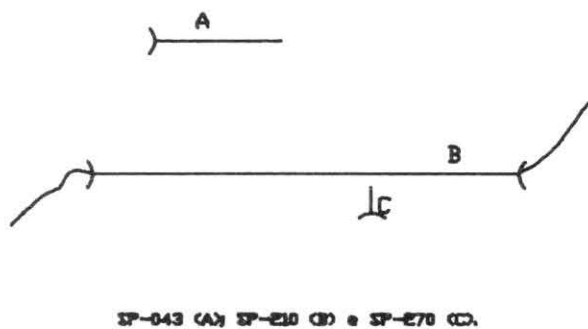


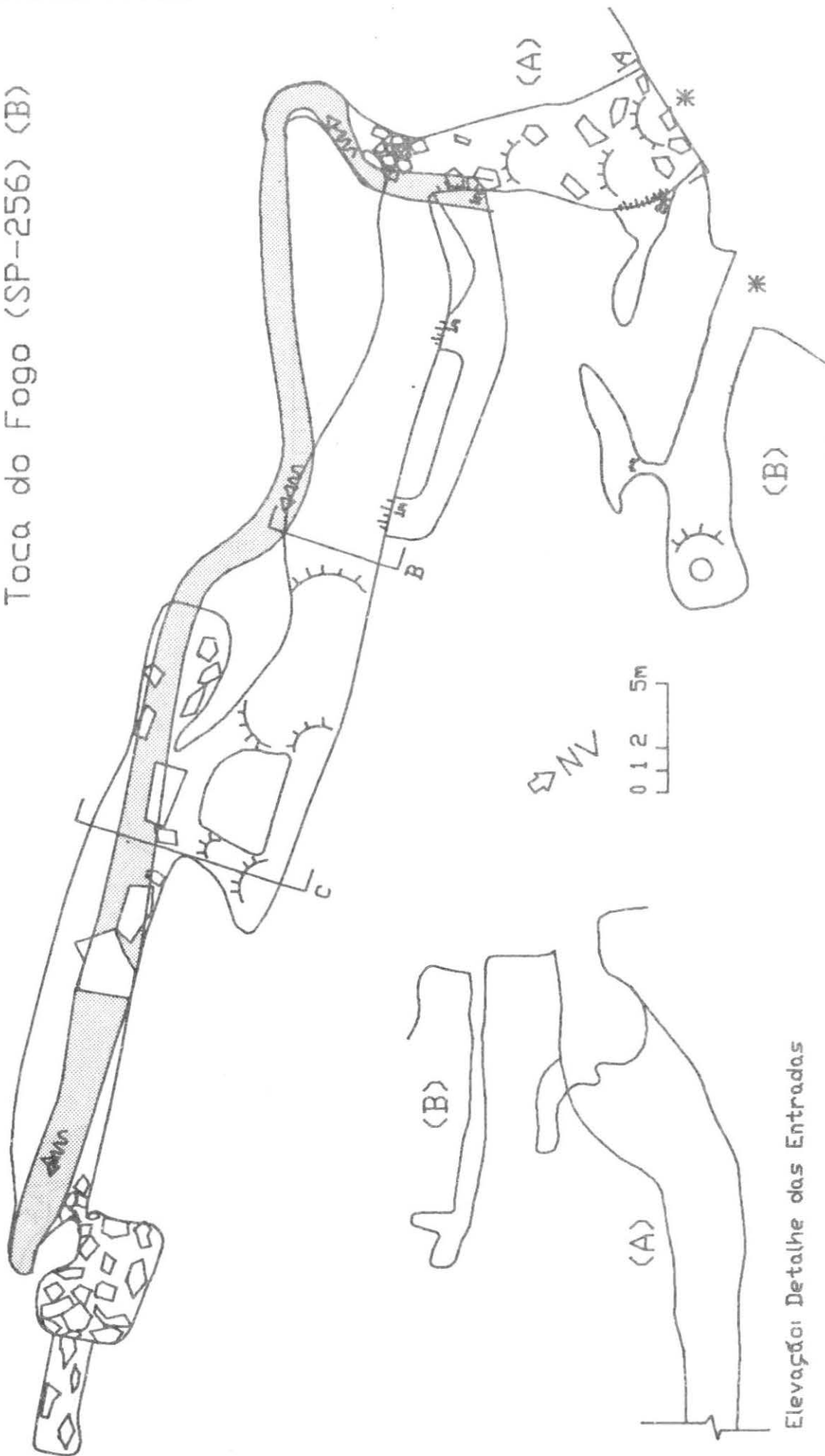
Figura 1. Esquema das drenagens.

Legenda

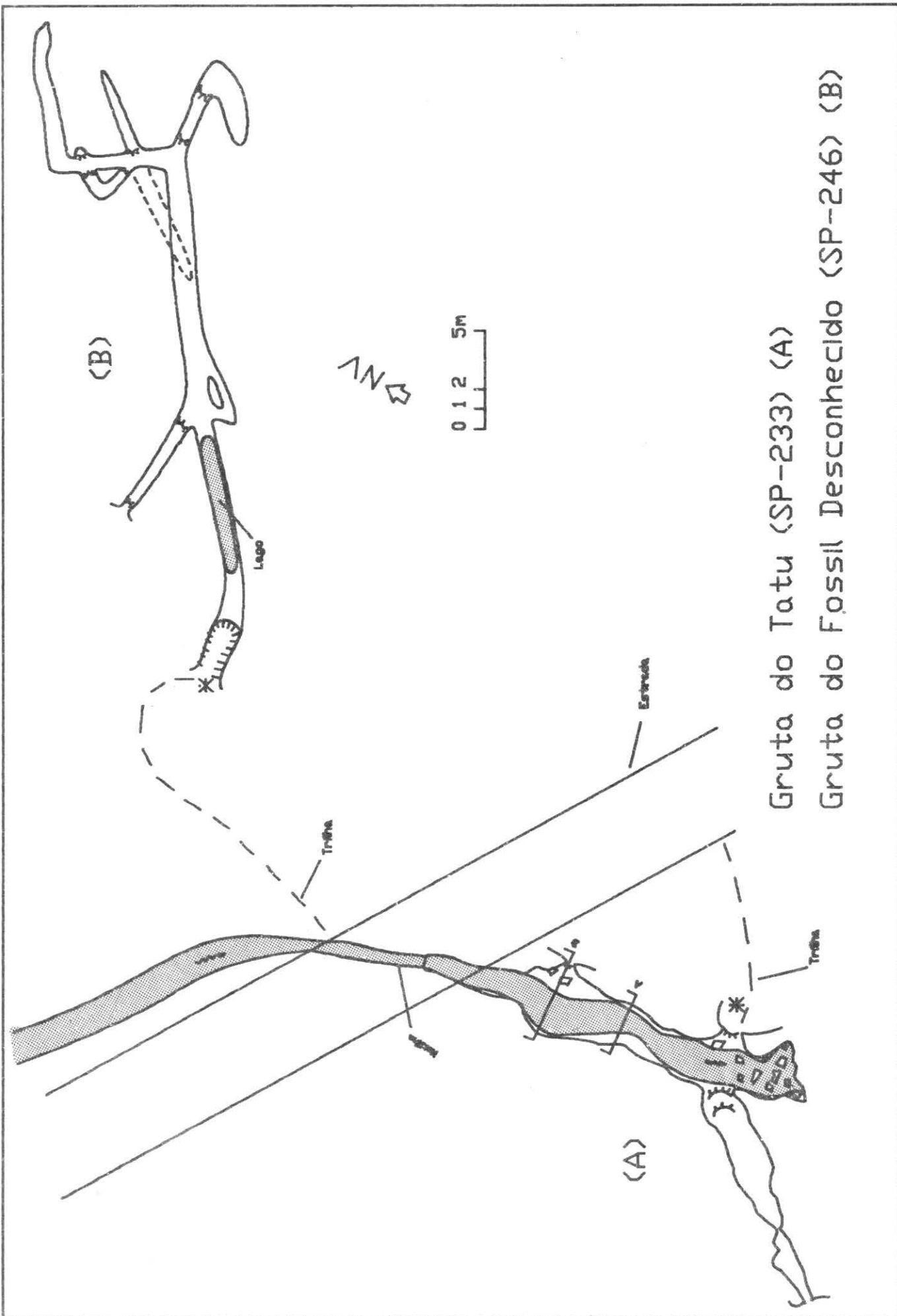
- Gruta ( ) = entrada
- ~ Rio externo
- ..... Provável drenagem subterrânea

Gruta do Fogo (SP-236) (A)

Toca do Fogo (SP-256) (B)



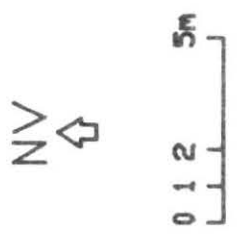
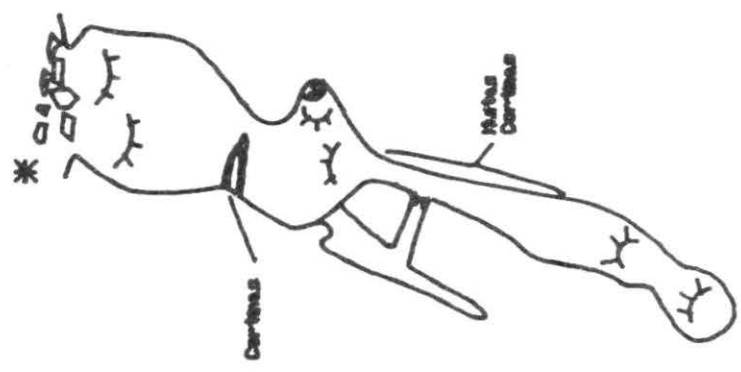
Elevação: Detalhe das Entradas



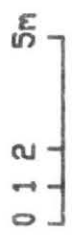
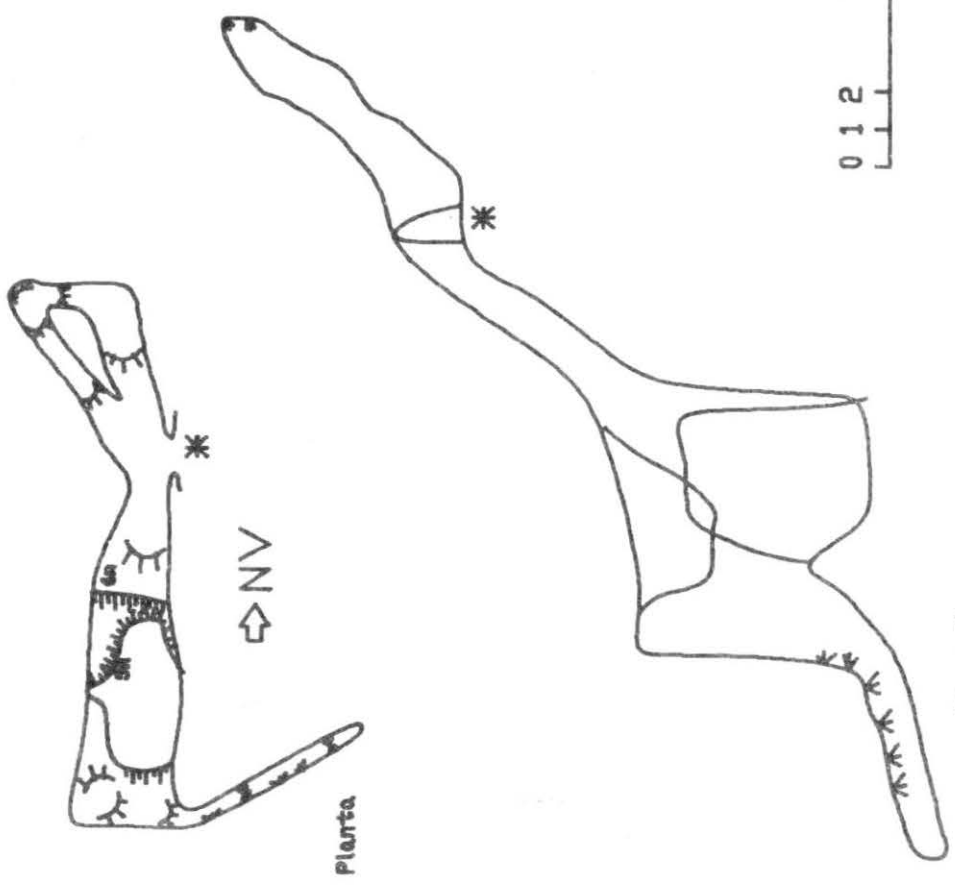
Gruta do Tatu (SP-233) (A)

Gruta do Fossil Desconhecido (SP-246) (B)

Toca Detrás (SP-273)

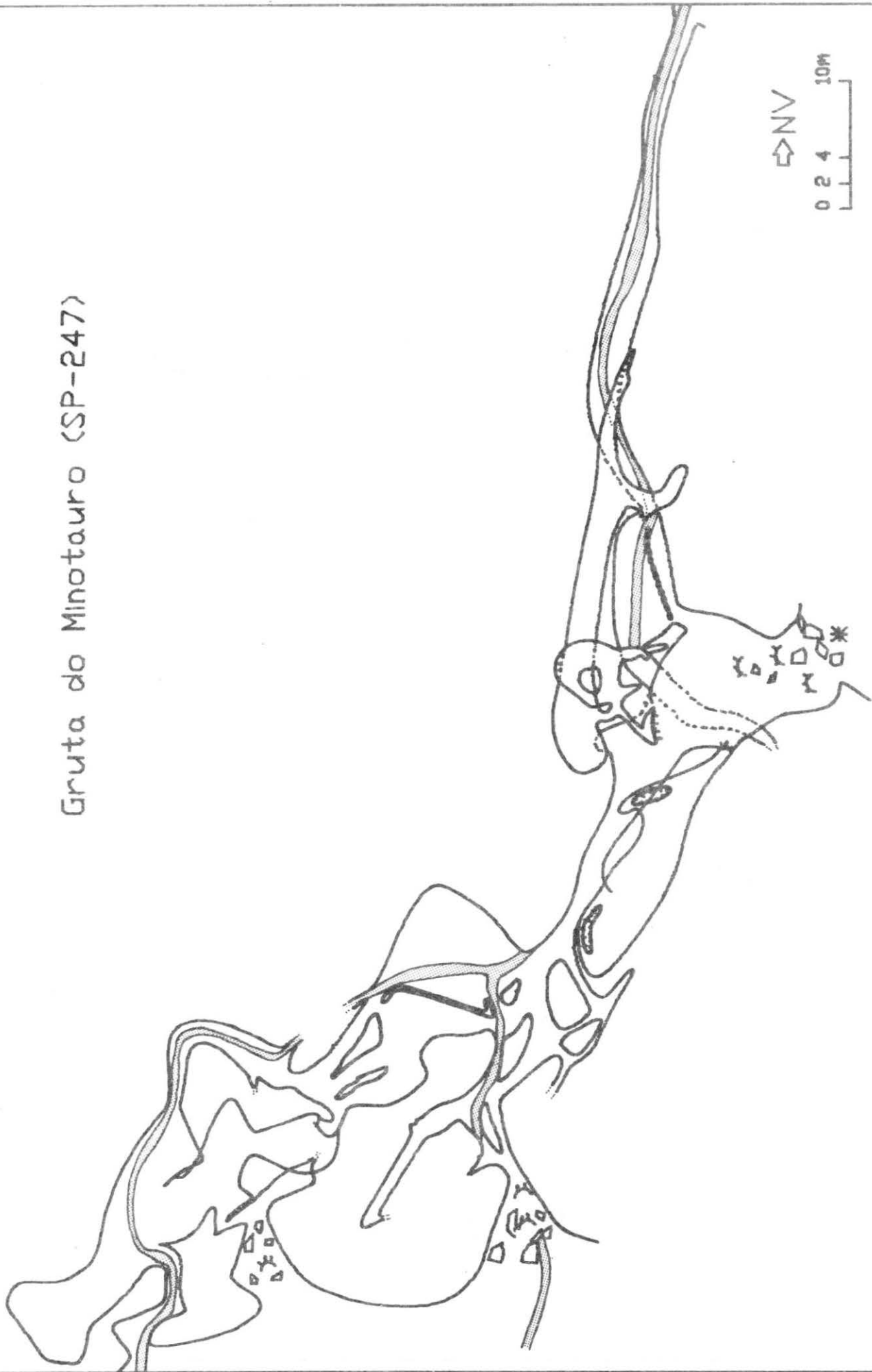


Abismo da Pedreira (SP-257)

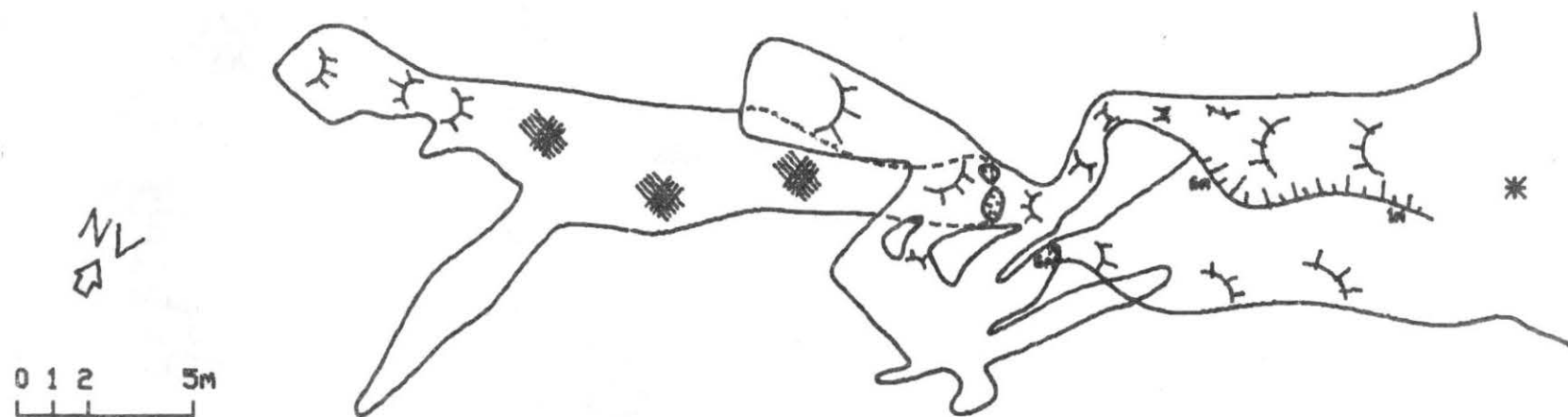


Elevação

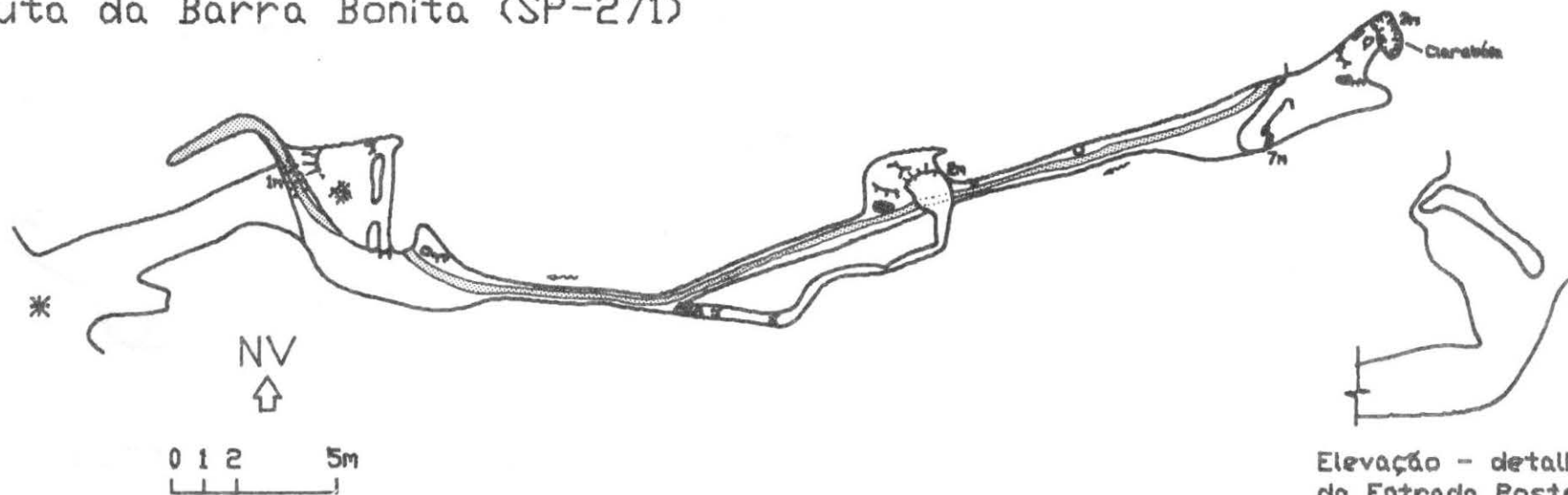
Gruta do Minotauro (SP-247)



