



capa e contracapa:
helictites da gruta de Santana
município de Iporanga - SP
Fotos: J.A. Vasconcelos Reis



ESPELEOLOGIA

ANO Nº 2

JUNHO - 1970

ESPELEOLOGIA

Sociedade Excursionista e Espeleológica
Escola de Minas - Ouro Preto

N.º 2 — JUNHO — 1970

SUMÁRIO

- 3 EDITORIAL
- 5 BIOLOGIA SECRETA DAS GRUTAS
L. Boldori
E. Busulini
- 9 GRUTA DA CAZANGA
Edward Pinto de Lima
- 15 ESPELEOLOGIA E FOTOGRAFIA
AÉREA
P. A. M. de Almeida Rolff
- 22 MORFOLOGIA CÁRSICA
M. Juvivert
- 27 LAPA D'ÁGUA I
César Mendonça Ferreira
- 29 GRUTA DA MANGABEIRA
J. A. de Vasconcelos Reis
- 31 ESPELEOLOGIA HISTÓRICA
- 37 NOTICIÁRIO
- CAPAS — HELICTITES DA GRUTA DE
SANTANA — IPORANGA
— S.P.
- FOTOS: J. A. de Vasconcelos Reis.

Diretor Responsável:

Jairo A. de Vasconcelos Reis

Diretor de Redação:

Marco Antônio R. Drummond

Tesoureiro:

Newton Reis de Oliveira Luz

Fotografia:

Geraldo Ferreira Fortes

Diretor de Publicidade:

Ricardo Pereira

A redação não se responsabiliza por conceitos emitidos em artigos assinados.

Permitido a reprodução de artigos desta Revista desde que sejam citadas as fontes de origem.

The editors welcome reprinting of articles appearing in this Journal and hope that proper acknowledgment is made.

Endereço: Caixa Postal 68
Ouro Preto — MG

COMPOSTA E IMPRESSA
NAS OFICINAS GRÁFICAS
DA ESCOLA DE MINAS

SOCIEDADE EXCURSIONISTA
E ESPELEOLÓGICA

(SEE - 1937)

SÊLO

CAIXA POSTAL 68
OURO PRETO - MG
BRASIL

EDITORIAL

ESPELEOLOGIA E TURISMO

É por demais evidente, nos dias atuais, a preocupação dos governos com a indústria do turismo. Não há como negar a importância desta indústria, no desenvolvimento tanto material quanto cultural dos povos.

Em todas as regiões do globo, nota-se o esforço em prol da implantação e do desenvolvimento do turismo, e, sem nenhuma dúvida, o fator preponderante para este desenvolvimento é a divulgação das belezas naturais das regiões.

Também não é difícil avaliar-se a importância das cavernas, quando se fala em maravilhas da natureza. Justamente neste ponto, entrelaçam-se os objetivos da ESPELEOLOGIA e do TURISMO.

Óbvio se torna o fato de que uma caverna não poderá ser turisticamente explorada se não é convenientemente estudada.

Um minucioso e consciente levantamento é que dirá da possibilidade turística de qualquer beleza natural.

Entretanto, e por incrível que pareça, esta verdade não é aceita ou compreendida por determinados dirigentes do turismo brasileiro. Há algum tempo, a S.E.E. propôs à HIDROMINAS, entidade que norteia os rumos do turismo em Minas Gerais, um convênio para o estudo das cavidades naturais do Estado, estudo este que, segundo pensamos, seria de grande valia para o nosso desenvolvimento turístico.

A HIDROMINAS, porém, estranhamente não se interessou pelo convênio, e não podemos sequer imaginar o motivo da não aceitação, pois aquela entidade nem sequer procurou saber as bases do mesmo.

Estranhamos bastante tal fato e queremos deixar aqui consignado o nosso pesar pelo ocorrido.

Queremos crer, que tais atitudes só trazem como consequência o retardamento de uma evolução cultural.

Ainda bem que o fato não é corriqueiro, pois se assim fôr

jamais terá o Brasil uma indústria turística bem organizada e desenvolvida.

Outros estados do país dão o bom exemplo a Minas Gerais, como é o caso do Estado da Bahia, a quem a SEE propôs convênio semelhante e imediatamente recebeu a resposta, do Diretor do Departamento de Turismo da Secretaria dos Assuntos Municipais e Serviços Urbanos daquele Estado, Sr. Alfredo Borges da Cunha, cuja missiva diz, textualmente:

... "Há todo interesse deste Departamento, como da Prefeitura de Juazeiro, em ter os dados levantados por equipe especializada como é a de V. S. Solicitamos, na próxima correspondência, a estimativa de valor do convênio para que nos sejam fornecidos os elementos necessários para publicação do conjunto de grutas já levantadas — MANGABEIRA — BREJÕES — e dessas que fornecemos os dados preliminares, e mais tarde outras, como BOM JESUS DA LAPA. Desejamos fotografias em cores dos pontos notáveis para a citada publicação."...

Fica aí o exemplo.

A REDAÇÃO.

BIOLOGIA SECRETA DAS GRUTAS

L. Boldori
E. Busulini

Quem, por primeiro, viu os milagres de pedra das cavernas? Certamente nosso antepassado, o homem do período quaternário, que, tendo escolhido as grutas, para seu refúgio, introduziu-se nelas, ao tênue lampejo de fachos de ramos. De grutas, fez êle habitação e sepultura, base para emboscadas e local de sortilégios. Deixou, na argila, suas impressões; nas paredes calcárias, os primeiros sinais de um impulso de arte; sôbre estátuas de argila, as mais velhas esculturas do mundo, fez os primeiros sortilégios propiciatórios.

Depois, tudo tombou nas trevas e os antros se povoaram de bruxas e dragões: nasceram as lendas. De tanto em tanto, algum ousado transpôs ainda os umbrais e, de sua ousadia, rão nos restou senão os traços de uma data, recoberta por um véu de calcário. Também o grande Leonardo nelas penetrou e, no CÓDIGO ATLÂNTICO, deixou escrito: "Curvando-me para cá e para lá, para ver dentro, a fim de discernir algo, o que me era dificultado pela escuridão que lá reinava, imediatamente despertaram em mim duas coisas: medo e desejo, medo da ameaçadora e escura espelunca, desejo de ver se havia alguma coisa milagrosa".

É quase impossível resumir, em poucas linhas, a história da exploração das grutas, porque deveríamos passar em resenha as várias regiões da terra; mesmo um superficial tratado requereria páginas e páginas.

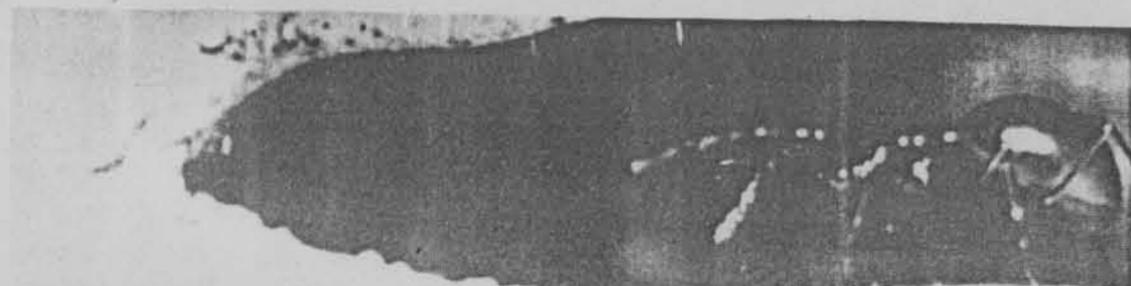
Aquêle que, da luz viva do sol, passa ao mundo escuro, é levado a crer que nada exista ali de vivo e que o lento estilicídio ritmado, no sepulcral silêncio, seja a única expressão de movimento. Entretanto, também nesse mundo há uma vida, uma vida de seres característicos que, por suas qualidades, são considerados verdadeiros "fósseis vivos".

Do exterior ao interior, tudo sofre uma gradual variação que suscita problemas, umas vezes insolúveis e enigmáticos, outras oferecendo provas indiscutíveis de mutações ocorridas em remotíssimas épocas.

Do mundo exterior, penetramos nas cavidades acompanhados de uma vegetação rasteira. São primeiramente salsa, depois polipódio, depois musgos e líquenes. Quando também estes desaparecem, só tenros fungos e mofos elevam filamentos brancos. Também os ramos de árvores, quando precipitados no fundo de cavernas, às vezes germinam, estendendo para o alto ou para a menor fonte de luz galhos brancos, com um anseio que permanece sem esperança de flor.

Os botânicos estabelecem um limite das fanerógamas, no qual vivem algumas plantas como a parietária (*Parietária officinalis*), o gerânio (*Geranium robertianum*) e a poa (*Poa annua*), que parecem exigir mesmo apenas 1/200 de luz externa, para suas funções vegetativas. Além d'êles, dirigimo-nos para o limite dos polipódios e encontramos adianto (*Adiantum capillus Veneris*), línguas cervinas (*Phyllitis scolopendrium*) e especialmente os asplênios (*Asplenium trichomanes* e *Ruta muraria*), que chegam a vegetar mesmo com 1/1700 de luz. Além d'êste limite, somente musgos e líquenes encontram força para viver. Obviamente, tôdas as plantas orientam-se para o exterior, o que se torna às vezes mais evidente pelos alongamentos de ramos e de fôlhas. Para afirmar a potência da vida, sucede às vezes, nas grutas iluminadas, que, sob uma lâmpada acêsa por poucas horas ao dia, se afirma uma vegetação de algumas espécies de musgos, cujos esporios, transportados pelas águas de estilicídio, encontraram na luz artificial a força para se desenvolverem. Não obstante isso, não podemos falar de uma verdadeira flora cavernícola, pois que tôdas as espécies citadas, embora vegetem, fazem-no somente quando subsistem os mínimos de luz a que acenamos.