Gruta da Cabeça de Paca (SP-261)



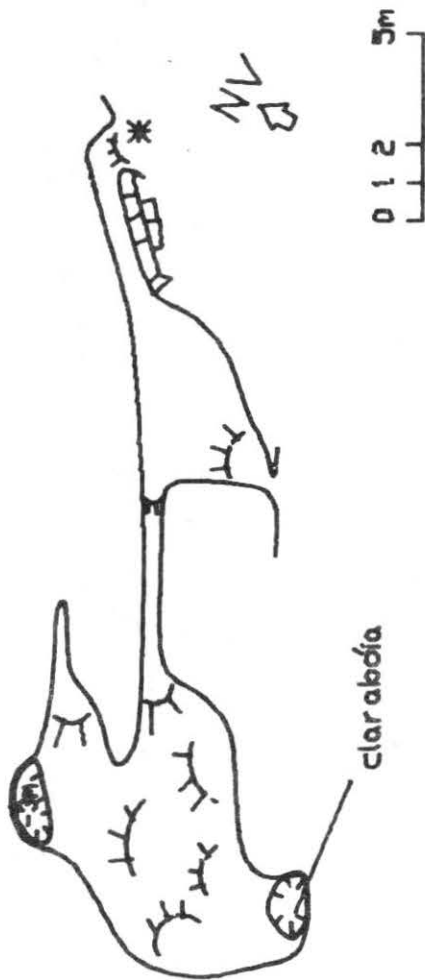
Gruta da Barra Bonita (SP-271)



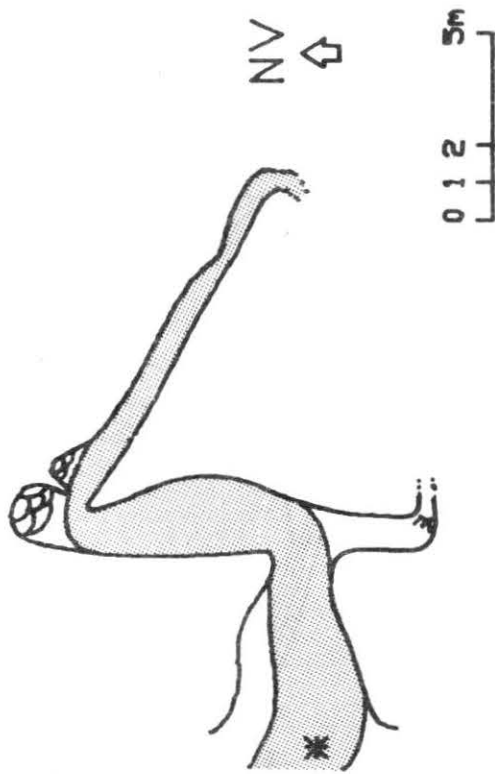
Elevação - detalhe da Entrada Posterior



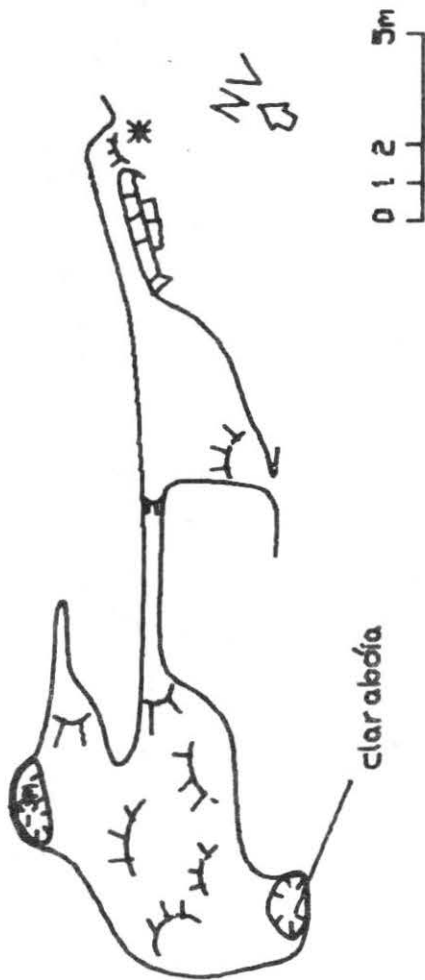
Toca dos Meninos (SP-235)



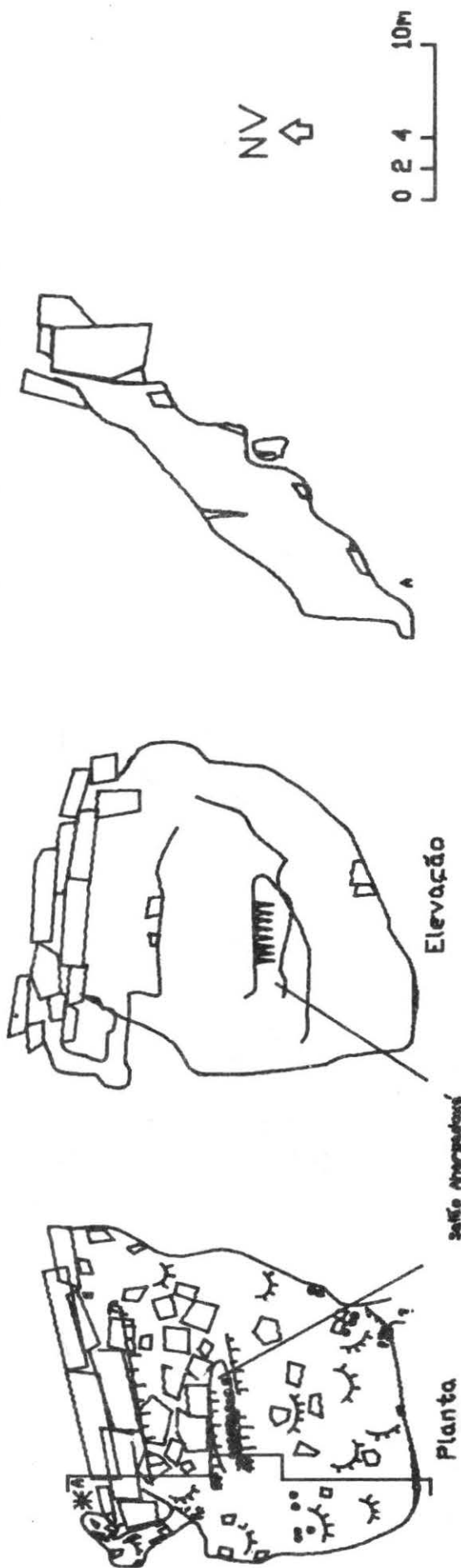
Gruta do Foido (SP-260)



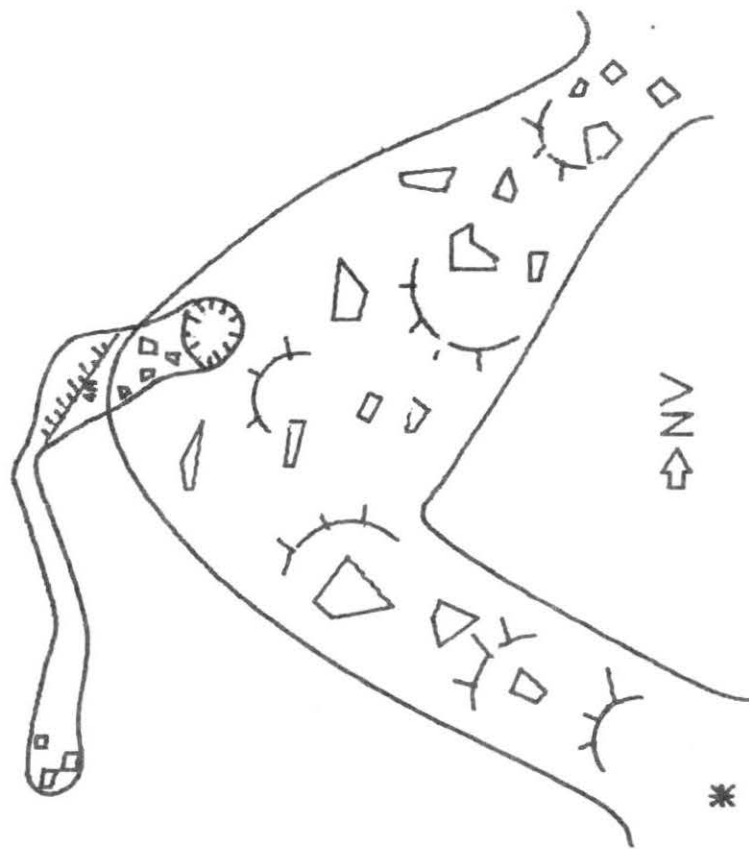
Toca dos Meninos (SP-235)



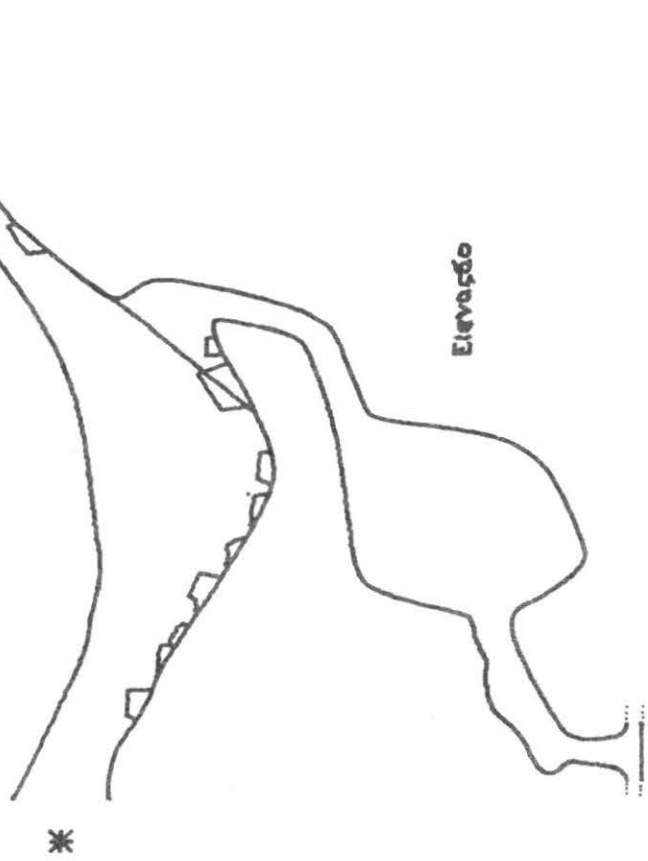
Caverna do Tufo (SP-248)



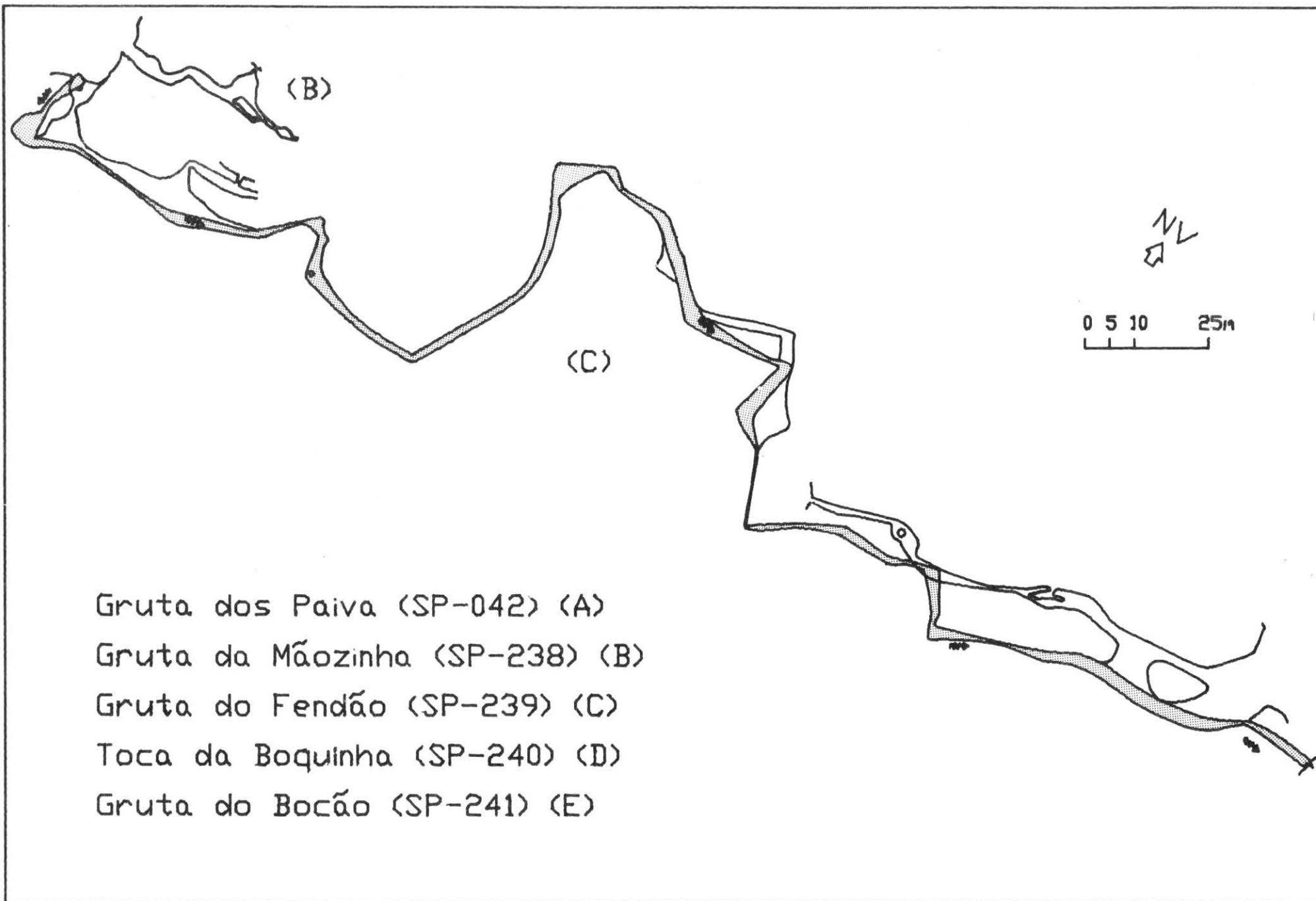
Gruta do Arco de Pedra (SP-259)