Bem outra coisa deve-se dizer da fauna cavernícola. Muitas são as espécies de animais de quase tôdas as ordens que, das grutas, fazem sua habitação normal. Algumas espécies habitam as grutas de modo totalmente accidental; outras habitam-nas com freqüência, demonstrando encontrarem boas condições de vida, a ponto de se reproduzirem total ou parcialmente: são os animais chamados "troglófilos". Há, por fim, uma terceira categoria, a dos "troglóbios", de tal forma enfeudados nas cavernas que não podem abandoná-las, sob pena de morte. Levados ao exterior, se excepcionalmente vivem, sob condições oportunas, em campos experimentais, certamente não prosperam nem se reproduzem freqüentemente. Trata-se, quase sempre, de animais despigmentados, de côr branco-láctea ou amarelo-palha, o mais das vezes cegos, com órgãos de sentidos exageradamente desenvolvidos, relativamente a seu tamanho, sensíveis a todo o menor deslocamento de ar, a ponto de caírem em convulsões. São êles os chamados "fósseis vivos", assim designados porque sua origem é antiqüíssima e o estudo de sua atual distribuição é um válido auxílio à reconstrução da mutação das terras emersas.



Leptodirus Huhnewartha reticulatus, é o coleóptero mais curioso que habita as cavernas.



Proteus - anlíbio considerado o cavernícola por excelência. Alcança 30 cm de comprimento.

As mais modernas concepções os consideram ou antigos nivícolos ou animais que viviam nas folhagens e no humus do solo das antiquíssimas florestas. Em tais habitats, ter-se-iam predispuesto a uma vida subterrânea, isto é, em ambiente jamais atingido pelos raios do sol, com uma temperatura quase constante e uma saturação de umidade levada quase ao máximo. Quando as grandes geleiras do período quaternário cobriram, com espessa camada de gelo, Alpes e Pré-Alpes, os animais do subosque se viram apertados na morsa do gelo e, indubitavelmente, muitos, antes, uma grande maioria, foram destruídos; mas, onde as condições do terreno o permitiram, onde o terreno ficou livre do gelo, mas exposto, sem mais bosques, a condições climáticas proibitivas, aprofundaram-se na terra, alcançando, por fendas, as cavernas que habitaram. Nem mais as abandonaram, porque somente elas ofereciam e oferecem condições de vida análogas às do humus dos antigos subosques que tinham deixado: falta de luz (entendida especialmente como fonte de calor), temperatura constante, umidade levada quase à saturação, ausência de violentas correntes de ar. As zonas em que essa sobrevivência de espécies se verificou são consideradas pelos estudiosos como "zonas de refúgio" (os massifs de refuge dos francêses). Mas as espécies cavernícolas não se limitam a dar indicações seguras sobre essas zonas que ficaram descobertas durante as glaciações. Especialmente nos coleópteros, os órgãos de cópula, armados de lamelas copuladoras, funcionam como perfeitíssimas fechaduras, pelo que a cópula é possível somente entre indivíduos da mesma espécie, tanto que pode verificar-se a coabitação de duas espécies, mesmo semelhantes, sem que possam dar-se hibridações.

Justamente o estudo das lamelas copuladoras permitiu estabelecerem-se séries, por meio das quais é possível reconhecer a proveniência, se de cepas diversas ou de cepas comuns. Sua presença ou ausência, em dada região, demonstra a habitabilidade ou não de determinadas zonas, em determinados períodos, confirmando, às vezes, a teoria — por sinal muito discutida por alguns — da derivação dos continentes, de seu fracionamento, do alongamento ou da reiração dos mares. A presença de uma mesma fauna, em costas opostas de mares continentais ou interiores, deu origem à teoria das pontes intercontinentais. Se por vezes uma idéia muito fascinante impeliu alguns pesquisadores a formularem hipóteses muito ousadas, no caso dos "fósseis vivos", muitos estudos de diversos autores concordam em considerar tais faunas como indiscutivelmente antigas e contemporâneas de outras de hé muito desaparecidas.

Também nos animais cavernícolas se repete, às vezes, um fato análogo ao que mencionamos sobre a flora das colinas.

Muitas espécies cavernícolas, nas zonas de baixa altitude, tornam-se lapidícolas e, talvez, também muscícolas, quando condições climáticas saturam de água as partes mais profundas do terreno. Mas, ainda nesses casos particulares, observações levaram à constatação de que, mesmo durante as grandes precipitações, alguns animais cavernícolas não deixam seu habitat. Com algumas bôlhas de ar coladas aos pelos, nas estreitas fendas do terreno calcáreo, os animais, embora submetidos a notabilíssimas pressões, aguardam que o temporal passe, para retomarem sua vida habitual, sem que mudem de habitação, auxiliados nisso pela aptidão particular que lhes permite ingerir quantidades de alimento superiores ao volume de seu corpo, constituindo, dêsse modo, reservas que, depois, digerem em dias e dias de jejum.

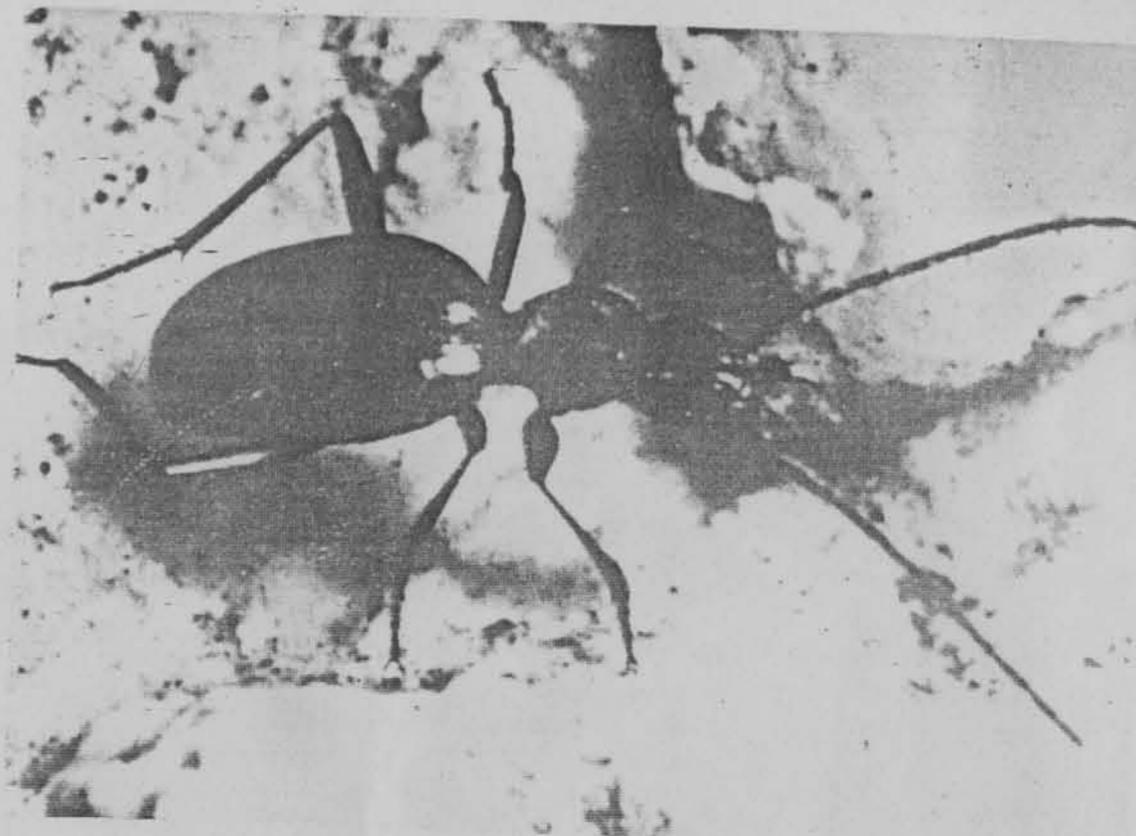
Seria útil, agora, repetir, sôbre os cavernícolas, o que se disse sôbre as cavernas? Adentrarmo-nos em uma descrição, ainda que resumida, dos vários seres vivos, em poucas linhas, é impossível. Contentemo-nos apenas com as ilustrações, que apresentam alguns aspectos da vida das cavernas.

Também as grutas têm, em comum com o mundo externo, a férrea e brutal lei da selva.

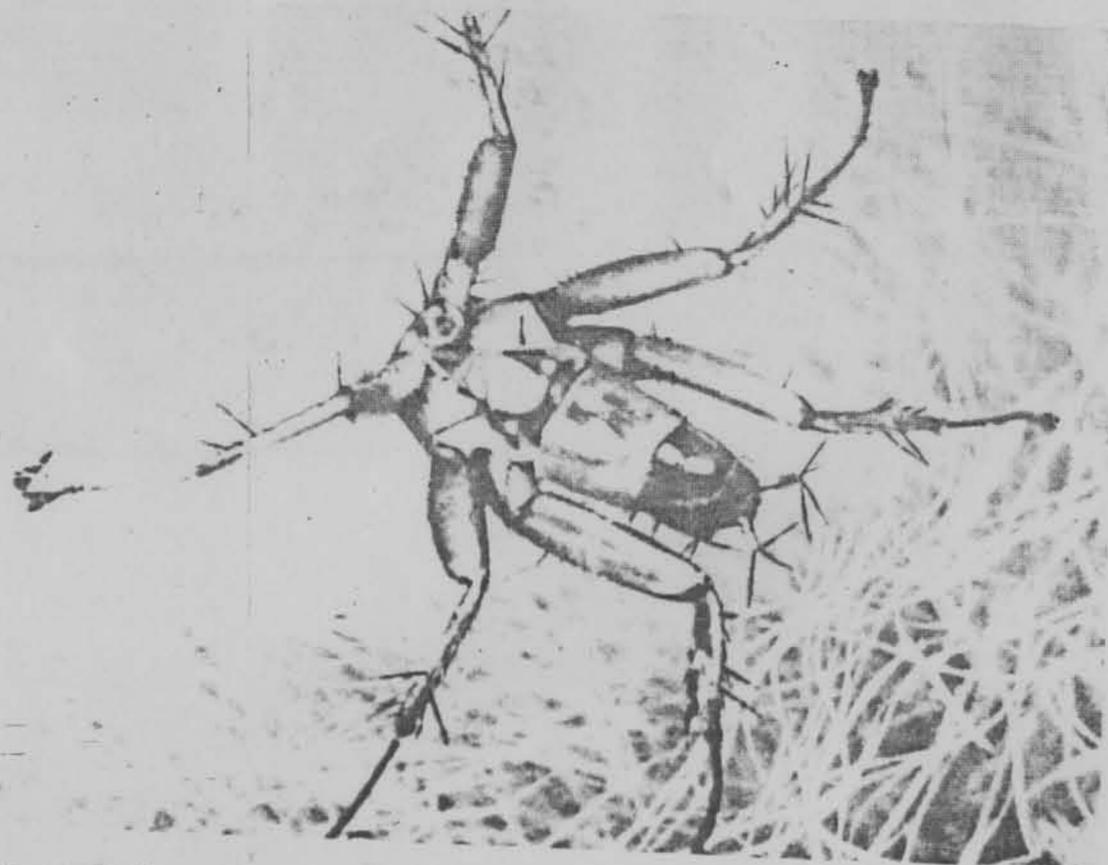
É o mais forte que devora o mais fraco, e sômente algumas vêzes é o número que pode submeter o forte. As fontes de vida são muitas: do exterior, fluem para as cavernas restos vegetais e animais; os morcegos que caçam, insaciáveis, no exterior, levam, para o interior, matérias orgânicas que, transformadas em guano, darão alimento a nova vida; muscícolas e coprófagos caem, depois, nas garras dos carnívoros... e a vida continua.