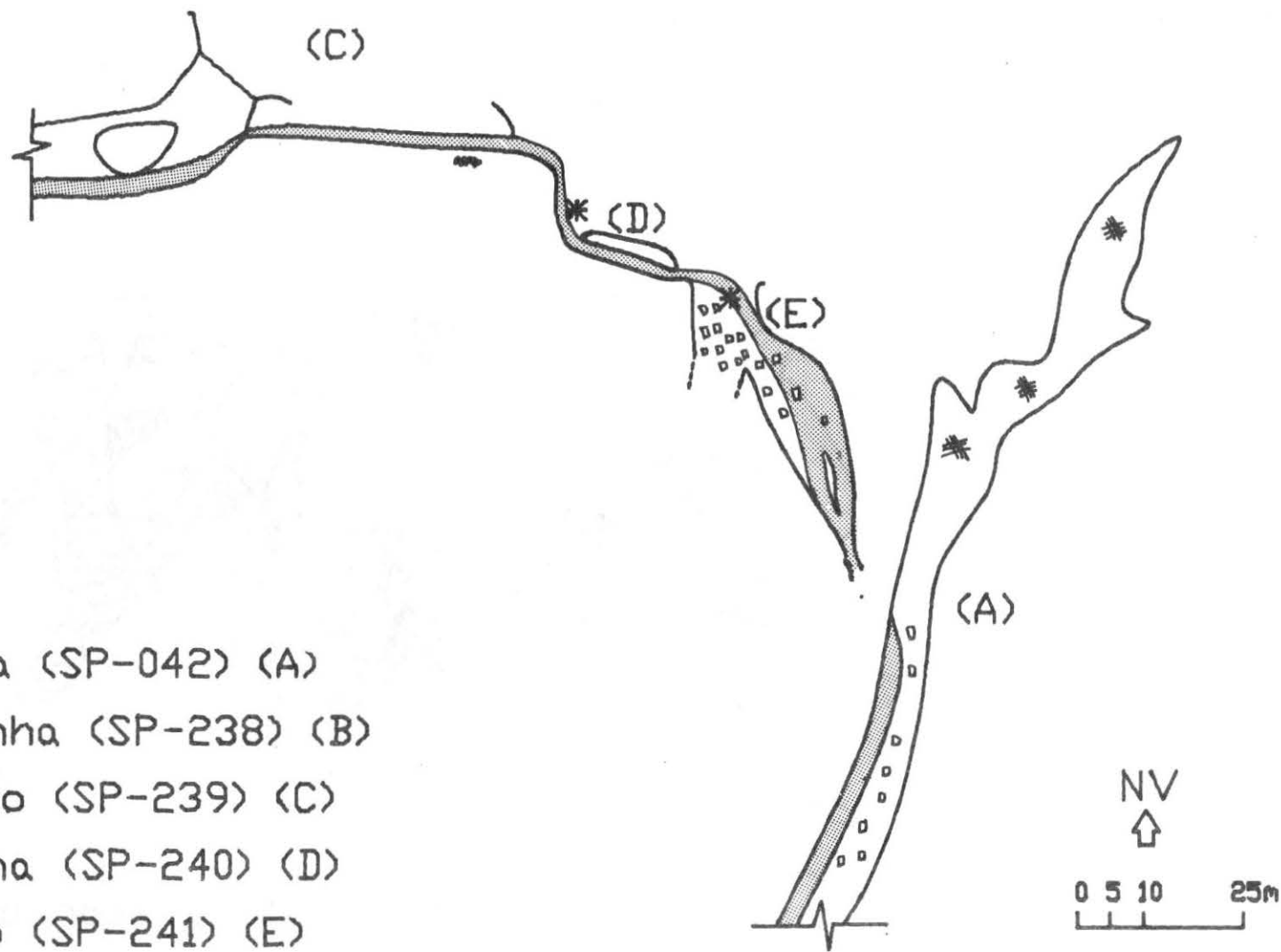


Planta



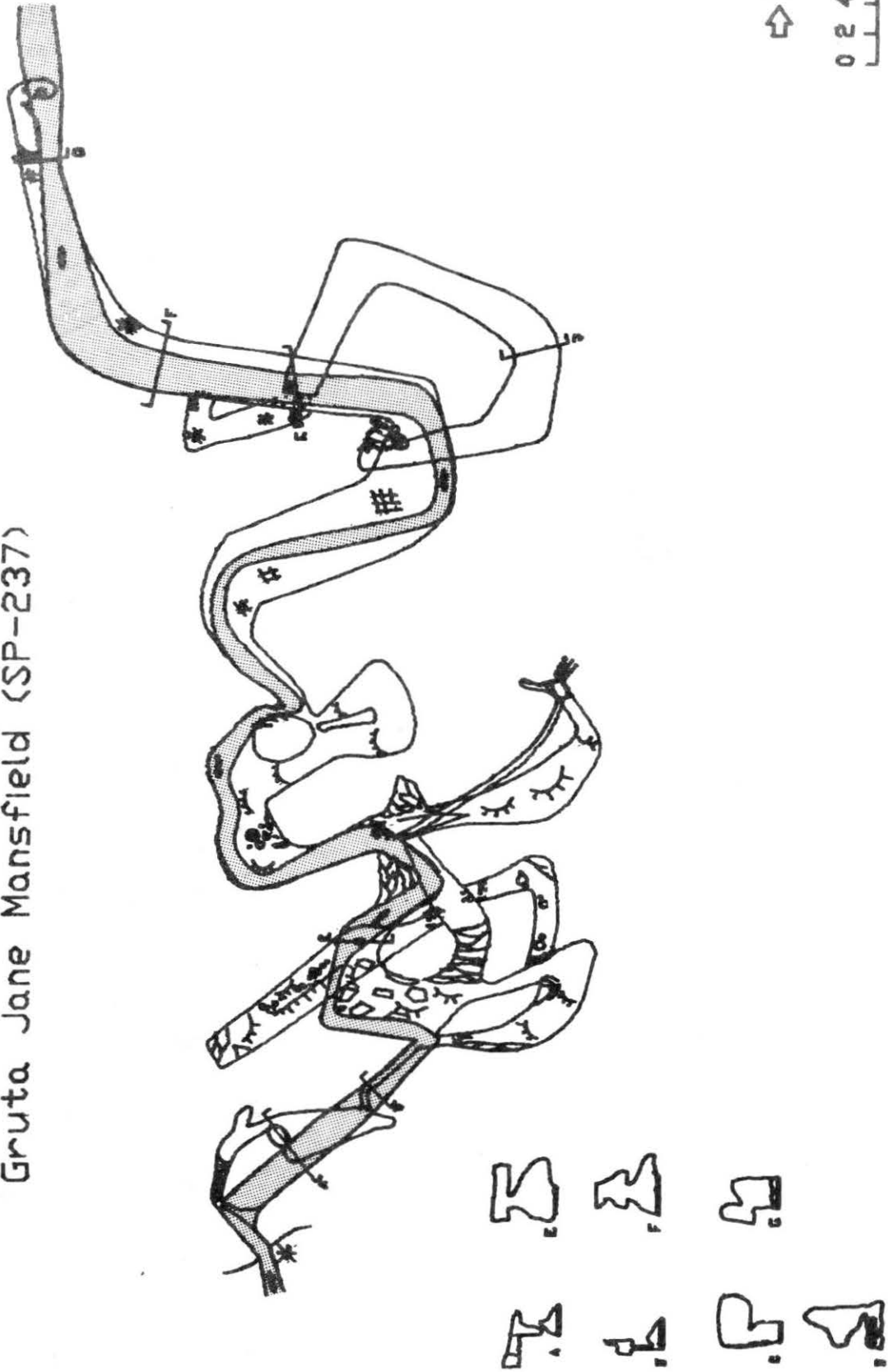
0 1 2 5m





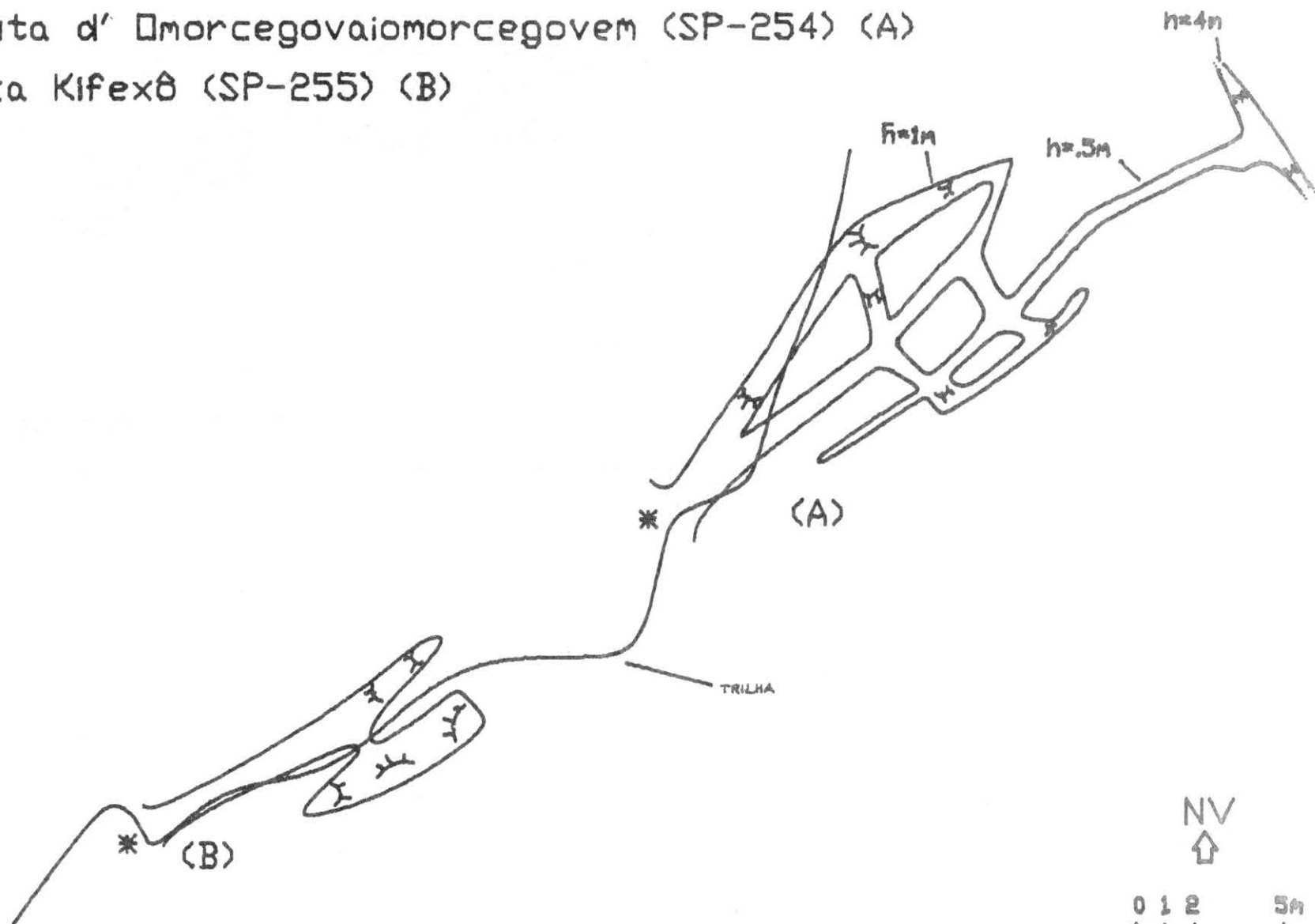
- Gruta dos Paiva (SP-042) (A)  
 Gruta da Mãozinha (SP-238) (B)  
 Gruta do Fendão (SP-239) (C)  
 Toca da Boquinha (SP-240) (D)  
 Gruta do Bocão (SP-241) (E)

Gruta Jane Mansfield (SP-237)



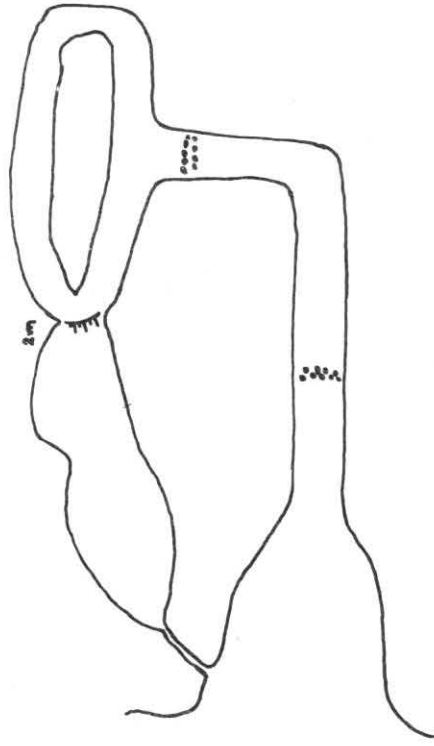
Gruta d' Omorcegova i omorcegovem (SP-254) (A)

Toca Kifexô (SP-255) (B)

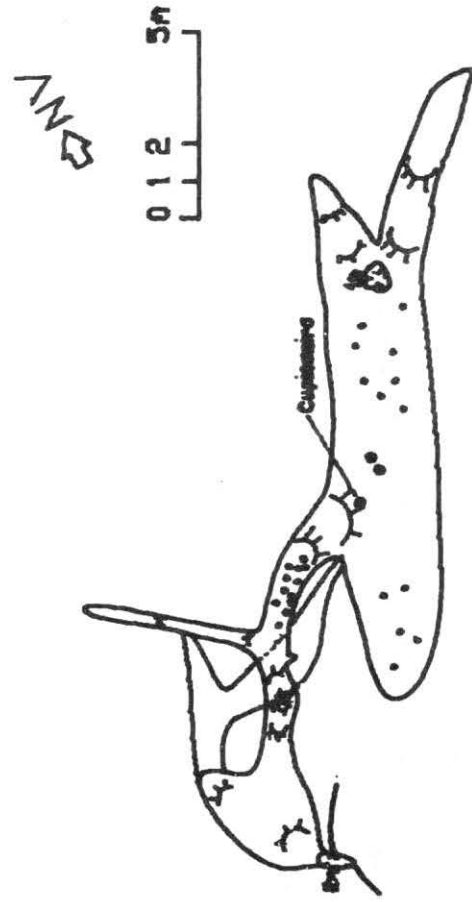


Obs: desnível entre bocas (254/255) = -10m

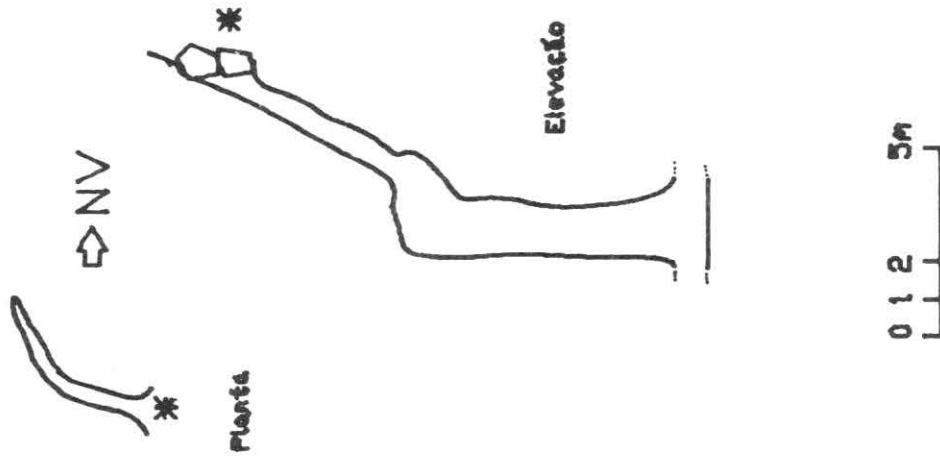
Gruta do Imbu (SP-262)



Gruta do Jair (SP-263)

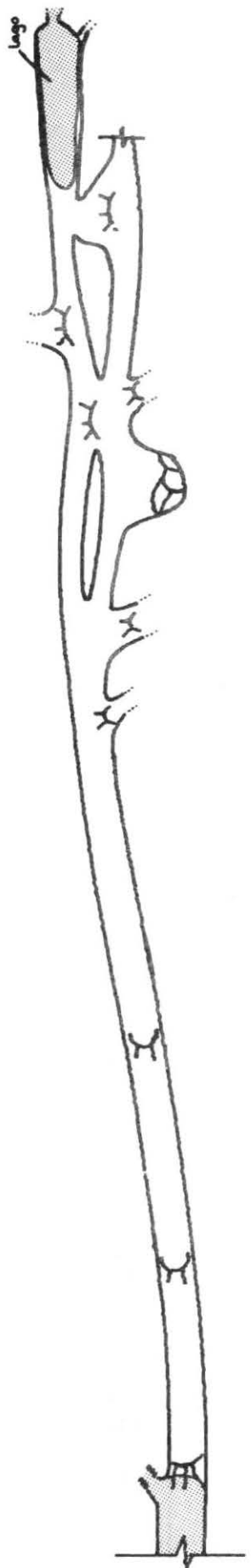
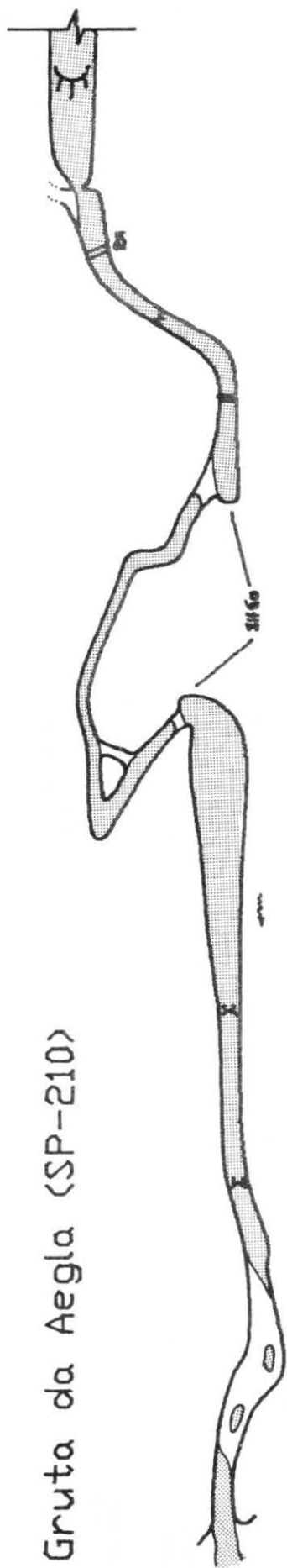


Abismo Buraco da Trilha  
(SP-270)





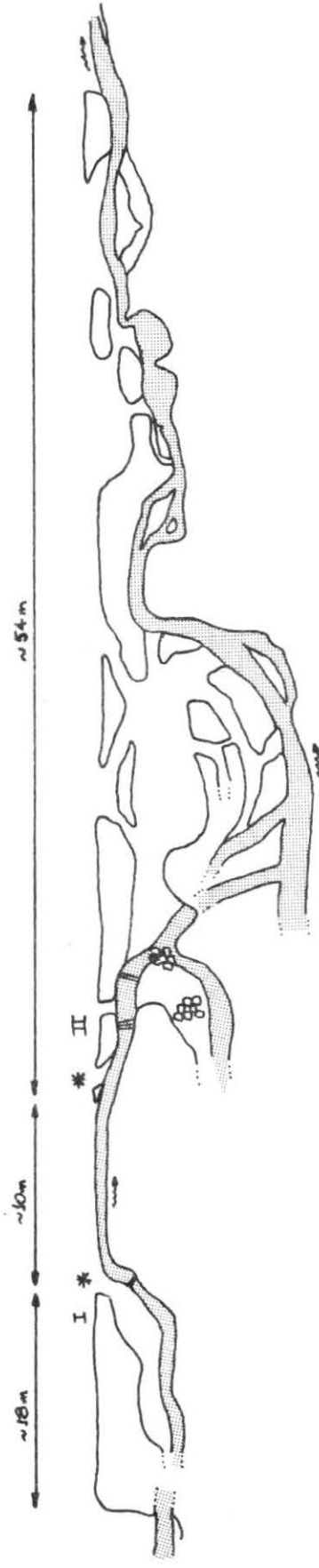
Gruta da Aegla (SP-210)



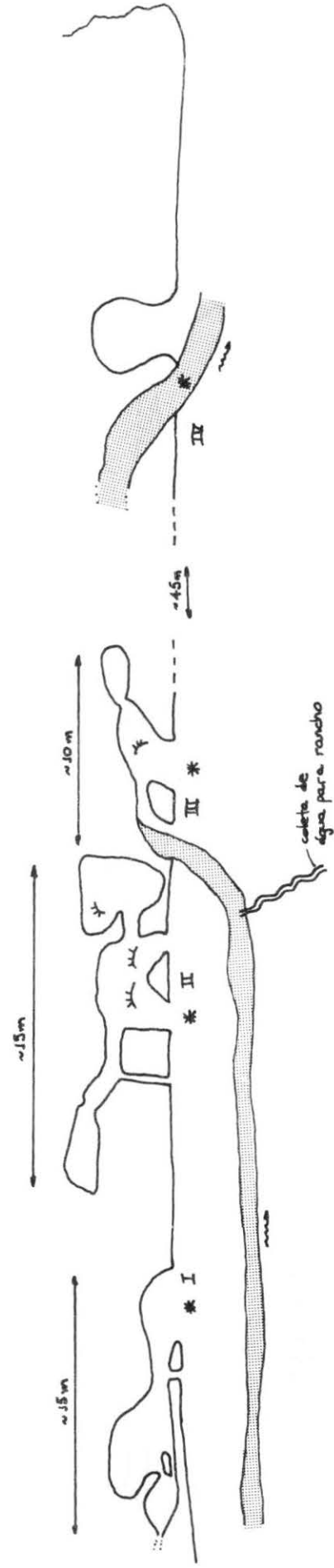
NW



Gruta do Moquem I (SP-264) e II (SP-265)



Toca da Borracha I (SP-266), II (SP-267), III (SP-268) e IV (SP-269)



**ESTUDO DO TOPOCLIMA DE CAVERNAS DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA ARENÍTICA  
ALTAMIRA-ITAITUBA, PARÁ**

José Roberto de Alencar MOREIRA

1

Eleonora TRAJANO

2

Recebido em abril/1991, aceito em maio/1991

**Abstract**

A short-term topoclimatological study was carried on at Pedra da Cachoeira, Planaltina and Limoeiro sandstone caves, Pará State. These caves have large colonies of bats, mainly Pteronotus parnelli.

The three caves are single-opened, subhorizontal cavities, functionally classified as permanent bidirectional ventilation caves. The expected high relative humidity and reduction of circadian temperature fluctuations were verified. Four microclimatic zones could be distinguished: saloons near the entrance, with air temperatures nearly following the surface ones; stream galleries, with relative humidity near saturation; dry galleries, with relative humidity high but inferior to the latter; deep galleries, with elevated temperatures due to the bat concentrations and an atmosphere with high contents of gases from bat guano fermentation.