Assim, na caverna grandiosa ou na fenda insignificante, nada há de estático, mas uma contínua evolução e transformação de matéria e de seres. As águas que penetram do exterior, saturadas de bicarbonato, gôta a gôta criam os bordados de pedra; detritos vegetais e animais servem de alimento a animais, cuja vida constituirá, por sua vez, alimento de outros seres. E a palavra "fim" é vazia de sentido.

Quando, na exploração, os espeleólogos fatigados e, às vêzes, já no limite de suas fôrças, julgam terem atingido o fim da cavidade, freqüentemente, sob uma pedra ou atrás de uma cortina de estalactites, um vazio qualquer produz ecos de ambientes mais vastos. Se tudo indica têmos chegado a um limite, ante uma superfície de águas por vêzes imóveis, por vêzes tumultuosas, que parecem não quererem revelar sua direção ou sua proveniência, também então não tem sentido a palavra "fim". E a mão do mergulhador que ainda não deixou a rocha, diz que um homem tenia prosseguir por caminhos desconhecidos, por "desejo de ver", para descobrir o incôgnito.



Typhlotrechus bilimeki istrus, coleóptero da família dos traquinídeos.



Nictéróbio-díptero com asa atrofiada que vive nas dobras da membrana das asas dos morcegos.

Gruta de Cazanga - Arcos - Minas Gerais

Edward Pinto de Lima *

O presente trabalho tem por objetivo expor, sumariamente, o que nos foi dado observar nas grutas de Cazanga.

Em nome da Espeleológica agradeço a cooperação que nos foi dada pela Companhia Siderúrgica Nacional, pelos senhores: João Vaz Sobrinho e Martiniano Zuquim, quando de nossa visita a Arcos. Ao Dr. Paulo Aníbal Marques de Almeida Rolff, espeleologista fundador da S.E.E., pelo muito que tem feito por esta entidade, dando o seu integral apoio aos espeleologistas, como também ajudando-nos a concatenar o trabalho que apresentamos, os nossos sinceros agradecimentos.

Dentro do seu programa de estudos e como preparo às festividades que pretende fazer realizar pela época de seu 25.º aniversário, a ser comemorado aos 12 de outubro de 1962, a Sociedade Excursionista e Espeleológica executou uma visita a essas famosas grutas.

A excursão foi feita nos dias 1.º a 3 de maio de 1961, e um interessante fato a constatar na sua vida de entidade estudantil, foi o de que nesta excursão participaram dois membros aspirantes filhos de dois sócios fundadores. Foram os excursionistas Paulo Krüger e Paulo Rolff Jr. O primeiro, aluno da EMOP e o segundo "cascudo" em um Ginásio de São João del Rei.

O Barão de Eschwege, já em 1818, havia visitado a região. Daí a fama de suas grutas. Há placa comemorativa desse fato, localizada na maior das cavernas.

A região de Arcos é feita de rochas calcárias correlacionáveis à Série de São Francisco ou Bambuí, discutivelmente de idade siluriana. Ali essa série é representada por rochas calcárias, cinzentas, macias, bem diaclasadas, bastante aleitadas e situadas praticamente horizontais. Por cima destas, e já um tanto alteradas pelos agentes do intemperismo, há ainda camadas de ardósias calcíferas ou mesmo, mais raramente, cálcio filitos. Originam argilas e massapés típicos.

* Encarregado de estudos da SEE.

Os arenitos **Macaia**, assim como os **Mármoreos Rodeador** (Cipolinos) ou os **Mármoreos Pedra de Sino**, ainda não foram notados e parece que então a série aqui repousa diretamente sobre o cristalino granito-gneissico. Ele aflora a Este de Arcos e na rodovia que leva a Formiga.

O maciço calcário mostra-se nitidamente aflorante em algumas dezenas de quilômetros quadrados. A inspeção do Mosaico Aerofotogramétrico n.º 6 da Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul para a Comissão do Vale do São Francisco, mostra que ele aflora em perímetro franjado por mais de 400 km².

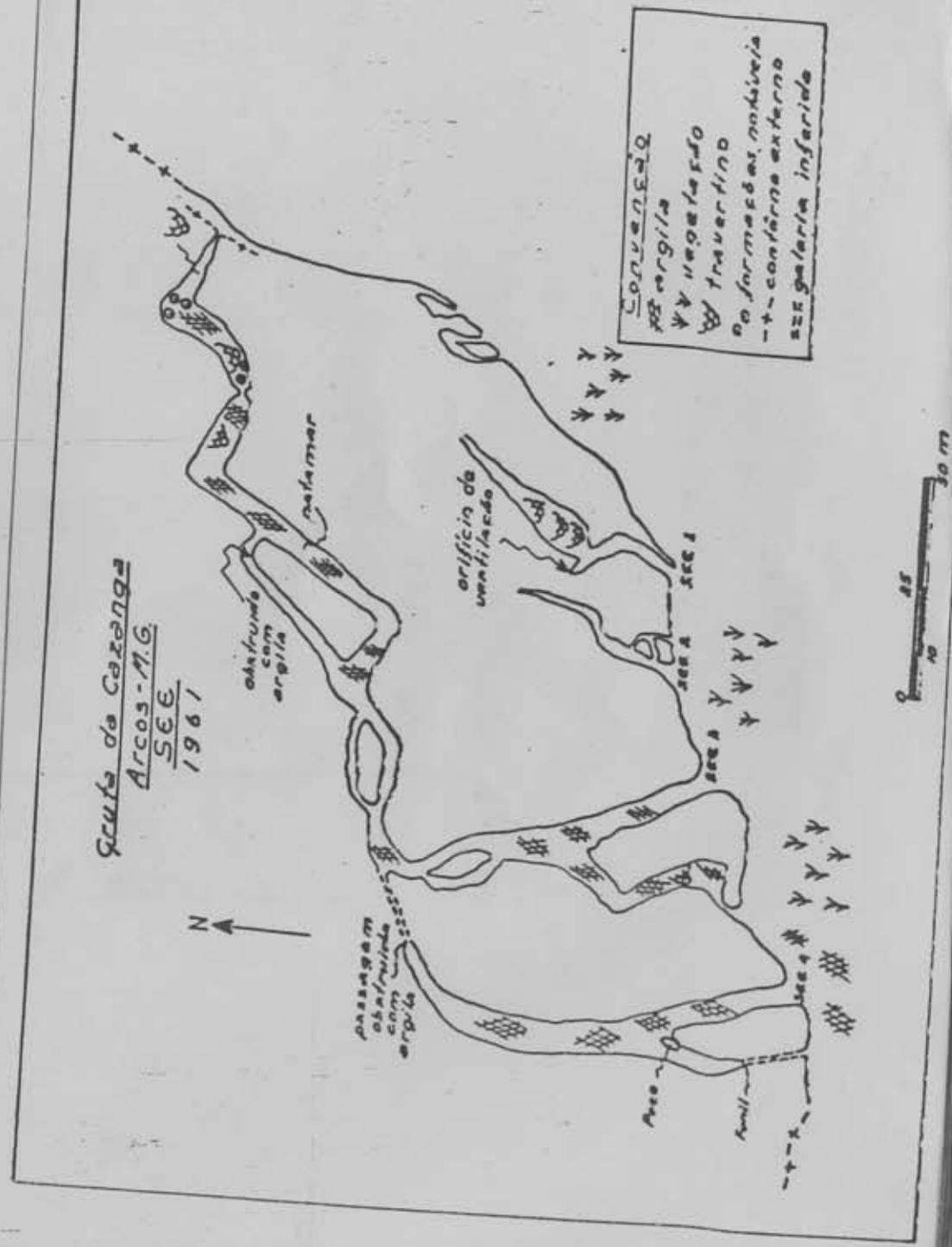
Isso mostra não só a potencialidade das reservas desta rocha industrial, como também as possíveis milhares de cavernas e grutas que temos a explorar.

A parte que exploramos nesta excursão foi aquela situada nas imediações de Arcos, entre a cidade e a Fazenda da Cazanga. Já tínhamos estado ali em rápida excursão e pretendíamos verificar a notícia da presença de fósseis do quaternário. Entre Arcos e a Fazenda da Cazanga, percorremos apenas rochas calcárias alteradas em laterita amarelo-avermelhada. No percurso até a sede, feito através da estrada carroçável, não há afloramentos, e apenas ao longe vislumbram-se as escarpas da Serra da Cazanga, da Posse Grande e dos Varões. Geomorfologicamente, percorremos um peneplano possivelmente correlacionável à superfície **Velhas** ou **Gondwana**, de King. Pelo menos nesta região, as ações cársicas são evidentes e pululam as lagoas permanentes ou temporárias, evidenciando uma regressão no nível de base, e impondo desgaste intenso aos rebordos do maciço calcário. Daí a potencialidade espeleológica da região visitada.

O maciço da Serra da Cazanga, um nome local de um conjunto calcário único, eleva-se de uns 100 a 120 metros sobre a planície cársica do peneplano regional. Suas caneluras, as lapiez e as cavidades sub-horizontais, indicam claramente a presença da ciclo cársico avançado. Da sede à gruta, percorremos uma encosta de vale suave, pelo lado direito do córrego da Cazanga. Vem ele da Bucaininha, nascendo nas vertentes norte da Serra dos Varões. É isolada sua bacia da Posse Grande, pelo espigão que suporta a rodovia que leva de Arcos a Pains.