Key-words: topoclimate, bats, sandstone caves, Pará State

Palavras-chave: topoclima, morcegos, cavernas areníticas, Pará

---

1.. Grupo Espeleológico Paraense, C.P. 1611, 66010 Belém PA, Brasil

2.. Depto Zoologia, Inst. Biociências da USP, C.P.20520, 01498 São Paulo SP, Brasil

## 1. Introdução

O conhecimento do topoclima cavernícola - conjunto de fenômenos que caracterizam o estado físico da atmosfera de uma cavidade subterrânea, ou seja, um espaço determinado por certos limites topográficos e tendo uma certa forma (RACOVITA, 1975) - proporciona dados importantes para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas subterrâneos, assim como dos processos físicos e químicos da espeleogênese, formação de espeleotemas, etc.

No entanto, poucos estudos realizados no Brasil enfocam esse aspecto. De um modo geral, os dados disponíveis na literatura referem-se a medidas de temperatura e umidade relativa do ar tomadas por ocasião de trabalhos de exploração, topografia, ou biologia. É o caso das medições realizadas no sistema São Mateus, GO (MILKO, 1984), na gruta de Ubajara, CE (DIAS NETO et al., 1978), em cavernas de Bonito, MS (GODOY, 1986), e em cavernas do Vale do Ribeira, SP (TRAJANO, 1981, 1987).

Trabalhos tendo por objetivo central o estudo do topoclima cavernícola são muito raros no país. CESAR (1980) iniciou o estudo topoclimático da gruta das Águas Quentes, SP, porém as tabelas e gráficos não foram incluídos na publicação, de modo que os dados empíricos não estão acessíveis.

O presente artigo tem por objetivo contribuir ao conhecimento dos topoclimas cavernícolas brasileiros, analisando os dados referentes às três maiores cavernas conhecidas até o momento na província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba. O estudo foi efetuado em outubro de 1988, durante expedição organizada pelo Grupo Espeleológico Paraense (GEP), na qual foram também realizados estudos biológicos (TRAJANO & MOREIRA, 1991) e geológicos.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Descrição da área (GEP, comun. pess.)

A província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba localiza-se na porção central do Estado do Pará, às margens do rio Xingu. A cidade mais próxima das cavernas presentemente estudadas, Altamira, dista 455 km em linha reta de Belém, 290 km de Santarém, 435 km de Itaituba e 420 km de Marabá. O acesso para as cavernas Pedra da Cachoeira, Planaltina e Limoeiro situa-se, respectivamente, nos quilômetros 22, 50 e 80 da Rodovia Transamazônica (BR-230).

A região de Altamira apresenta clima tropical úmido de monção (tipo Am, segundo classificação de Köppen), com pluviosidade de 2100 a 2200 mm por ano. A precipitação excessiva durante alguns meses (entre março e maio) compensa a ocorrência de um ou dois meses com precipitações inferiores a 60 mm, no período menos chuvoso compreendido entre agosto e dezembro.

As temperaturas médias anuais estão entre 25 e 26 graus Celsius, médias anuais mínimas, entre 20 e 22 graus C, e as máximas, entre 31 e 32 graus C, determinando um clima dito isotérmico, sem variações sazonais sensíveis. A umidade relativa do ar é bastante elevada, com médias superiores a 80% durante praticamente todo o ano.

As condições climáticas reinantes na área são favoráveis a um intenso processo de intemperismo químico sobre as rochas aflorantes, responsável pelo desenvolvimento de espessa cobertura de solo, com exuberante vegetação do tipo Floresta Equatorial Úmida. Estas características dificultam os trabalhos de prospecção espeleológica, não só pela escassez de afloramentos como também pela difícil penetração através da compacta vegetação. Além disso, o regime pluviométrico dificulta a execução de trabalhos de campo durante quase todo o ano.

## 2.2. Descrição das cavernas

Segue-se uma breve descrição das cavernas estudadas, com coordenadas geográficas, cota altimétrica (da entrada principal) e município.

### Caverna PEDRA DA CACHOEIRA

o o o o

3 18 43'S, 52 20 28'W, 179 m alt. (Altamira, PA) - 842 m de desenvolvimento percorridos por um rio e diversos afluentes, formando diferentes galerias. Apresenta duas entradas (sendo uma delas a ressurgência), que abrem-se em um amplo salão.

### Caverna PLANALTINA

o o o o

3 22 30'S, 52 34 18'W, 178 m alt. (Medicilândia, PA) - 1297 m de desenvolvimento. Três entradas, sendo uma a ressurgência do rio e duas em salões superiores. Apresenta um rio principal com dois afluentes que formam galerias. Em sua parte leste, desenvolvem-se diversas galerias secas.

### Caverna do LIMOEIRO

o o o o

3 32 20'S, 52 47 07'W, 220 m alt. (Medicilândia, PA) - 1180 m de desenvolvimento. Apresenta duas galerias principais com rio, quatro entradas, sendo três delas próximas (uma ressurgência) e outra no primeiro terço de uma dessas galerias. Próximo à sua entrada principal, localiza-se uma galeria seca com passagens em ambas extremidades. Uma lente de folhelho é encontrada em sua parte média.

## 2.3. Metodologia

A temperatura e umidade relativa do ar das cavernas de maiores dimensões foram medidas utilizando-se psicrômetro de Assman com precisão de 0,2 graus, posicionado a 20 cm de altura do solo. Os dados foram tomados nos dias 13, 17 e 22 de outubro de 1988, respectivamente nas cavernas Planaltina, Limoeiro e Pedra da Cachoeira. Medidas foram tomadas desde o exterior até as regiões mais profundas, ao longo das galerias mais importantes das cavernas, a intervalos de 4 horas ( 02:00, 06:00, 10:00, 14:00, 18:00, 22:00 hs), com exceção da Pedra da Cachoeira, onde os intervalos foram de 8 horas, a partir das 06:00 hs. Foram feitas comparações com as medidas externas tomadas pelos laboratórios de climatologia das estações experimentais da UEPAE-Belém da EMBRAPA, localizadas nos quilômetros 23 (aproximadamente a 15 km da Pedra da Cachoeira e 35 da Planaltina) e 101 ( a 30 km da Limoeiro) da rodovia Transamazônica, nos municípios de Altamira e Medicilândia, respectivamente.

## 3. Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar, registrados nas três maiores cavernas conhecidas na região de Altamira, são apresentados na Tabela 1, juntamente com os respectivos desvios padrão e informações relativas à distância da entrada principal de cada caverna e à proximidade ou não de água no local de coleta.

Cavernas caracterizam-se pela estabilidade ambiental: são capazes de manter uma temperatura relativamente constante ou variando, diária e anualmente, com amplitude bem inferior à do meio externo. Flutuações moderadas, mas perceptíveis, ocorrem nas regiões contíguas às entradas, que ainda recebem um influência considerável do clima externo ("zona de temperatura variável"). Esta influência diminui conforme aumenta a distância para o exterior, até a região onde a temperatura tende a se estabilizar, apresentando valores em torno da média anual externa ("zona de temperatura constante"). A extensão da zona de temperatura variável depende do clima regional, da configuração das galerias, da distância em relação às entradas, dos processos de condução de calor pelo maciço rochoso (o solo e a cobertura vegetal agindo como atenuadores das oscilações climáticas externas), do número e posicionamento das entradas, da presença de

correntes de água e de ar, etc. A composição destes fatores determina um perfil de temperatura e umidade característico do topoclíma de uma determinada caverna (RACOVITA, 1975).

A partir dos dados apresentados na tabela, pode-se verificar a diminuição na amplitude da variação diária (vide desvios padrão), tanto nos dados de temperatura como de umidade, à medida em que eram coletados a distâncias progressivamente maiores das entradas das cavernas. A amplitude no fundo destas foi de, no máximo, 0,2 graus para a temperatura e 2% para a umidade relativa. Os picos de temperatura externa, verificados geralmente entre as 14:00 e 18:00 hs, poucas vezes refletiram-se diretamente nas medidas internas, salvo nos locais próximos às entradas. Aumentando-se a distância em relação ao exterior, além de se registrar uma menor amplitude de variação das variáveis climáticas, verificou-se também um aumento da temperatura do ar nas três cavernas estudadas (Figura 1).

Face à elevada umidade relativa do ar característica da região epigea (média anual de 82% no km 23 e 85% no km 101 da Transamazônica), a poucos metros das entradas foram observadas medidas próximas da saturação. Uma constatação já esperada foi a maior umidade nos locais próximos à água. Na galeria do Carimbó (Planaltina), que encontrava-se totalmente alagada, o ambiente estava próximo da saturação, com registros entre 99 e 100% de umidade relativa do ar.

Na estação de climatologia do km 23 da Transamazônica, a temperatura média anual para os últimos 10 anos foi de 25,9 graus; para 1988, a média anual foi de 26,0 graus e a do mês de outubro, de 26,9 graus. Em 13 de outubro, dia de coleta na Planaltina, a temperatura média do ar foi de 27,2 graus, enquanto no dia 22, idem para a Pedra da Cachoeira, esta foi de 26,9 graus. No km 101, a temperatura média anual para os últimos 7 anos foi de 25,5 graus, e de 25,4 graus para 1988. Em outubro deste ano, a temperatura média foi de 25,7 graus e, no dia 17, quando foi feita a coleta de dados na Limoeira, de 27,2 graus. Comparando-se a temperatura do ar registrada no trecho distal das três cavernas com as temperaturas médias dos últimos anos e a de 1988, apenas a Pedra da Cachoeira apresentou valores similares, sendo que na Planaltina foram verificadas as maiores diferenças (+ 0,8 e + 0,7 graus). Com relação à temperatura média do mês de outubro, as diferenças foram menores, com exceção da Pedra da Cachoeira (- 1,4 graus,  $p < 0,001$ ). Quando comparadas à temperatura média do dia de coleta, as diferenças foram, com exceção para a Planaltina, relativamente acentuadas (- 1,4 graus para a Pedra da Cachoeira e - 1,3 graus para a Limoeira).

Face à distância entre os trechos mais distais e as entradas das cavernas estudadas, a influência imediata das variações no clima externo é bastante limitada, não devendo ser levada em consideração a temperatura média do dia de coleta de dados para fins de comparação com o topoclíma do fundo dessas cavernas. Em relação à caverna do Limoeiro, não há grande disparidade nos dados e aparentemente a temperatura do fundo acompanha a média externa do mês de outubro. Entretanto, os resultados obtidos na Pedra da Cachoeira e Planaltina são discordantes. A temperatura no fundo da Pedra da Cachoeira parece acompanhar a média externa dos últimos anos, ainda que não seja uma caverna tão profunda quanto a Planaltina, ao passo que esta última parece acompanhar a temperatura externa do mês de coleta.

É interessante notar que cavernas relativamente próximas como essas (distando aproximadamente 25 km), apresentam climas relativamente distintos. Na Pedra da Cachoeira registrou-se 25,5 graus (+ 0,06 graus) a 235 m de sua entrada, enquanto que na Planaltina foram medidas temperaturas de 26,9 graus (+ 0,11 graus) a 190 m (1,4 graus de diferença em relação à Pedra da Cachoeira,  $p < 0,001$ ) e 26,7 graus (+ 0,12 graus) a 260 m (1,2 graus de diferença,  $p < 0,001$ ). Esta diferença pode ser constatada nas distintas curvas apresentadas na Figura 1).

O fundo de cavernas, por apresentar um ambiente estável, permite aos morcegos uma conservação máxima de energia, se as condições topoclimáticas forem favoráveis à sua manutenção. Conforme já mencionado, nas cavernas estudadas são encontradas grandes populações de morcegos, que se concentram nos salões e galerias mais distantes, ocasionando a formação de depósitos de guano de largas proporções. Trabalhos como os de HENSHAW (1960) e HERREID (1963), em cavernas maternidade do Texas, foram os primeiros a evidenciar o efeito das grandes populações de morcegos e da decomposição do guano sobre o topoclíma cavernícola. Na Venezuela, temperaturas de até 40 graus Celsius são registradas em cavernas, devido ao efeito do calor corporal dos morcegos e da fermentação de suas fezes (GALAN & URBANI, 1987). Fenômeno

similar foi descrito para cavernas de Cuba (DECOU, 1981).

Tanto na caverna Planaltina como na do Limoeiro, em galerias que apresentavam divergentes densidades populacionais de morcegos, registraram-se temperaturas discordantes. Galerias como a do Carimbó, na Planaltina, e Limpa, na Limoeiro, que encontravam-se com densidades de morcegos sensivelmente inferiores às apresentadas pelas galerias Venenosa e Suja, nas respectivas cavernas, manifestaram temperaturas significativamente inferiores às destas últimas ( $p < 0,001$ ). Nas três cavernas, nos salões mais distantes, onde encontravam-se os agrupamentos mais numerosos de morcegos, o ar apresentava-se enevoado, sendo que, na Planaltina, os gases tóxicos faziam-se sentir intensamente, conforme já comentado.

Essas evidências, juntamente com o fato da caverna Planaltina apresentar uma densidade de morcegos superior à das outras cavernas e, coincidentemente, registrar as temperaturas mais elevadas ( $p < 0,001$ ), chegando a ser superiores às médias anuais externas ( $p < 5$ ), faz-nos supor que o principal fator regulador da temperatura no fundo dessas cavernas seja o calor corporal dos morcegos, bem como da fermentação dos depósitos de guano no solo.

As cavernas da região de Altamira encontram-se, dentro do esperado, entre as mais quentes do Brasil. Em São Paulo, as cavernas apresentam temperaturas do ar em torno de 18,5 graus nas zonas mais profundas (Trajano, 1981, 1987). Na região de Bonito, MS, foram registrados, em julho, valores entre 17,5 e 23,0 graus (GODOY, 1986). Em Janaúria, MG, médias obtidas em julho estiveram entre 19,8 e 22,3 graus, sendo que as temperaturas raramente atingiram 24 graus (COURA, 1975; SILVA, 1975). Temperaturas do ar medidas na gruta da Igrejinha, MG, estiveram entre 17,6 e 18,6 graus em maio e 15,8 e 18,6 graus em setembro (SALGADO, 1969), e as da gruta do Baú, MG, entre 21 e 23 graus, em maio (KRUGER, 1965).

Valores mais próximos aos de Altamira foram obtidos no sistema São Mateus, GO, onde a temperatura do ar esteve entre 23,0 e 25,0 graus no mês de julho (MILKO, 1984); interessante notar que o valor mais elevado foi verificado na chamada Galeria dos Morcegos. Mesmo na gruta de Ubajara, CE, localizada na mesma faixa de latitude das cavernas de Altamira, as medidas, efetuadas em diferentes ocasiões, foram de um modo geral mais baixas, entre 22,0 e 24,0 graus (REIS, 1969; DIAS NETO et al., 1978), à exceção das verificadas em dezembro/1978 na Sala do Funil, cujas temperaturas foram similares às das grutas estudadas em Altamira.

As diversas entradas de cada caverna estudada em Altamira encontram-se localizadas sempre em um mesmo extremo, sendo possível considerá-las como "grutas de uma só abertura, horizontais", segundo a classificação climática por tipo topográfico proposta por Racovita (1975). Essas grutas ainda enquadrar-se-iam nessa classificação, quanto ao tipo funcional, como "grutas de ventilação bidirecional permanente". Não foram feitas medidas de ventilação nessas cavernas, entretanto acreditamos que o microclima do fundo das mesmas seja de estabilização. Apesar da horizontalidade geral dessas cavernas, há um certo afunilamento ascendente, o que deve auxiliar no acúmulo de ar quente nos salões mais distantes.

Pode-se diferenciar, nas grandes cavernas da região de Altamira, quatro ambientes climaticamente distintos: salões próximos às entradas, com variações de temperatura acompanhando as mudanças do clima externo e umidade do ar já bastante elevada; galerias de rio, com umidade próxima à saturação; galerias secas, abandonadas pelo rio, com umidade elevada mas inferior ao registrado nas anteriores; e galerias do fundo das cavernas, com temperatura elevada pelas grandes populações de morcegos e apresentando o ar carregado de gases provenientes da fermentação do guano.

#### Agradecimentos

Agradecemos profundamente aos membros do GEP e, em especial, a Roberto Vizeu L. Pinheiro, Clóvis Maurity e Alexandra Krause, pelo indispensável auxílio nos trabalhos de campo e pelo companheirismo, que tornou tão agradável nossa estadia em meio à chuva de carrapatos e nuvens de gases amoniacais.