Uma depressão cársica, hoje barrada parcialmente, coloca aos pés da outra encosta uma bela lagoa alongada. O contraste geomorfológico entre a escarpa abrupta de uns 100 metros e uma superfície plana do espelho das águas desta lagoa, compensa a caminhada que muitos fazem de Arcos à Gruta, percorrendo a pé os 6 km e pouco, que há entre um local e outro.

Esta depressão, na qual corre atualmente o córrego da Cazanga, preparando a escarpa quase que em forma de cuesta, pres-



supõe a hipótese mais adiante oferecida da gênese destas grutas. São elas apenas parcela mínima do que pode existir em tesouros espeleológicos nesta mole calcária, cársicamente erodida.

As Grutas

Levantado o mapa topo-geológico, podemos evidenciar vários fatos com relação à gênese destas cavernas.

Em si mesmas não são similares, espeleologicamente falando, àquelas outras que temos visto nestes 25 anos de vida da Sociedade. As cortinas de estalactites, e todos os outros belos fenômenos cársicos são aqui bastante mediocres. Todavia, há certos aspectos da gruta, sensivelmente em forma de canais, segundo direção dominante no fraturamento regional, que representam interessante forma de erosão cársica diferencial. Assim, a principal gruta ou cavidade que broqueia a Serra de Cazanga neste lado, mostra-se rica em algumas formas de estalactites em cortina. Pendem elas dos tetos e dispõem-se, embora com formas pouco desenvolvidas, ao longo de linhas de diaclasamento. Evidenciam uma fase ainda em andamento dos fenômenos dissolutivos dos bancos calcários localizados acima do nível de suas duas entradas. Todas elas mostram ser nada mais que velhos canais, onde há dissolução cársica, agravada por uma quantidade de água bastante elevada, drenadores, ao que supomos, de todo o vale do riacho da Cazanga. Assim, ao que nos parece pela inspeção do mapa executado pela turma de topografia da S.E.E., estamos justamente no caso de uma parcela de extenso rio subterrâneo. Os seus meandros, o perfil transversal típico em abóbada, as marcas de abração ainda intactas nas paredes do calcário liso e nu de formas construtivas da dissolução cársica, são muito característicos. Outra evidência de tratar-se de uma série de canais de drenagem subterrânea, é aquela de estarem todas as quatro grutas levantadas, cheias de "terra rossa". É ela argilosa, amarela, bastante salitrosa. Tem sido explorada para tal, como evidente ainda no mais baixo destes canais, ou seja, a nossa gruta S.E.E. n.º 4. Ela está atualmente no mesmo nível de base da lagoa acima mencionada, que representa o máximo do lençol freático atual. Os níveis das cutras ficam todos acima deste, o que nos deixa pensar na hipótese feita com relação ao barroamento pretérito do vale do riacho da Cazanga. Isso implica supor inexistência de cavidades profundas e somente grutas de tipo canal subterrâneo.

As áreas onde verificamos formações de deposição de estalactites, estalagmites, travertinos, confeitos de tivoli e cortinas, estão indicadas na plania anexa. Em certas parcelas da gruta, ainda não dilapidadas pelos calitrios, a "terra rossa" mencionada cobre-se de uma camada decimétrica de travertinos. Perfurando-a

em vários pontos, tentou a turma de Paleontologia a descoberta dos fósseis que procurávamos. Depois de árduo trabalho, em rodízio com as pás e picaretas, chegamos à unânime conclusão de que, desta feita, nada encontraríamos.

Estando então em face a um velho rio subterrâneo, cujo início podemos verificar, mas cuja extensão não pressupomos, fizemos várias tentativas de descobrir cavidades interiores do maciço e ainda não suspeitadas. Anotamos assim, no mapa oferecida nestas notas, as possíveis ligações existentes entre as quatro cavernas-canal topografadas. Esmiuçamos tôdas as cavidades, funis e fendas.

Utilizamos então um método que há muito nossa Sociedade desejava, mas, por falta de equipamento e especialmente oportunidade, ainda não havíamos tentado. Pela primeira vez apresentamos as observações a seguir expostas:

Um dos membros da excursão, o prof. Almeida Rolff, utilizou, para isso, um pequeno receptor de tipo "transistor" atalmente no comércio. (Marca HITACHI 8 — duas faixas de onda). A turma da geologia encarregou-se das anotações. Estudamos assim a receptividade no interior do maciço calcário, tomando medidas em vários pontos das diversas grutas levantadas. Partimos da hipótese de que as ondas de rádio deveriam ser absorvidas pelo maciço rochoso, e que somente próximo à superfície a recepção de mesmo comprimento de onda deveria ser de mesma intensidade. Assim, se houver uma comunicação próxima à superfície, pela intensidade da recepção será possível descobri-la. Parece que a hipótese é exata.

As observações dêle estão sintetizadas no quadro abaixo:

Nas outras grutas, a recepção mostrou-se boa nas imediações da entrada. Decresceu, em qualquer freqüência, com antena ou sem ela, da entrada para o fundo. Há melhoria nas freqüências mais altas quando há umidade no solo. Absorção total quando não há sedimentos úmidos no solo ou nas diaclases. Isso foi muito notável na gruta SEE n.º 4, na parte obstruída ao seu final. A intensidade depende da hora, sendo melhor ao amanhecer e ao entardecer. Não fizemos observações noturnas. Intensidade S 5/9, estimada de ouvido, sem medidor de campo.