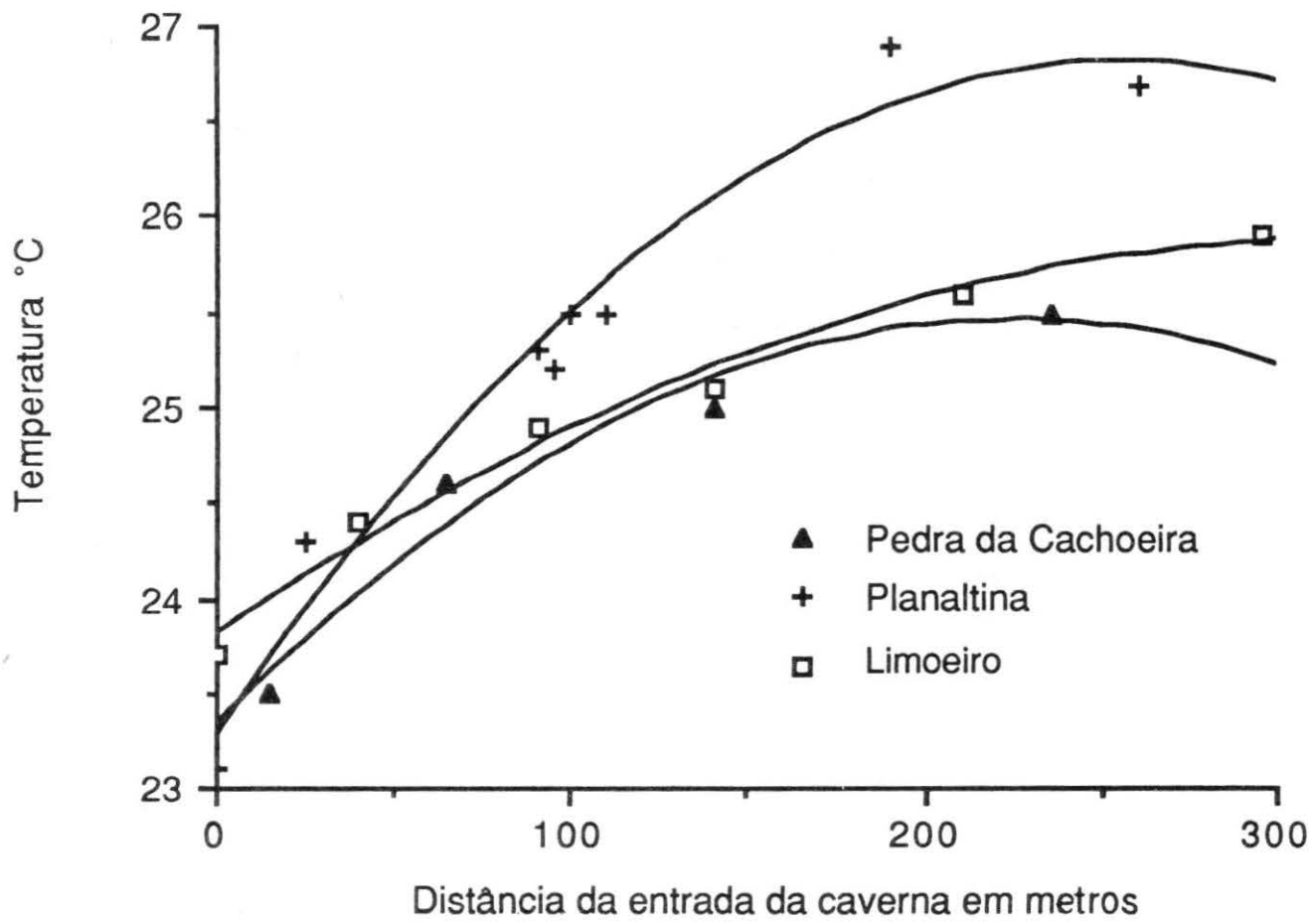
#### 4. Referências bibliográficas

- CESAR, N.S., Jr. 1980. Estudo meteorológico do Laboratório Subterrâneo. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 14., Belo Horizonte, 1980. Anais, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p. 140-7.
- COURA, J.F. 1975. Província Espeleológica de Januária. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10., Ouro Preto, 1975. Anais, Sociedade Excursionista Espeleológica. p. 41-52.
- DECOU, V. 1981. Quelques aspects de la biospéologie tropicale résultant des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba. In: ORGHIDAN, T. et al. (eds). Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba. Ed. Acad. Republ. Social. România, Bucaresti.
- DIAS NETO, C.M.; FALZONI, R.; KARMANN, I.; LINO, C.F.; MILKO, P.; SANCHEZ, L.E. 1978. Parque Nacional de Ubajara. Levantamento espeleológico. Sociedade Brasileira de Espeleologia. /Relatório não publicado/
- GALAN, C.; URBANI, F. 1987. El desarrollo de la espeleología y aspectos generales de las áreas cársticas venezolanas. In: DECOU, V. et al. (Ed.). Fauna hipogea y hemiedáfica de Venezuela y de otros países de América del Sur. Ed. Acad. Republ. Social. România. p. 15-22.
- GODOY, N. 1986. Nota sobre a fauna cavernícola de Bonito, MS. Espeleo-Tema, v. 15, p. 79-91
- HENSHAW, R.E. 1960. Responses of free-tailed bats to increases in cave temperature. J. Mammal., v. 41, n. 3, p. 396-8.
- HERREID, C.F. 1963. Temperature regulation of Mexican free-tailed bats in cave habitats J. Mammal., v. 44, n. 4, p. 560-73.
- KRUGER, F.L. 1965. A gruta do Baú. Rev. Esc. Minas, v.24, n.2, p.1-5.
- MILKO, P. 1984. Medidas físicas e químicas - Expedição Goiás 79. Espeleo-Tema, v. 14, p. 116-22.
- RACOVITA, G. 1975. La classification topo-climatique des cavités souterraines. Trav. Inst. Spéol. E. Racovitza, v.14, p. 197-216
- REIS, J.A.V. 1969. Gruta de Ubajara. Espeleologia, Ouro Preto, v. 1, p. 13-5.
- SALGADO, F.S. 1969. Gruta da Igrejinha. Espeleologia, Ouro Preto, v.1, p.25-32.
- SILVA, L.A. 1975. Relatório de excursão - Januária - MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10., Ouro Preto, 1975. Anais, Sociedade Excursionista Espeleológica. p. 23-40.
- TRAJANO, E., 1981. Padrões de distribuição e movimentos de morcegos cavernícolas no vale do Alto rio Ribeira de Iguape, São Paulo. São Paulo. 154 p. Dissertação (Mestrado). Inst. Biociências, Universidade de São Paulo.
- TRAJANO, E. 1987. Biologia do bagre cavernícola, Pimelodella kronei, e de seu provável ancestral, Pimelodella transitoria (Siluriformes, Pimelodidae). São Paulo. 211 p. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.
- TRAJANO, E.; MOREIRA, J.R.A. 1991. Estudo da fauna de cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba, PA. Rev. Bras. Biol., v. 51, n. 1.

Tabela 1. Temperatura e umidade relativa do ar, e respectivos desvios padrão, medidos em outubro/1988 em cavernas da região de Altamira (Pedra da Cachoeira - médias de tres medidas; Planaltina e Limoeiro - médias de seis medidas)

Local	Distância da entrada (m)	Temperatura C	Desvio padrão	U.R. %	Desvio padrão
<b>PEDRA DA CACHOEIRA</b>					
Exterior	-20	24,1	2,89	73,3	7,23
Entrada	15	23,5	1,63	93,7	3,51
Firmamento	65	24,6	0,15	99,3	0,58
Beyond	140	25,2	0,06	99,3	0,58
Angelino	140	25,0	0,00	99,7	0,58
Hun Berto	235	25,5	0,06	99,0	0,00
<b>PLANALTINA</b>					
Entrada	0	23,1	1,43	97,5	1,38
Superior	25	24,3	0,58	94,8	5,46
Kricket	90	25,3	0,23	98,0	0,89
Xuxa	100	25,5	0,08	98,8	0,75
Pseudo 1	95	25,2	0,19	99,0	0,00
Pseudo 2	110	25,5	0,09	99,5	0,55
Carimbó 1	90	25,2	0,13	99,3	0,82
Carimbó 2	150	25,4	0,05	99,8	0,41
Conde	190	26,9	0,11	98,3	0,82
Venerosa	260	26,7	0,12	99,0	0,00
<b>LIMOEIRO</b>					
Exterior	-20	24,1	1,37	95,0	2,83
Entrada 2	15	24,3	0,21	99,0	0,63
Limpa 1	105	24,7	0,05	99,7	0,52
Limpa 2	170	24,8	0,08	99,5	0,55
Entrada 1	0	23,7	0,81	97,7	1,21
Seca 1	40	24,4	0,33	98,5	0,84
Seca 2	90	24,9	0,06	99,3	0,52
Gigante	140	25,1	0,05	99,2	0,41
Folhelho	210	25,6	0,08	99,5	0,55
Suja	295	25,9	0,08	99,0	0,00

Figura 1 Temperatura média do ar ao longo das cavernas



## AS MINAS DE SALITRE: A EXPLORAÇÃO ECONÔMICA DAS CAVERNAS EM MINAS GERAIS NOS FINS DO PERÍODO COLONIAL

Maria do Carmo Andrade GOMES 2

Luis Beethoven PILÔ 3

Recebido em setembro/1990, aceito em março/1991

### Abstract

The paper presents an initial historical picture of the saltpeter exploitation in the caves of Minas Gerais State, by the end of the colonial period. Natural and historical factors conditioned the economic cycle, as the consulted documents suggest.

Key Words: saltpeter - cave - economic history - colonial period - Minas Gerais - Brazil.

### Resumo

O trabalho apresenta um quadro histórico inicial da exploração do salitre nas cavernas de Minas Gerais nos fins do período colonial. Fatores históricos e naturais específicos condicionaram o ciclo econômico, como sugere a documentação levantada.

Palavras-chave: salitre - cavernas - história econômica - Minas Gerais - Brasil.

"... Amanhecco enfim, e meus primeiros passos se dirigirão para a grande lapa. Enleava-me o seu largo, e espaçoso vão; no tecto alvas estalactites pendentes, humas representavão fluctuantes roupas, e de enormes grandezas, outras monstruosos cachos de uva, que se vião melões, ali variadas flores: nos lados, em partes se revelão, e brotão docéis, globos, colchões rolados, delicadas rendas; em partes afundão grandes recameras, nichos, tudo curiosamente da natureza, obras suas fabricadas ao seu vagar, na confusão dos séculos, e pinga a pinga!

---

1 Apresentado no XIX Congresso Nacional de Espeleologia, em Ouro Preto, 1987.

2 Pesquisadora do LAPHIS - Laboratório de Pesquisa Histórica.

3 Espeleólogo do Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais. Membro do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas.

... estas cavernas, onde até hoje tem reinado uma profunda paz, e solidão, um dia serão desfiguradas para dellas se extrahir o branco sal, que nos dias de terror, e no campo da morte, entre nuvens de fumo, e linguas de fogo, irá aumentar a confusão, o horror, e a destruição!".

Lapa Estreito de Pedra  
José Vieira Couto - 1803

## 1. Introdução

A primeira forma de relação do homem com as cavernas deixou rastros inteligíveis, decifrados pelos arqueólogos: a caverna era abrigo, moradia, templo e suporte para sua arte.

No Brasil, ao longo de milhares de anos que antecederam a chegada do colonizador europeu, sucederam-se diferentes populações indígenas que, embora dotadas de particularidades culturais e inscritas em distintos quadros naturais, mantiveram a característica não-predatória no contato e uso das grutas.

Um segundo momento viria a se estabelecer com a colonização branca das terras brasileiras: agora os homens buscavam as cavernas atrás daquilo que se constituiria numa riqueza comercial - o salitre - mineral estratégico, essencial na composição da pólvora que, por sua vez, era indispensável à grandeza das nações européias, sempre em guerra entre si. O contato do homem com as cavernas altera-se substancialmente; ele agora não mantém qualquer relação duradoura, mas sua intervenção é essencialmente predatória: retirar o produto e abandonar o local.

Os espeleólogos em suas explorações têm ocasionalmente se defrontado com referências e vestígios desta antiga atividade, como comentários das populações e a toponímia de componentes da paisagem (gruta do Salitre, rio do Salitre, etc.). A história da exploração do salitre pode ser conhecida, mais detalhadamente, pelos documentos históricos oficiais e pelos depoimentos de época que trazem o seu relato. O historiador pode então colaborar para o esclarecimento sobre o que foi e como se deu esta atividade, rastreando na documentação as suas principais características e condicionantes.

O presente trabalho tem, portanto, como objetivo apresentar um quadro histórico inicial sobre a antiga exploração do salitre nas cavernas de Minas Gerais, sem pretensão de esgotar o tema, mas como uma primeira contribuição sobre o assunto. Os limites cronológicos não são precisos, mas foram sugeridos pela própria documentação: o últimos anos do século XVIII e as primeiras décadas do século XIX assistiram ao crescimento, apogeu e decadência desta atividade em Minas. Este ciclo econômico teve condicionantes históricos e naturais específicos, como veremos a seguir.

## 2. O salitre nas cavernas

As teorias dos depósitos de salitre em cavernas esbarram até o presente momento em duas explicações. A primeira, com base na produção a partir de compostos orgânicos, principalmente o guano, foi largamente aceita até o início do século XX, quando Hess, em 1900, sugeriu uma formação com base na ação de bactérias nitrificantes sobre o solo acima da caverna; a chuva se encarregaria de transportar o nitrato pelas fissuras até depositá-lo, por gotejamento, no piso da caverna. Apesar da teoria de Hess ter tido muitos méritos, outros estudiosos, posteriormente, voltaram a defender uma origem a partir do guano de morcegos e, desde então, a discussão prossegue em torno de tais teorias (HILL, 1981 : 252-3).

Diante dos documentos referentes ao início do século XIX, podemos concluir claramente que a teoria então aceita sobre os depósitos de salitre se refere à sua origem orgânica. Isto é confirmado em relato de Eschwege em 1818, quando visitou Lapa Grande, município de Montes Claros, na qual destaca a grande contribuição dos dejetos dos incontáveis morcegos na formação do salitre.

Em estudo feito por HILL (1981), referente a depósitos de apenas duas cavernas nos Estados Unidos, é defendida uma gênese do salitre por água percolante. Segundo a autora, a partir do fornecimento do nitrogênio dos solos sobre as cavernas, a água de chuva, que penetra por este solo, vai carregar o nitrogênio em sua forma mais estável, isto é, o ion amônia ( $NH_4^+$ ). O ion amônia será carregado em solução por entre os poros, fissuras e interstícios do calcário até encontrar a caverna. A partir daí sofrerá oxidação para formar o nitrito ( $NO_2^-$ ) e depois para o sal nitrato ( $NO_3^-$ ), tanto por meios inorgânicos como por bactérias nitrificantes (nitrobacter e nitrosomonas). Hill ainda exclui de sua teoria a matéria orgânica (excrementos de morcegos) como condicionantes para formação da terra salitrosa.

Já SCHAFFER (1985), coloca como fator regulador do processo de nitrificação o oxigênio, o balanço térmico e as atividades bacterianas, independentemente da fonte de origem dos componentes de nitrogênio.

Como os nossos objetivos neste artigo se concentram principalmente no momento histórico da exploração do salitre, deixamos para uma outra oportunidade a discussão no que se refere à gênese dos depósitos de salitre em grutas que, como vimos, ainda não foi suficientemente esclarecida.

### 3. Contexto histórico

A pólvora constitui-se de um composto explosivo obtido mediante a mistura de enxofre, carvão e salitre. O seu uso, disseminado na Europa a partir do século XIV, revolucionou os métodos de guerra das emergentes nações européias e tornou-se essencial na constituição de uma força armada poderosa. Sua importância como material estratégico de defesa e ataque cresceu nos séculos seguintes, marcados pelas constantes guerras tanto em território europeu como no vasto mundo colonial.

Daí se apreende a importância histórica do salitre no início da Idade Moderna e como sua busca e extração eram essenciais aos governos da época. Nações que exerciam intenso comércio com o mundo colonial (como França, Inglaterra, Holanda e Portugal) possuíam poucas reservas e produção do gênero em seu próprio território, sendo mais vantajosa a sua comercialização a partir da produção abundante de determinadas regiões, destacando-se Bengala, na África. As constantes guerras e bloqueios marítimos tenderam a reverter este quadro: às vésperas da Revolução de 1789, a França passou a estimular a sua produção interna, o mesmo sucedendo com Portugal.

O governo da metrópole portuguesa buscava incentivar a produção do salitre e muitas cavernas foram assim descobertas pelos bandeirantes e sertanistas, especialmente pelas expedições que desbravaram o trecho baiano do vale do rio São Francisco e parte norte de Minas Gerais. As grutas que continham as terras salitradas eram então denominadas nitreiras, salitreiras ou minas de salitre.

Entretanto, poucas iniciativas foram empreendidas nos primeiros séculos de colonização, devido essencialmente à baixa lucratividade da extração. Isto se explica pelo ônus e precariedade dos caminhos e transportes, pois os depósitos de salitre se encontravam nas formações carbonáticas em territórios bastante avançados no interior e, como se sabe, a colônia se caracterizou, pelo menos até o advento da mineração, pelo intenso povoamento do litoral.

Na última década do século XVIII a atividade teria finalmente o seu incremento, devido em grande parte à própria crise do sistema colonial que obrigou o governo metropolitano a mudar de atitude em relação às colônias, buscando incentivar novas atividades e modernizar as existentes. A Coroa Portuguesa passou a estimular a produção do salitre a partir de seu próprio território, com a instalação, entre outras, da Real Nitreira Artificial de Braço da Prata em 1798.

Na Capitania de Minas Gerais a crise se sobrepôs à própria decadência da mineração, forçando a busca de novas alternativas econômicas tanto por parte da administração como das próprias populações antes dedicadas à extração do ouro. O principal mentor da nova política portuguesa foi o então Ministro dos Negócios Ultramarinos, D. Rodrigo de Souza Coutinho, de mentalidade ilustrada e dinamizadora. A ele pode ser atribuído o estímulo oficial à investigação e produção do salitre em Minas Gerais.

Foram enviados a Minas diversos mineralogistas encarregados de estudar as condições naturais da Capitania para a exploração do salitre, tendo sido financiadas suas viagens, estudos e mesmo algumas iniciativas de montagens de salitreiras. Além disso, são remetidas para as autoridades coloniais diversos prospectos didáticos sobre a fabricação do produto, recomendando-se a sua produção. Nos últimos anos do século XVIII, o preço do salitre havia subido muito no mercado internacional, tornando-se um artigo de primeira necessidade para Portugal. Já em 1801, o Príncipe Regente recomendava a ampliação da produção também para exportar para o Reino, conforme suas palavras ao governador da Capitania, Bernardo José de Lorena:

"Hey por bem (...) ordenar-vos que desde logo procureis, de huma parte, ampliar as Nitreiras, tanto Naturaes, como Artificiaes, fazendo todo o esforço por conseguir não só o Salitre necessário ao fabrico da Polvora, que consome esta Capitania; mas também a fim de se transportar para o Reino ..." (BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO, 1801:151).

Acompanhou esta iniciativa governamental, entretanto, uma constante preocupação quanto ao controle da produção e do preço do produto: enquanto a fabricação do salitre era permitida a particulares, o fabrico da pólvora era proibido. Para evitar descaminhos e manter controle sobre o preço, toda a produção do salitre deveria ser vendida à Junta da Fazenda Real pelo preço por ela estipulado a cada ano. A fabricação clandestina da pólvora e seu contrabando, foram, entretanto, muito praticados. É o que atestam as palavras do especialista Joaquim Velloso de Miranda, dirigidas em 1801 ao Ministro Rodrigo de Souza Coutinho:

"Sabe-se que em outras muitas partes da Capitania o povo miúdo debaixo de mão se tem alvoroçado para fabricar e contractar neste genero de contrabando; (...) o que bem confirma ser aquella negociação de grande proveito; maiormente no tempo presente, em q. a polvora he hum genero tão caro, como raro nesta Capitania" (Offício do Dr. Joaquim Velloso de Miranda sobre a extração do salitre na Capitania de 1801. DOCUMENTOS, 1898: 273).

O preço da pólvora aqui fabricada chegava a ser 50% mais barato do que a importada. Daí, até a própria Junta da Fazenda Real chegava por vezes a comprar a pólvora dos particulares, caracterizando uma atitude contraditória entre os objetivos da colônia e da Metrópole, como era próprio do momento de crise colonial.

Este conflito de interesses foi configurado, exemplarmente, no episódio da Inconfidência Mineira. É importante destacar que a obtenção do salitre para a preparação clandestina do explosivo foi objeto de estudo dos inconfidentes, assim como a montagem de uma fábrica de pólvora na Capitania veio a constar no programa esboçado pelos mesmos.

Nos primeiros anos do século XIX estava já em franca expansão a produção de salitre. Os cientistas e autoridades portuguesas que estudaram as condições naturais atestavam a existência de inúmeras cavernas com terras salitrosas no território, jazidas abundantes que poderiam produzir grandes quantidades do nitrato. Datam portanto desta época a descoberta e exploração de muitas cavernas mineiras, espalhadas, principalmente, pelos vales dos rios das Velhas e São Francisco.

O ano de 1808 é também um marco devido à vinda da família real para o Brasil. Este fato, de projeção internacional, veio influenciar a atividade de exploração do salitre em Minas pela transformação que se deu na política administrativa em relação à colônia brasileira, agora chamada Reino Unido e sede da monarquia portuguesa. Tratou-se de reorganizar as forças militares e rearmar o seu arsenal buscando a autosuficiência. Decorreu disso um incentivo à produção da pólvora, antes rigorosamente proibida e, conseqüentemente, à produção do salitre.

No mesmo ano é criada a Fábrica Real de Pólvora do Rio de Janeiro, seguida posteriormente pela Fábrica de Pólvora de Vila Rica. Estas fábricas passam a consumir toda a produção de salitre da Capitania, monopolizando o preço e a produção. Outra medida que visava estimular a fabricação do salitre foi a



publicação e distribuição gratuita de um manual escrito pelo mineralogista Dr. José Vieira Couto, com instruções e recomendações detalhadas sobre a extração e fabricação do salitre tanto nas chamadas nitreiras naturais (cavernas) como artificiais (espécie de estufa de montagem artesanal que produzia as condições naturais de formação do salitre). (4)

É o momento de maior expansão da atividade. Mas, pouco depois, já em torno do ano de 1813 há sinais visíveis de estagnação e decadência em diversas regiões. As razões desta instabilidade se encontram na própria natureza da exploração. A Coroa Portuguesa e as autoridades coloniais permitiam a extração a qualquer pessoa, desde que esta descobrisse a caverna com salitre, ou seja, a salitreira. Pensou-se mesmo em instituir prêmios oficiais para que se encontrassem novas salitreiras, iniciativa já usada por alguns fazendeiros. Não identificamos uma postura legal generalizada em relação à propriedade e uso das cavernas salitrosas: estas podiam ser arrendadas pelos proprietários aos agregados ou pessoas estranhas (às vezes mediante o pagamento do quinto) e mesmo cedidas gratuitamente para exploração às pessoas mais pobres.

Sem dúvida, a camada da população mineira que se dedicou com exclusividade à exploração do salitre se caracterizava pela marginalidade econômica, composta em sua maioria por homens livre, desprovidos de grandes recursos. O trabalho escravo é muito pouco citado na documentação.

A fragilidade do fabricante de salitre é bem acentuada. Ele ficava exposto às oscilações do preço da arroba, ao risco decorrente da relativa produtividade das terras a serem trabalhadas e ainda ao elemento intermediário. Este atravessador encarregava-se do transporte do produto até as fábricas do Rio de Janeiro e Vila Rica, sempre forçando a queda do preço no local de exploração para obter o seu lucro com o frete. Percebe-se a grande instabilidade a que estavam sujeitos os produtores, visto que a atividade apresentava-se bastante dispendiosa em contraposição a uma lucratividade nem sempre garantida.

Mais que tudo, entretanto, caracterizou-se a extração do salitre pelo comportamento extremamente imediatista e predatório com que os colonos a empreenderam, sejam eles fabricantes de maior ou menor porte, o que resultou no rápido esgotamento das jazidas de salitre e na efemeridade desta ocupação econômica.

Para melhor compreensão desta afirmativa, convém descrever um pouco o que foi esta exploração. Como já foi colocado, havia à época dois métodos de obtenção do produto bruto: um natural, que consistia na retirada mecânica das terras salitradas das cavernas e seu preparo; e um artificial, bastante disseminado na Europa, que compreendia a construção de pequenos "avarandados" que reproduziam as condições naturais de surgimento do salitre. A estes dois métodos de obtenção do salitre correspondiam os nomes nitreiras ou salitreiras naturais, que eram as cavernas, ou nitreiras artificiais.

Em Minas Gerais, a existência de grande número de grutas com terras salitrosas (especialmente na região denominada sertão) fez com que os interessados na produção de salitre recorressem a este método mais rápido e menos oneroso. Assim, embora os cientistas e autoridades tenham recomendado a construção das chamadas nitreiras artificiais, não se tem notícia de que estas tenham sido efetivamente utilizadas.

Outras recomendações de importância ainda maior, envolvendo a conservação das próprias nitreiras naturais, também não foram observadas pelos fabricantes de salitre, como veremos.

---

4 Os trabalhos do Dr. Vieira Couto são sem dúvida os melhores documentos relativos aos antigos métodos de fabrico do salitre. Consistem em duas memórias bastante distintas. Uma primeira, publicada pela Imprensa Régia, é um manual técnico de cunho didático, centrado na montagem das salitreiras artificiais e nos processos de purificação do nitrato. A segunda memória, que nos parece não ter sido publicada, possui alguns trechos iguais, mas concentra o seu texto na descrição das salitreiras do Monte Rodrigo (Serra de Minas) e numa proposta de montagem naquele local de uma fábrica de pólvora. Este projeto, envolvendo o aproveitamento racional das terras e cavernas, conservação das matas e navegação dos rios, nos pareceu bastante avançado para a mentalidade do tempo.

As terras salitradas cobriam as superfícies das cavernas e apresentavam maior grau de dificuldade de extração à medida que se interiorizavam. Eram retiradas em pequenos carros de madeira e levadas para outro local fora das cavernas onde se procedia ao preparo do salitre. (Os processos de extração e fabrico do salitre, segundo as diversas descrições de época, eram extremamente semelhantes, mesmo nas distintas regiões da Capitania.) Este preparo consistia na lixiviação das terras, ou seja, em diversas lavagens e fervuras das águas, às quais eram adicionadas cinzas (potassa) para cristalização dos sais, especialmente o salitre. Partia-se de simples princípios, como o de que os sais eram solúveis na água e a terra não, e que cada sal teria seu tempo apropriado para cristalização, regulando-se para isso as quantidades de águas e os tempos das fervuras (os outros sais eram muitas vezes utilizados para alimentação do gado). Estas lavagens e fervuras eram realizadas em caixas e tonéis, escavados em troncos de árvores, assim como os cristalizadores. Resultava deste processo artesanal um salitre bruto, o qual era refinado novamente, através de fervuras e lavagens. O maior ou menor refino deste salitre condicionava o preço por arroba do produto, agora em ponto de comercialização.

As terras lixiviadas eram desprezadas, embora fosse recomendação constante das autoridades administrativas e técnicas que estas deveriam ser repostas nas cavernas, pois assim poderiam mais rapidamente serem impregnadas novamente. Como coloca um lúcido depoimento da época, em relação a esta recomendação, "os arrendatários a ouvirão com m.to indiferença, e m.to mais os Proprietários; estes não se emportavão senão com o Si q. recebião, e aquelles só cuidavão em poupar trabalho..." ("Sobre Nitreiras", Offício de João Batista Monteiro de Barros. DOCUMENTOS, 1898: 755). O Dr. Vieira Couto em 1803 e Eschwege em 1813 já denunciavam o rápido esgotamento das nitreiras, pois os fabricantes agiam de maneira destrutiva, retirando toda a terra das cavernas e não repondo as mesmas, para se iniciar um novo ciclo natural de produção de salitre. Pelo contrário, tratavam os salitreiros de retirar todas as terras que possuísem as cavernas até encontrar a rocha calcária, esterilizando as mesmas no que toca à produção do nitrato. Este foi o comportamento mais generalizado entre as populações que se dedicaram a esta atividade, em parte explicada pela ignorância quanto aos métodos mais apropriados de extração, mas sobretudo derivada da própria mentalidade dos colonos, voltada exclusivamente para a imediata oportunidade de lucro.

Assim, já no ano de 1813, algumas regiões se mostravam estagnadas, com pouca produção, decadência causada por dois grandes condicionantes: a queda acentuada do preço que se verifica a partir de 1812 e a baixa produtividade e aproveitamento das nitreiras naturais.

Além de Eschwege e Vieira Couto, outros viajantes também visitaram locais de extração de salitre na segunda década do século XIX, como Saint-Hilaire, John Mawe e os cientistas Spix e Martius. Seus relatos trazem interessantes descrições de grutas e dos processos de fabrico do salitre, sempre com referências à decadência da atividade.

#### 4. Distribuição espacial das salitreiras

As salitreiras, em Minas Gerais, ocuparam predominantemente uma ampla zona ao norte da atual capital e, para oeste, penetraram em direção às cidades de Bambuí, Arcos e Formiga, para depois avançar rumo ao extremo norte do Estado (vide mapa). Esta região se sobrepõe à área de sedimentação proterozóica (Grupo Bambuí), transformada, posteriormente, em planaltos sedimentares. Parte considerável desta área possui características geológicas (rochas carbonáticas) e geomorfológicas passíveis de elaboração de paisagens cársticas, onde se incluem as cavernas.

Apesar de restrita, uma outra região se apresentou como salitreira. Trata-se do geossinclíneo do Espinhaço, que engloba várias séries de rochas atribuídas ao Pré-Cambriano Médio e Superior, merecendo destaque os quartzitos.

De acordo com os relatos históricos foi possível revelar, especialmente, as principais regiões onde se deu, mais intensamente, a extração do salitre.

Salitreiras da Serra de Minas (denominada na época Monte Rodrigo), no atual município de Santo Hipólito, em torno da localidade de Pissarrão, hoje Nossa Senhora da Glória. Foram visitadas e estudadas pelo mineralogista Dr. José Vieira Couto em 1803. Descobertas em 1799 as cavernas desta região mostravam-se extremamente abundantes, provocando um fluxo intenso de pessoas para a região: "... o povo começava a ajuntar-se, e principiava-se já a criar-se mais hum novo ramo de comércio..." (LISBOA. ARQUIVO HISTÓRICO ULTRAMARINO, 1803:3). Despertando o interesse oficial, a Coroa Portuguesa manda suspender o trabalho de particulares e envia para lá o cientista Vieira Couto para estudo de suas possibilidades de aproveitamento pelo Estado. Desta iniciativa não resultou nenhum projeto concreto, excetuando-se a interessante memória sobre as salitreiras que este cientista então escreveu. Presume-se que as salitreiras voltaram a ser exploradas por particulares, como colocou o viajante inglês John Mawe alguns anos depois. Em 1835, foram visitadas pelo naturalista P. Lund quatro cavernas desta região (Lapa de Santo Hipólito, lapa da Vargem D'Anta, lapa de Saraiva e uma pequena caverna na fazenda do Brejo.

Salitreiras da região de Arcos envolvendo os atuais municípios de Formiga, Bambul e Arcos, na comarca do rio das Mortes. Estas foram visitadas por Eschwege em 1816 e já estavam sendo exploradas há sete anos. Descreve a maior caverna (Loca Grande-Arcos) e a exploração na Fábrica de Salitre Boa Vista, onde registra o trabalho de dez escravos, tratando-se, portanto, de uma exploração de grande porte. Eschwege registrou também a existência de muitas ossadas fósseis na gruta de Loca Grande.

Salitreiras da região de Montes Claros e Coração de Jesus, que foram, certamente, as mais importantes e produtivas em toda Minas Gerais. Foram visitadas por diversos cientistas: Saint-Hilaire, Eschwege, Spix e Martius (os três últimos na chamada Lapa Grande) entre os anos de 1818 e 1822. Todos atestam o estado de decadência em que estas já se encontravam, mas afirmando que o salitre ainda era a maior riqueza daquelas populações sertanejas. Spix e Martius visitaram Lapa Grande especialmente à procura de ossos fósseis, o que de fato encontram e recolhem, anotando que os habitantes do sertão referiam-se à existência de tais ossos nas cavernas.

Salitreiras da região de Matozinhos e Baldim, frequentemente citadas na documentação, envolviam ainda os atuais municípios de Sete Lagoas, Cordisburgo, Prudente de Moraes e Lagoa Santa. Também apresentaram um importante conjunto de jazidas de salitre, de significativa produção. Muitas cavernas desta região foram exploradas por Lund entre os anos de 1836 e 1844, registrando a extração de salitre em algumas delas.

Em 1822, deu-se a independência do Brasil e uma nova ordem política e econômica seria gradualmente implantada. As populações itinerantes de Minas, que desde a decadência do ouro encontravam-se dispersas, foram gradativamente se incorporando a uma agricultura de subsistência. Declinou a produção, restringindo-se cada vez mais ao consumo interno. Em 1826, o governo provincial, agora na nação recém-independente, tornaria a investigar as condições para montagem de uma fábrica de salitre na comarca de Sabará, mas o veredito do encarregado das pesquisas foi desanimador. Seu documento é uma síntese de todos os problemas que cercaram sempre a atividade: o método predatório de exploração das cavernas, a não renovação das terras salitrosas, as dificuldades de extração nas cavernas mais profundas, o rápido esgotamento das jazidas, as dificuldades de transporte para as regiões desertas do sertão, as doenças, o contrabando, a dificuldade para montagem das salitreiras artificiais e, finalmente, o baixo preço. Este relatório, pessimista mas revelador, fecha a nossa investigação sobre a extração do salitre.

## 5. Conclusões

A título de conclusão, gostaríamos de registrar que ainda durante a extração do salitre, uma nova forma de contato e percepção das cavernas se iniciava: Eschwege, Saint-Hilaire, Spix e Martius observaram e registraram a riqueza e singularidade das formações das grutas, estes "velhos edifícios de Architectura Gótica, cahidos já em ruínas", segundo palavras de COUTO (1809:13). Este último foi suficientemente lúcido para perceber a contradição que havia entre a beleza natural das cavernas, formadas ao longo de milhares de

anos e o objetivo brutal de seus exploradores - a produção de pólvora, alimento das guerras entre os homens.

Referida brevemente por Saint-Hilaire e Eschwege, a existência de ossadas fósseis nas grutas exploradas pelos salitreiros é confirmada por Spix e Martius. Estas mesmas notícias, espalhadas pelos sertanejos chegariam aos ouvidos de um outro cientista estrangeiro, Peter Lund, que a partir de 1835 iniciou suas pesquisas sobre a paleontologia brasileira. De fato, a primeira referência concreta à existência de fósseis foi obtida por Lund na Fazenda Porteira, de propriedade de seu compatriota Peter Claussen e se devia à exploração de salitre nas cavernas da região de Curvelo. Pode-se imaginar o número de fósseis e de vestígios arqueológicos que foram destruídos até então, quando os homens cavavam a pá a terra das cavernas, desconhecendo por completo seu potencial científico.

Com Lund, inaugurou-se um terceiro momento na relação do homem com as cavernas: seu objetivo não era extrair um produto comercial mas o conhecimento científico e o prazer estético. Este novo e respeitoso contato determinaria, a longo prazo, o nascimento da ciência espeleológica no Brasil.

No século XX, uma nova atividade econômica retomaria o conflito, ameaçando estes monumentos naturais com interesses predatórios. A mineração de calcário, elemento essencial para a indústria do cimento, siderurgia e agricultura, vem ocasionando, de maneira rápida, a destruição de diversas grutas. Ironicamente, os explosivos não são mais extraídos das cavernas, mas levados até elas para promover o seu desmonte, alcançando um nível de depredação muito maior e mais definitivo do que aquele registrado com a extração do salitre.

Entretanto, as perspectivas atuais apontam para uma revalorização das cavidades naturais, não só como patrimônio cultural, mas como um ecossistema frágil e peculiar, merecedor de um amparo legal. Produto da crescente conscientização ambiental e científica sobre as cavernas, o aparato jurídico recém-instituído para sua proteção busca conciliar os distintos interesses que cercam este cenário.

#### Agradecimentos

Agradecemos a Augusto Auler, Clayton Ferreira Lima e Helena David Castelo Branco.

## 6. Bibliografia

### 6.1. Manuscritos

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO, 1795-1802. Registro de Cartas, Ordens Régias e Avisos. /manuscrito, Cód. SC-269/.

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO, 1801. Originais de Cartas Régias e Avisos. /manuscrito, Cód. SC-295/.

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO, 1808. Originais de Cartas Régias e Avisos. /manuscrito, Cód. SC-326/.

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO, 1803-1810. Real Erário. Ordens à Junta da Real Fazenda. /manuscrito, Cód. DF-1608/.

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO. Carta das nitradeiras de Monte Rodrigo. /242.MC.02.06/.

BELO HORIZONTE. ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO. Mapa das Salitreiras Naturaes de Linhares na Matta do Distrito de Formigas - vertentes do Rio de S. Franç desde o Porto Real até a Manquita - das Fazendas, e das

Fabricas estabelecidas para a extração de salitre, em 1810. /428.MC.02.06/.

LISBOA. ARQUIVO HISTÓRICO ULTRAMARINO, 1803. Memória sobre as Nitreiras Naturaes e Artificiaes de Monte Rorigo, na Capitania de Minas Geraes, por ordem de Sua Alteza Real por José Vieira Couto. /Cód. 2095/.

## 6.2. Referências bibliográficas

AUTOS de Devassa da Inconfidência Mineira, 1981. 2ª edição, Brasília: Câmara dos Deputados; Belo Horizonte, Imprensa Oficial, v. 4.

COUTO, J.V., 1809. Memória sobre as Salitreiras Naturaes de Monte Rodrigo; maneira de as auxiliar por meio das artificiaes; refinaria do nitrato de potassa, ou salitre; escrita no anno de 1803. Rio de Janeiro, Impressão Régia.

DIVERSOS registros de correspondência official do Governador D. Pedro Maria de Athayde e Mello (1803-1808), 1906. Revista do Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte, v. 11, p. 310-13.

DOCUMENTOS diversos, 1898. Revista do Arquivo Público Mineiro, Ouro Preto, v. 3, p. 270-81.

DOCUMENTOS diversos, 1899. Revista do Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte, v. 4, p. 299-316.

ESCHWEGE, W.L., 1979. Pluto Brasiliensis. Belo Horizonte, Itatiaia.

FERREIRA, F.I., 1924. Opulência de Minas Gerais. Revista do Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte, v. 20, p. 75-7.

GAMA, M.J.N., 1803. Memória sobre a absoluta necessidade, que ha, de Nitreiras nacionaes para a independência e defesa dos Estados com a Descripção da origem, actual estado, e vantagem da Real Nitreira Artificial de Braço de Prata. Lisboa, Impressão Régia.

GUERSONI Fİ, G., 1986. Política e Crise do Sistema Colonial em Minas Gerais; 1768-1808. Mariana, Imprensa Universitária da UFOP.

HILL, A., 1981. Origin of Cave Saltpeter. J. Geology, p. 252-9.

HOLANDA, S.B., 1970. História Geral da Civilização Brasileira. São Paulo, Difusão Européia do Livro, Tomo 2, v. 1.

LUND, P.W., 1950. Memórias sobre a Paleontologia Brasileira. Rio de Janeiro, MEC/INL.

MAXWELL, K., 1978. A Devassa da Devassa. Rio de Janeiro, Paz e Terra (2ª ed.).

MATOS, R.J.C., 1981. Corografia Histórica da Província de Minas Gerais; 1837. Belo Horizonte, Imprensa Oficial, v. 2, /Publicações do Arquivo Público Mineiro/.

MAWE, J., 1978. Viagens ao Interior do Brasil. Belo Horizonte, Itatiaia.

PRADO Jr., C., 1976. Formação do Brasil Contemporâneo. São Paulo, Brasiliense.

PIRES, A.O.S., 1929. Espeleologia. Revista do Arquivo Público Mineiro, Belo Horizonte, v. 23, p. 107-167.

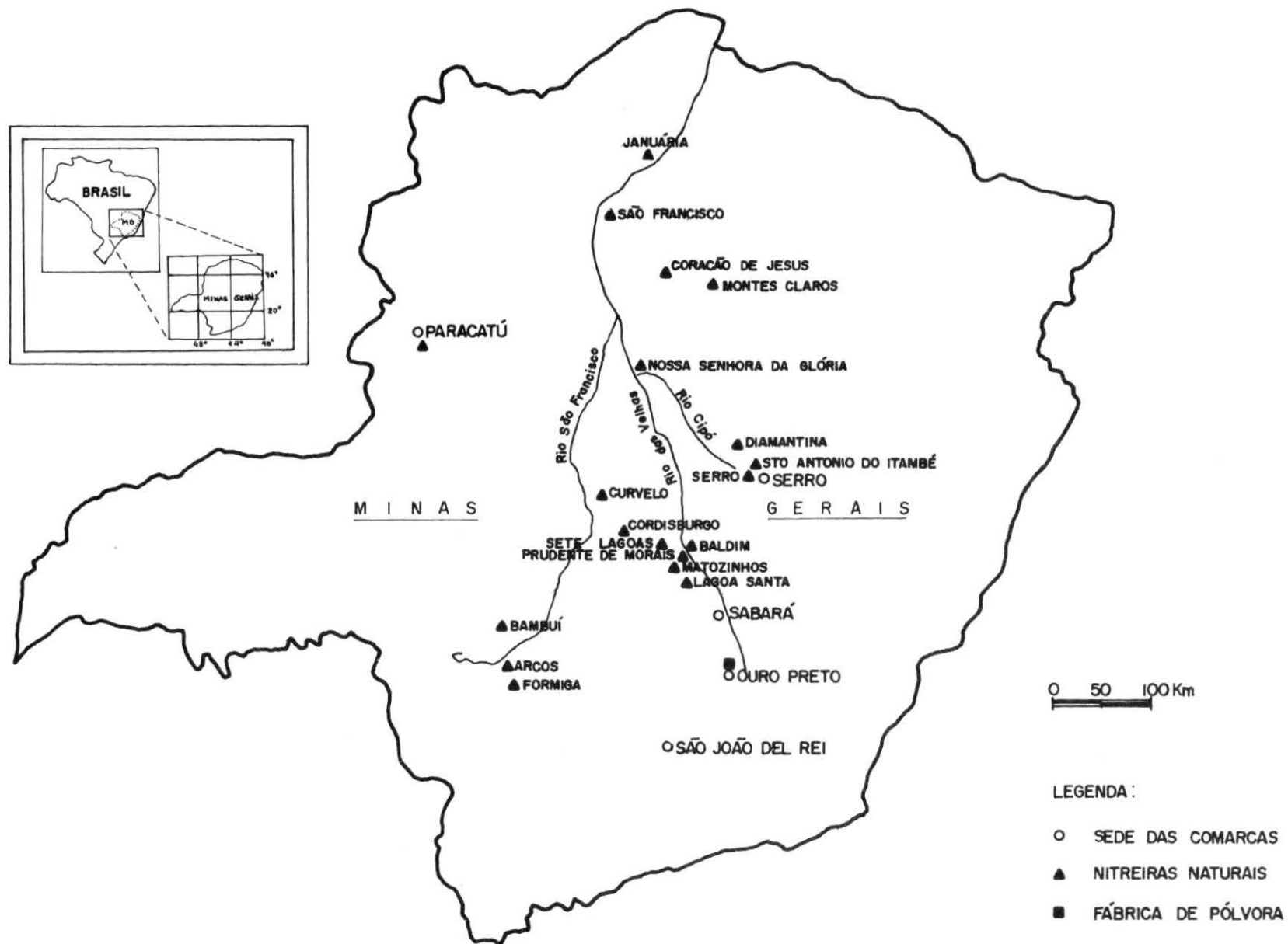
SAINT-HILAIRE, A., 1975. Viagem pelas Províncias do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Belo Horizonte, Itatiaia.

SCHAFER, A., 1984. Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais. Porto Alegre, Ed. da Universidade, U.F.R.G.S.

SINOPSE das viagens espeleológicas de Lund e das cavernas mais importantes então visitadas, extraída pela maior parte de seus diários. In: REINHARDT, J. Oversight detklg. Danske Videnskabemes Selskabet Forhandling, p. 201-210, 1880. /Tradução; Exemplar datilografado pertencente ao Museu de História Natural da UFMG/.

SPIX, J.B.; MARTIUS, C.F.R., 1938. Viagem pelo Brasil. Rio de Janeiro, Imprensa Oficial, v. 2.

# Localização das nitreiras naturais nos fins do Período Colonial







## NOTA SOBRE OS CAVERNÍCOLAS DA PROVÍNCIA ESPELEOLÓGICA DO BAMBUÍ

1  
Eleonora TRAJANO

Recebido em abril/1991, aceito em maio/1991

### Abstract

The identifications of the biological material, mainly arthropods, collected by F. Chaimowicz in caves of Minas Gerais, Bahia and Goiás States, Speleological Province of the Bambuí, are given. The distribution of these taxa in Brazilian caves is discussed.

Key-words: cave taxa, Bambuí Speleological Province

Palavras-chave: táxons cavernícolas, Província Espeleológica Bambuí

### 1. Introdução

A fauna cavernícola da Província Espeleológica do Bambuí, Estados de Minas Gerais e Bahia, é surpreendentemente pouco conhecida, quando se considera a precoce história espeleológica na região e a grande importância em termos de extensão geográfica da província, tamanho das cavernas e diversidade de habitats hipógeos.

As principais rotas de viagem pelo interior do Brasil no século passado atravessavam a P. E. Bambuí e vários naturalistas de renome descreveram, em seus diários de viagem, cavernas de Minas Gerais, principalmente as "grutas do salitre". Ademais, foi nessa região que Lund realizou, entre 1835 e 1844, os estudos que o celebrizaram como pai da paleontologia brasileira, e os quais constituem os primeiros trabalhos sistemáticos em cavernas brasileiras. Esses naturalistas mencionam organismos cavernícolas, basicamente vertebrados (TRAJANO, no prelo).

---

1.. Dept. Zoologia, Inst. Biociências/USP, C.P.20520, 01498 S.Paulo SP

Na primeira metade deste século, coletas esparsas efetuadas em cavernas como Maquiné, Lapinha e grutas de Lagoa Santa, resultaram na descrição de algumas espécies de invertebrados, tais como Amilcaria lapinhaensis (WYGODZINSKY, 1950), Obiricodesmus rupestris (SCHUBART, 1956) e Spaeleoleptes spaeleus (SOARES, 1966).

Entre as décadas de 60 e 70, espeleólogos da Sociedade Excursionista e Espeleológica publicaram alguns levantamentos faunísticos em cavernas de Minas Gerais e Bahia (KRUGER, 1965; MATOS, 1966; SALGADO, 1969; REIS, 1970; SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA, 1971). Infelizmente, estas publicações contêm erros conceituais e de identificação que comprometem a confiabilidade das informações.

O conhecimento sobre as comunidades cavernícolas desses Estados permaneceu quase nulo até a década de 80. O primeiro levantamento bioespeleológico de cunho geral para as cavernas brasileiras, publicado por DESSEN et al. (1980), incluiu algumas cavernas da Bahia, destacando-se Brejões, além do Sistema São Mateus, GO. Levantamentos posteriores dentro dessa linha de trabalho (TRAJANO, 1987; TRAJANO & GNASPINI-NETTO, 1991) incluíram outras grutas de Goiás, cuja fauna cavernícola começa a ser razoavelmente bem conhecida.

Em Minas Gerais, destaca-se o trabalho dos membros do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (GBPE), especialmente Flavio Chaimowicz, que iniciaram, na década de 80, um programa de coletas em Minas Gerais, estendendo-se posteriormente às cavernas da Bahia e Goiás. Estas coletas resultaram em publicação de cunho geral para Minas Gerais (CHAIMOWICZ, 1984), além de publicações sobre a fauna da caverna Olhos d'Água (CHAIMOWICZ, 1986), os peixes Trichomycterus desta caverna (CARVALHO & PINNA, 1986), e os crustáceos peracáridos da Bahia (CHAIMOWICZ, 1988).

Nos trabalhos espeleológicos do GBPE, coletou-se material bem mais extenso, parte do qual foi a mim encaminhado para identificação. Esses dados me foram colocados à disposição e, não havendo intenção por parte do coletor de publicá-los proximoamente (F. Chaimowicz, comunicação pessoal), elaborei a presente nota a fim de tornar as informações disponíveis aos pesquisadores e comunidade espeleológica em geral. A publicação de resultados constitui a única justificativa para a ação predatória da coleta de exemplares.

## 2. Resultados

Segue-se a listagem dos táxons identificados até pelo menos família, registrados presentemente em Minas Gerais, Bahia e Goiás, com observações sobre sua distribuição nas cavernas brasileiras em geral, de acordo com informações sintetizadas em TRAJANO & GNASPINI-NETTO, 1990). As localidades estão como assinaladas pelo coletor, F. Chaimowicz, sendo omitidos os qualificativos. O município é mencionado apenas nos casos de cavernas com homônimos nesses três Estados, de acordo com SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA (1990), onde se encontram as informações complementares sobre a localização das grutas citadas.

Filo ARTHROPODA

Classe HEXAPODA

Ordem DIPLURA

Campodeidae - Boa Vista

UBS.: Animais endógeos detritívoros, pouco comuns nas cavernas brasileiras.

Ordem EPHEMEROPTERA

Leptophlebiidae, Massartella fruhstorfferi - Morena

Ordem ODONATA

cf. Libellulidae - Padre

OBS.: As libélulas, visualmente orientadas, com ocorrência rara em cavernas.

Ordem ISOPTERA

Nasutitermitinae, Nasutitermes sp. - Contato

OBS.: A esse genero pertencem os cupins identificados em outras cavernas do Brasil Central (onde são relativamente comuns) e Vale do Ribeira (onde são bastante raros).

Ordem HETEROPTERA

Belostomatidae - Tobogã

Veliidae

Rhagovelia sp. - Carioca, Curalinho, São Mateus III

Velia sp. - Morena, Salitre (Cordisburgo), Bananeira, Convento, Padre

Reduviidae

Zelurus cf. travassosi - Claudina, Contato, Mosquito (Curvelo), Olhos d'Água, Vermelha VI, Boca da Lapa, Duas Irmãs

Emesinae - Lapa Doce (Iraquara), Padre

OBS.: Os reduviídeos do genero Zelurus são relativamente comuns na zona de entrada e proximidades em cavernas do V. Ribeira e Brasil Central, podendo formar populações troglófilas sob determinadas circunstâncias. Os Emesinae, pouco comuns em nossas cavernas, são citados como típicos da fauna parietal de cavernas tropicais, como as africanas. Representantes do genero Rhagovelia foram registrados em várias cavernas do Pará, Goiás e V. Ribeira; já os de Velia estão restritos, até o momento, a Minas Gerais. Os Belostomatidae são relativamente raros nas cavernas brasileiras, ocorrendo normalmente como indivíduos isolados.

Ordem COLEOPTERA

Carabidae

Aspidoglossa sp. - Encantada, Angélica, São Mateus, Terra Ronca

Oxydrepanus sp. - Encantada

Polyderis sp. - Andorinhão, Morena, Angélica, São Mateus, Terra Ronca

Schizogenius sp. - Encantada

Agonina - Encantada, Morena, Angélica

Dytiscidae - Morena

Histeridae - Claudina, Jean Luis

Cholevidae

Adelopsis sp. - Claudina

Dissochaetus spp. - Igrejinha, Vermelha

Staphylinidae - Encantada, Janelão, Morena, Olhos d'Água, Padre, Angélica

Pselaphidae - Morena, Terra Ronca

Lampyridae (larvas) - Morena, Toboga

Ptilodactylidae - Andorinhão, Encantada, Olhos d'Água, Angélica

Dryopidae

Dryops sp. - Encantada, Morena, Terra Ronca

Pelonomus sp. - Encantada

Tenebrionidae

Goniadeta sp. (larvas) - Cascata I

Lobopoda sp. (larvas) - Borboleta

Scarabaeidae Phileurini - Janelão

Bruchidae - Padre

OBS.: Os Carabidae, Pselaphidae e Staphylinidae, predadores, os Cholevidae, detritívoros/guanófagos, e os Ptilodactylidae, detritívoros, são os besouros mais comuns nas cavernas brasileiras em geral. Entre os Carabidae, Schizogenius e Oxycrepanus são também encontrados no V. Ribeira, onde formam populações troglóbias; os outros dois generos parecem restritos ao Bambuí. Os Histeridae, predadores, ocorrem no Bambuí e em Altamira, PA, onde são bastante comuns. As demais famílias foram registradas em cavernas de outras regiões, com exceção do Bruchidae, acidental na caverna.

Ordem DIPTERA

Tipulidae - Encantada, Morena, Vermelha

Psychodidae - Morena, Padre

Ceratopogonidae - Vermelha

Chironomidae - Angélica

Keroplastidae - Salitre

Phoridae - Andorinhão, Morena

Sphaeroceridae - Vermelha

Milichiidae, Pholeomyia sp. - Claudina, Mosquito

Drosophilidae - Carioca, Morena, Vermelha, Tobogã

Calliphoridae - Tobogã

OBS.: Todas essas famílias têm representantes em cavernas de outras regiões. Destacam-se os Chironomidae, os dípteros mais abundantes em todo o país, os Keroplastidae, típicos da zona de entrada e proximidades, e os Phoridae e Drosophilidae, bastante comuns em guano.

Ordem HYMENOPTERA

Formicidae, Ponerinae

Hypoconera sp. - Morena

Pachycondyla sp. - Terra Ronca

OBS.: Os Formicidae são mais comuns nas cavernas plenamente tropicais, ao norte de São Paulo. Os Ponerinae, predadores, estão entre as formigas mais frequentes, sendo que os generos acima mencionados ocorrem em outras cavernas de Goiás e de Altamira, PA.

Ordem TRICHOPTERA

Hydropsychidae, Leptonema - Carioca, Pau Ferro

OBS.: Tricópteros Leptonema são frequentes no Bambuí, V. Ribeira e Altamira.

Ordem LEPIDOPTERA

Noctuidae - Mosquito (Curvelo), São Mateus III

Tineidae - Claudina, Mosquito, Convento, Lapa Doce, Morro dos Patos, Padre

OBS.: Os Tineidae, cujas larvas são predominantemente guanófilas, são comuns em todo o país. Os Noctuidae são característicos da fauna parietal.

Classe ARACHNIDA

Ordem SCORPIONES

Buthidae - Lapão (Lençóis)

Rhopalurus sp. - Mangabeira

OBS.: Nas cavernas brasileiras, os escorpiões têm ocorrência restrita, até o momento, ao Norte (PA) e Nordeste (CE, BA).

Ordem AMBLYPYGI

Charontidae - Padre

Damonidae, Trichodamon froesi - Mangabeira

Trichodamon cf. froesi - Brejões, Convento, Padre

OBS.: Parece haver uma diferenciação longitudinal na distribuição dos Amblypygi cavernícolas brasileiros: Trichodamon é encontrado no Leste (MG e BA), ao passo que Heterophrynus (Phrynidae) é comum no Norte (PA) e Centro Oeste (GO, MT, MS). I. froesi Mello-Leitão, 1940, foi descrito para a gruta da Mangabeira, ocorrendo também em Januária, MG (QUINTERO, 1976); uma segunda espécie de Trichodamon, I. princeps, foi registrada em localidades epígeas de Goiás, na área de distribuição dos Heterophrynus cavernícolas.

Ordem ARANEAE

Mygalomorpha - Padre

Sicariidae, Sicarius tropicus - Boa Vista

Scytodidae, Scytodes sp. - Andorinhão, Angélica

Loxoscelidae

Loxosceles sp. - Borboletas, Escada, Olhos d'Água, Pau Ferro

Loxosceles similis - Morro Redondo, Vermelha I, Vermelha VII, Padre

Loxosceles sp. n. aff. similis - Boa Vista, Brejões, Convento, Duas Irmãs, Lapa Doce, Lapão, Morro dos Patos, Morrinho, Torrinhos

Caponiidae, Nops sp. - Janelão

Pholcidae, Blechnoscelis sp. - Bocaina, Cascata I, Claudina, Morena, Mosquito, Olhos d'Água, Pau Ferro, Vermelha VII, Angélica, São Mateus II

Theridiidae

Achaearana sp. - Bocaina

Theridion sp. - Mosquito

Theridion rufipes - Boa Vista, Mangabeira, Morrinho

Nesticidae, Nesticus sp. - Morro Redondo

Theridiosomatidae

Baalzebub sp. - Mosquito, Angélica

Plato sp. - Bocaina, Encantada, Lameirão III, Morena, Mosquito, Olhos d'Água, Salitre, Tobogã, Padre, São Mateus, Terra Ronca

Araneidae, Eustala sp. - Olhos d'Água

Ctenidae - Bocaina, Claudina, Encantada, Morena, Mosquito, Salitre

Ctenus sp. - Andorinhão, Contato, Convento, Lapa Doce, Mangabeira, Padre

Enoploctenus maculipes - Escada, Vermelha VII

Pisauridae

Ancylometes vulpes - Angélica, Lapão (Lençóis)

OBS.: Plato, Ctenus, Loxosceles e Blechnoscelis são comuns em cavernas de todo o país. As últimas são típicas da fauna de entrada, mas podem formar populações troglófilas sob determinadas circunstâncias. Seguem, em abundância relativa nas cavernas brasileiras, as Theridiidae (Theridion bergi é comum no V.

Ribeira), Pisauridae, outras Ctenidae como Enoploctenus, e Scytodidae. Migalomorfas também podem ser comuns em algumas regiões plenamente tropicais.

Filo MOLLUSCA

Classe GASTROPODA

Subclasse PROSOBRANCHIA

Hydrobiidae, Idiopyrgus souleyetianus - Padre

OBS.: Hidrobilídeos da espécie Potamolithus ribeirensis são comuns em cavernas do V. Ribeira.

Subclasse PULMONATA

Physidae, Physa marmorata - Padre

Subulinidae, Lamellaxis spp. - Morena, Padre

O material coletado por F. Chaimowicz também inclui colémbolo, psocópteros e ácaro da lapa da Claudina e pseudoscorpião da lapa Vermelha, os quais não puderam ser identificados sequer a nível de família devido ao mal estado de conservação. Estes, e outros mesoinvertebrados, normalmente negligenciados pelos coletores amadores, constituem a maior lacuna no conhecimento atual das comunidades cavernícolas dos Estados de Minas Gerais e Bahia.

Agradecimentos:

A Flávio Chaimowicz, pelo envio do material, e aos especialistas que colaboraram na identificação: Renner L.; C. Baptista (Araneae), Dr. Sérgio A. Vanin (Coleoptera, Heteroptera), Prof. Pedro Gnaspini Netto (Cholevidae), Prof. Nilza M. Godoy (Carabidae), Dr. Eudóxia M. Froelich (Amblypygi), Elidiomar R. da Silva (Ephemeroptera), Dr. Carlos Roberto F. Brandão (Formicidae), Dr. Jorge Faria Vaz (Gastropoda), Gustavo M. Accacio (Lepidoptera), Armando L. Serra (Milichiidae), Leandro G. Oliveira (Trichoptera), Dr. Eliana M. Canello (Isoptera).

3. Referências bibliográficas:

CARVALHO, A. M.; PINNA, M.C.C. 1986. Estudo de uma população nípógea de Trichomycterus (Ostariophysi, Siluroidea, Trichomycteridae) da gruta Olhos d'Água, MG. Espeleo-Tema, v. 15, p. 53-66.

CHAIMOWICZ, F. 1984. Levantamento bioespeleológico de algumas grutas de Minas Gerais. Espeleo-Tema, v. 14, p. 97-107.

CHAIMOWICZ, F. 1986. Observações preliminares sobre o ecossistema da gruta Olhos d'Água, Itacarambi, MG. Espeleo-Tema, v. 15, p. 65-77.

CHAIMOWICZ, F. 1988. Crustáceos troglomorfos nípógeos do Centro-Este do Brasil (Amphipoda, Bogidiellidae, Spelaegammarus bahiensis; Isopoda, Stytoniscidae, n. spp.). In: CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMÉRICA LATINA E DO CARIBE, 1., Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p. 25-31.

- DESSEN, E.M.B.; ESTON, V.R.; SILVA, M.S.; TEMPERINI-BECK, M.T.; TRAJANO, E. 1980. Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil. Ciênc. Cult., v.32, n.6, p.714-25.
- KRUGER, F.L. 1965. A gruta do Baú. Rev. Esc. Minas, v.24, n.2, p.1-5.
- MATOS, F.A. 1966. Gruta da Lapa Grande. Rev. Esc. Minas, v.25, n.1, p.1-7.
- QUINTERO, D., Jr. 1976. Trichodamon Mello-Leitão, and the Damonidae, new family status (Amblypygi: Arachnida). Bull. Br. Arachnol. Soc., v. 3, n. 8, p. 222-7.
- REIS, J.A. 1970. Gruta da Mangabeira. Espeleologia, Ouro Preto, v.2, p. 29-30.
- SALGADO, F.S. 1969. Gruta da Igrejinha. Espeleologia, v.1, p. 25-32.
- SCHUBART, O. 1956. "Leptodesmidae" brasileiras II. O Gênero "Obiricodesmus" (Diplopoda, Proterospiriferophora). Rev. Bras. Biol., v. 16, n. 3, p. 341-8.
- SOARES, H.E.M. 1966. Novos opiliões da coleção "Otto Schubart" (Opiliones: Cosmetidae, Gonyleptidae, Phalangodidae). Papéis avulsos Zool., v. 18, p. 103-15.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. 1990. Cadastro nacional de cavidades naturais. Comissão de Cadastro, Espeleometria e Províncias Espeleológicas. 222 p.
- SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA. 1971. Gruta do Salitre. Espeleologia, v. 3/4, p. 15-8.
- TRAJANO, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. Rev. Bras. Zool., v.3, n.8, p.533-61.
- TRAJANO, E. A review of biospeleology in Brazil. In: La Espeleologia en América Latina y el Caribe: História y estado actual. Federación Espeleológica de América Latina y el Caribe, Caracas. /No prelo/
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. 1990. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. Rev. Bras. Zool., v. 7, no prelo.
- WYGODZINSKY, P. 1950. Sobre alguns "Emesinae" (Reduviidae, Hemiptera). Rev. Bras. Biol., v. 10, n. 1, p. 73-8.





## CAVERNÍCOLAS BRASILEIROS: UMA BIBLIOGRAFIA BIOESPELEOLÓGICA

1  
Eleonora TRAJANO

Recebido em outubro/1990, aceito em dezembro/1990

### Abstract

A bibliography dealing with Brazilian cave taxa is given. It includes full papers on biospeleology and those on fauna in general containing new data on cave taxa, in press or published after 1986, as well those not included in Sánchez's speleological bibliography appeared in 1986. Unpublished thesis and dissertations are also listed. A brief analysis of the progress of biospeleological works in Brazil is also presented.

Key-words: bibliography, Brazilian cave taxa

Palavras-chave: bibliografia, bioespeleologia

Uma das maiores dificuldades com que se defrontam os iniciantes em bioespeleologia é colocar-se a par da bibliografia. Como pode testemunhar qualquer pesquisador, conhecer a bibliografia significa dispendar horas e horas em exaustivos levantamentos em obras de referência, tais como Biological Abstracts, Zoological Records, etc., atividades que nem sempre os iniciantes estão dispostos ou têm condições de executar. Nesse sentido, são de grande auxílio compilações bibliográficas como a de SANCHEZ (1986. Bibliografia espeleológica brasileira - 1836/1980. *Ciênc. Cult.*, 38(5): 927-32), que devem ser atualizadas periodicamente.

No presente, reunimos referências, não constantes de SANCHEZ (1986), de trabalhos publicados e no prelo sobre a fauna cavernícola brasileira, abrangendo não só publicações dedicadas a esta fauna como também aquelas de cunho mais geral que incluem táxons cavernícolas brasileiros, além de teses e dissertações. Não consideramos publicações onde esses táxons foram apenas citados, sem informações adicionais inéditas, e nem resumos de comunicações apresentadas em reuniões científicas, os quais não têm valor de publicação. Foram, também, excluídos os trabalhos contendo muitos e evidentes erros, de modo a constituir fonte duvidosa de informação.

---

1..Depto de Zoologia, Inst. Biociências da USP, C.P. 20520, 01498 São Paulo SP, Brasil

Esta lista foi organizada em: publicações gerais e regionais; publicações taxonômicas (e.g. descrições de espécies) e novas ocorrências; publicações sobre biologia, ecologia e comportamento de táxons específicos; teses e dissertações. Estas últimas, embora sem valor de publicação, foram aqui incluídas por encontrarem-se disponíveis em bibliotecas de institutos de pesquisa e conterem um grande volume de informações.

A análise das compilações bibliográficas fornece um panorama esclarecedor do desenvolvimento da bioespeleologia no país. Pode-se notar que, anteriormente à década de 80, há apenas trabalhos esparsos, geralmente descrições de um ou outro táxon cavernícola como eventos isolados na carreira de especialistas em grupos epígeos. Nenhum autor dedicou-se continuamente a estudar a fauna cavernícola brasileira. Nem mesmo Pavan, o primeiro a realizar estudo detalhado nessa área, sua tese de Doutorado sobre bagres cegos, deu continuidade a tal linha de pesquisa. Do mesmo modo, o suíço Strinati, cujas coletas propiciaram o maior conjunto de descrições de espécies de uma localidade, restringiu seus trabalhos a dois dias de coletas na caverna Areias de Lima e outros dois na caverna do Diabo, Iporanga, em junho de 1968.

Somente na década de 80 surgem no país os primeiros bioespeleólogos, ou seja, especialistas dedicados ao estudo dos ecossistemas hipógeos. O maior contacto com o meio acadêmico faz com que venha aumentando, nos últimos anos, o número de novas espécies descritas por taxonomistas, que recebem o material de bioespeleólogos e coletores.

Uma análise histórica mais detalhada, incluindo citações de organismos cavernícolas brasileiros anteriores ao século XX (não consideradas aqui por estarem diluídas em diários de naturalistas e outras obras muito gerais), será publicada pela FEALC em livro sobre a história da espeleologia na América Latina.

Esperamos que esta lista auxilie os interessados a se iniciar no estudo dos ecossistemas cavernícolas brasileiros. Porém, não é nossa pretensão que ela esgote o assunto. Além dos trabalhos propositadamente excluídos, pode haver lacunas, sobretudo no que diz respeito aos trabalhos no prelo de colegas com os quais não temos contacto direto. Portanto, sua leitura não exime os biólogos que tenham a intenção de estudar fauna cavernícola de efetuar seus próprios levantamentos.

Neste artigo, foram seguidas as normas da A.B.N.T. para referências bibliográficas, exceto no que diz respeito à posição da data de publicação.

## 1. Publicações:

### 1.1. Gerais:

GNASPINI-NETTO, P. 1989. Análise comparativa da fauna associada a depósitos de guano de morcegos cavernícolas no Brasil. Rev. Bras. Entomol., v. 33, n. 2, p. 183-92. /Complementado em GNASPINI-NETTO, P., 1989. Fauna associated with bat guano deposits from Brazilian caves (A comparison). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 10., Budapest, 1989. Proceedings, v. 1. Budapest, Hungarian Speleological Society. p. 52-4 /.

TRAJANO, E. 1987. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. Rev. Bras. Zool., v. 3, n. 8, p. 533-61. / Discussão publicada em TRAJANO, E. 1986. Brazilian cave fauna: Composition and preliminary characterization. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 9., Barcelona, 1986. Comunicaciones, v.2. Barcelona. Comissió Organitzadora. p. 155-8 /.

TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. 1990. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. Rev. Bras. Zool., v. 7. /No prelo /.

### 1.2. Regionais:

CHAIMOWICZ, F. 1984. Levantamento bioespeleológico de algumas grutas de Minas Gerais. Espeleo-Tema, v. 14, p. 97-107.

\_\_\_\_\_. 1986. Observações preliminares sobre o ecossistema da gruta Olhos d'Água, Itacarambi, MG. Espeleo-Tema, v.15, p.65-77.

\_\_\_\_\_. 1988. Crustáceos troglomorfos hipógeos do Centro-Este do Brasil (Amphipoda, Bogidiellidae, Spelaeogammarus bahiensis; Isopoda, Styloniscidae, n. spp.). In: CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMERICA LATINA E DO CARIBE, 1., Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p.125-31.

GODOY, N.M. 1986. Nota sobre a fauna cavernícola de Bonito, MS. Espeleo-Tema, v. 15, p. 79-91.

MOREIRA, J.R.A.; PAIVA, R.S. 1988. Levantamento bioespeleológico preliminar da Serra dos Carajás - PA - Brasil. In: CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMERICA LATINA E DO CARIBE, 1., Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p. 142-50.

PAIVA, R.S.; MOREIRA, J.R.A. 1988. Levantamento bioespeleológico preliminar das grutas bauxíticas do Piriá - Pará - Brasil. In: CONGRESSO DE ESPELEOLOGIA DA AMERICA LATINA E DO CARIBE, 1., Belo Horizonte, 1988. Anais. Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p.132-41.

PINTO-DA-ROCHA, R. 1989. Levantamento preliminar da fauna de invertebrados das cavernas calcárias do Estado do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 20., Brasília, 1989. Anais. Brasília, Sociedade Brasileira de Espeleologia. p.9-13.

\_\_\_\_\_. Invertebrados cavernícolas da porção meridional da província espeleológica do Vale do Ribeira, sul do Brasil. Rev. Bras. Zool., v. 8. /No prelo/

RODRIGUES, G.S. 1986. Levantamento micológico das grutas areníticas de Altinópolis (SP) e uma resenha informativa sobre o Histoplasma capsulatum. Espeleo-Tema, v.15, p. 35-42.

TRAJANO, E. 1985. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. Rev. Bras. Zool., v.2, n.5, p. 255-320.

\_\_\_\_\_; GNASPINI-NETTO, P. 1986. Observações sobre a mesofauna cavernícola do Alto Vale do rio Ribeira. Espeleo-Tema, v. 15, p. 29-33.

\_\_\_\_\_; MOREIRA, J.R.A. 1991. Estudo da fauna de cavernas da Província Espeleológica Arenítica Altamira-Itaituba, PA. Rev. Bras. Biol., v. 51, n. 1. /No prelo/.

### 1.3. Taxonômicas:

BEIER, M. 1969. Ein wahrscheinlich troglonionter Pseudochthonius (Pseudoscorp.) aus Brasilien. Revue Suisse Zool., v. 76, n. 1, p. 1-2. / Descrição de P. strinatii, da caverna Areias de Cima. /

BRUM, I.N.S. 1976. Spelaeogammarus bahiensis g. n. sp. n. de anfípodo cavernícola do Brasil. (Amphipoda - Bogidiellidae). Atas Soc. Biol. Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 125-8.

CARVALHO, A.M.; PINNA, M.C.C. 1986. Estudo de uma população hipógea de Trichomycterus (Ostariophysi, Siluroidea, Trichomycteridae) da gruta Olhos d'Água, MG. Espeleo-Tema, v. 15, p. 53-66.

CHOPARD, L. 1970. Description de Gryllides cavernicoles nouveaux. Bull. Soc. Entomol. Fr., v. 75, p. 117-

23. / Descrição de Strinatia brevipennis, da Areias de Cima./

- CHRISTOFFERSEN, M.L. 1976. Two species of Fridericia Mich., 1889 (Oligochaeta, Enchytraeidae) from Brazil. Bol. Zool., v. 1, p. 239-56.
- GODOY, N.M.; VANIN, S.A., 1990. Parazuphim tessai, sp. n., a new cavernicolous beetle from Bahia, Brazil (Coleoptera, Carabidae, Zuphiini). Rev. Bras. Entomol., v. 34, n. 4, p. 795-9.
- MELLO-LEITÃO, C. 1933. Novos Gonyleptidae do Brasil meridional. Arq. Esc. Sup. Agric. Med. Vet., v. 10, n. 2, p. 133-51. /Descrição de Spelaeosoma spelaeum, de "Gruta do Iporanga", SP/
- \_\_\_\_\_. 1937. Un Gryllide et deux Mantides nouveaux du Brésil (Orth.). Rev. Entomol., v. 7, n. 1. /Descrição de Arachnopsis speluncae, de cavernas de Santa Bárbara/
- MELLO-LEITÃO, C. 1940. Sur une Phryne cavernicole de Bahia - Trichodamon froesi sp. n. Anais Acad. Bras. Ciênc., v. 12, p. 151-5. /Descrição de T. froesi, da gruta da Mangabeira/.
- HOGUEIRA, M.H. 1959. O gênero Elaphoidella (Harpacticoidea - Cop. - Crust.) nas águas do Paraná. Dusenja, v. 8, n. 2, p. 61-8.
- PEREIRA, V.F.G.C. 1989. Uma nova espécie de anfípode cavernícola do Brasil - Hyaella caeca sp. n.. Rev. Bras. Zool., v. 6, n.1, p. 49-55.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Stenostygnoidea caliginosus, sp. n., primeiro registro de Stygnidae cavernícola (Opiliones, Laniatores). Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi, v. 6, n. 2. / No prelo. /
- PIRES, A.M.S. 1987. Poticoara brasiliensis: a new genus and species of Spelaeogriphacea (Crustacea: Peracarida) from Brazil with a phylogenetic analysis of the Peracarida. J. Nat. Hist., v. 21, p. 225-38.
- REID, J.W.; JOSÉ, C.A. 1987. Some Copepoda (Crustacea) from caves in Central Brazil. Stygologia, v. 3, n. 1, p. 70-82.
- REIS, R.E. 1987. Ancistrus cryptophthalmus sp. n., a blind mailed catfish from the Tocantins river basin, Brazil (Pisces, Siluriformes, Loricariidae). Rev. Fr. Aquariol., v. 14, n. 3, p. 81-4.
- RIBEIRO, A.M. 1907. Uma novidade ichthyologica. Kosmos, v. 4, n. 1. / Descrição de Typhlobagrus kronei./
- SCHUBART, O. 1956. "Leptodesmidae" brasileiras II. O gênero "Obiricodesmus" (Diplopoda, Proterospermophora). Rev. Bras. Biol., v. 16, n.3, p. 341-8. / O. rupestris de cavernas de Lagoa Santa./
- \_\_\_\_\_. 1957. Cryptodesmidae do litoral do Estado de São Paulo (Diplopoda, Proterospermophora). Anais Acad. Bras. Ciênc., v. 28, n. 3, p. 373-86. / Descrição de Peridontodesmella alba./
- SOARES, H.E.M. 1966. Novos opiliões da coleção "Otto Schubart" (Opiliones: Cosmetidae, Gonyleptidae, Phalangodidae). Papéis avulsos Zool., v. 18, p. 103-15. / Descrição de Spaeleoleptes spaeleus, opilião anoftálmico de Maquiné /
- TOSI, D. et al. 1990. On a new cave-dwelling species of a bat-guano-breeding Drosophila closely related to D. repleta Wollaston (Diptera, Drosophilidae). Rev. Bras. Genet., v. 13, p. 19-31.
- TRAJANO, E., 1982. New records of bats from Southeastern Brazil. J. Mammal., v. 63, n.3, p. 529.
- \_\_\_\_\_; BRITSKI, H.A. Pimelodella kronei (Ribeiro, 1907) e seu sinônimo Caecorhanda brasiliensis

- Borodin, 1927: Morfologia externa, taxonomia e evolução (Teleostomi, Siluriformes). Bol. Zool., v. 12. / No prelo./
- \_\_\_\_\_, DE VIVO, M., 1991. Desmodus draculae Morgan, Linares & Ray, 1988, reported for Southeastern Brazil, with paleoecological comments (Phyllostomidae, Desmodontinae). Mammalia., v. 55, / No prelo./
- WHITEHEAD, D.R. 1972. Classification, phylogeny and zoogeography of Schizogenius Putzeys (Coleoptera: Carabidae: Scaritini). Quaest. Entomol., v. 8, p. 131-348.
- WYGODZINSKY, P. 1950. Sobre alguns "Emesinae" (Reduviidae, Hemiptera). Rev. Bras. Biol., v. 10, n.1, p. 73-8. / Descrição de Amilcaria lapinhaensis, da Lapinha, MG./
- YOSHII, R. 1988. Paronellid Collembola from caves of Central and South America collected by P. Strinati. Rev. Suisse Zool., v. 95, n. 2. p. 449-59.

### 1.3. Biologia, ecologia, comportamento:

- ANDRADE, M.A. 1982. Observações sobre nidificação da juriti (Leptotila verreauxi) em ambiente cavernícola, MG. Sulôrnis, v. 3, p. 8-9.
- LEONARDOS, O. 1937. O bagrinho sem olhos das grutas de Iporanga. Uiara, v. 1, n.1, p. 30-2.
- TRAJANO, E. 1988. O estudo do comportamento de peixes cavernícolas. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 6., Florianópolis, 1988. Anais. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina. p. 123-9.
- \_\_\_\_\_. 1989. Preliminary study of the chemical communication in the troglobite catfish Pimelodella kronei (Ribeiro, 1907) from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). In: INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 10., Budapest, 1989. Proceedings. v.1. Budapest, Hungarian Speleological Society. p. 49-51.
- \_\_\_\_\_. 1989. Estudo do comportamento espontâneo e alimentar e da dieta do bagre cavernícola, Pimelodella kronei, e seu provável ancestral epígeo, Pimelodella transitoria (Siluriformes, Pimelodidae). Rev. Bras. Biol., v. 49, n.3, p. 757-69.
- \_\_\_\_\_. 1991. Populational ecology of Pimelodella kronei, troglobitic catfish from Southeastern Brazil (Siluriformes, Pimelodidae). Environ. Biol. Fishes, v. 30, p. 407-21.
- \_\_\_\_\_. Agonistic behaviour of Pimelodella kronei, troglobitic catfish from Southeastern Brazil. Behav. Processes, v. 23, p. 113-24.
- \_\_\_\_\_. GNASPINI-NETTO, P. 1991. Notes on the food webs in caves from Southeastern Brazil. Mém. Biospéol., v. 18, p. 75-9.

### 1.4. Outras:

- TRAJANO, E. 1986. Vulnerabilidade dos troglóbios a perturbações ambientais. Espeleo-Tema, v. 15, p. 19-24.
- \_\_\_\_\_. 1986. Alguns problemas envolvidos na classificação ecológica dos cavernícolas. Espeleo-Tema, v. 15, p. 25-7.
- \_\_\_\_\_. 1988. O Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira e o bagre cavernícola Pimelodella kronei: necessidade de preservação. In: ENCONTRO DE DOCENTES E PESQUISADORES DA USP SOBRE MEIO AMBIENTE, 1.,

São Paulo, 1988. Anais. São Paulo, Universidade de São Paulo. p. 75-8.

\_\_\_\_\_. Reflexiones sobre los rumbos de la Bioespeleologia en América Latina. Spelaion, v. 1, p. 5-8.

2. Teses e Dissertações:

GODOY, N.M. 1990. Biologia de coleópteros da caverna Areias de Cima Iporanga - SP. São Paulo. 135 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

GNASPINI-NETTO, P. 1991. Estudo da biologia de Cholevidae cavernícolas brasileiros. São Paulo. Dissertação (Mestrado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

TRAJANO, E. 1987. Biologia do bagre cavernícola, Pimelodella kronei, e de seu provável ancestral, Pimelodella transitoria (Siluriformes, Pimelodidae). São Paulo. 211 p. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.