Assim desconfiamos da existência de um orifício ligado ao exterior, no extremo final da gruta SEE n.º 3. Um alargamento executado em um pequeno sumidouro que mostrava uma tênue corrente de ventilação positiva a essa saída. Voltamos ao local em hora onde a iluminação provinda do exterior poderia permitir uma comprovação do fato e, realmente, verificamos que o túnel está obstruído por uma cortina de estalacites, similar à que foi perfurada e indicada no mapa anexo. Há ligação entre as estacas 0,5 e 17, por um único canal-gruta.

Horas	Freqüências recebidas	Antena usada	Recepção obtida	Observações gerais
12,00	10 M. C.	Sem	Muito boa S8	Direcional EW — Entrada gruta
12,10	idem	Sem	Boa S6	Próximo placa Eschwege
12,20	idem	Sem	Negativa	Próximo placa Varela
12,30	idem	Duas	Negativa	idem, vide mapa
12,40	14 K. C.	Uma	Forte S8	Depois da Santa — Direcional — Solo úmido
12,50	14 K. C.	Sem	Forte S8	Depois da Santa — idem — Solo com água e úmido
17,00	10MC/14/KC	Sem	Muito forte S9	No final da gruta — Boca. Pequeno lago, estalacites ativas.
17,30	Qualquer onda	Sem	Muito forte	Idem, idem — Procurar desobstruir a boca. Funil ligado ao exterior. Positivado, sem dúvidas
5,00	14 KC	Sem	Muito boa S8	Na entrada SEE n.º 3
5,00	10 MC	Sem	Boa S7	Idem, na entrada SEE n.º 3
17,30	Qualquer onda	Sem	Excelente	Placa Eschwege — 2.ª experiência
9,10	10 M. C.	Sem	Má S4	Fim da gruta — Funil desobstruído impossível de passar para fora.
9,10	14 K. C.	Sem	Boa S7	Muito direcional — Funil — Fim da gruta — Luz visível, mas impossível de passar para fora.

Calculamos, por reconhecimento exterior, que essa bôca ou funil conduz a uma das inúmeras cavidades encontradas no paredão calcário, como indicado no mapa das grutas. (Estaca n.º 17). Mais uma vez há comprovação de um rio subterrâneo no local.

Parece-nos ser este um interessante campo a pesquisar, e julgamos ainda não ter sido descrito em publicações espeleológicas no Brasil. Os dados que temos ainda não são precisos, mas são muito evidentes. Concordam com experiências conhecidas em outros países.

ESPELEOLOGIA E FOTOGRAFIA AÉREA

Prof. Almeida Rolff

Aparentemente parece não haver qualquer ligação entre a espeleologia e as fotografias aéreas, a não ser que as segundas sirvam de ilustração a assuntos relacionados às primeiras. Seriam meras ilustrações fotográficas, nada mais.

Todavia, feitas as definições destas duas facetas das Ciências Geológicas, poderemos deduzir a intimidade existente entre elas. A ESPELEOLOGIA é a ciência que estuda as cavernas, especialmente aquelas que são desenvolvidas nas formações calcárias, onde mercê de um certo número de condições excepcionais atingem o máximo de desenvolvimento.

A FOTOGEOLOGIA, é uma ramo especializado da Aerofotogrametria, onde através dos três princípios da lógica, da Homogeneidade Topográfica e da Convergência da Evidência — utilizam-se as fotografias aéreas para interpretações e planejamentos explicativos de assuntos geológicos.

Nas interpretações fotogeológicas do aspecto litológico apresentado por qualquer região, há uns dois a três casos onde, simplesmente pela coordenação de aspectos típicos mostrados nas aerofotos, pode-se "a priori" dizer com certeza qual tipo de rocha está nelas representado, mesmo que estas não aflorem diretamente. Isso decorre que as rochas calcárias, desde que estejam satisfazendo um certo número de condições apresentam-se com uma topografia, uma geomorfologia típicas e somente mostradas por esse tipo de formação geológica. Esse conjunto de característicos conspícuos às rochas calcárias em geral são conhecidos como Ciclo de Erosão Cársica ou Geomorfologia Cárstica. Há um certo número de unidades de terreno cársico, justamente estudadas em detalhe pela Espeleologia, que definem e podem ser observadas, sem perigo de risco ou qualquer confusão, nas fotografias aéreas.

Fotogeologicamente falando, identificadas imagens consideradas como pertencentes, típicas e características, do ciclo Cárstico, não há dúvida alguma em classificar a região como feita de rochas calcárias. Assim esta identificação é um ponto pacífico e perfeitamente preciso. Daí resulta a primeira utilização das aéro-

fotos à espeleologia, pois havendo ciclo cárstico, jovem, maduro, ou senil, uma de suas formas subterrâneas, deverá estar fatalmente presente. Este ciclo é evidenciado nas aerofotos pela drenagem típica apresentada pelas regiões cársticas. Esta drenagem ocorre, desde que sejam encontradas, simultaneamente as condições geológicas seguintes:

- camadas de calcários puros, bem estratificados, dispostos horizontalmente ou próximos à horizontal;
- sejam capeados por outro tipo qualquer de rocha que, sendo suficientemente porosa, permita a circulação dos níveis superiores para os inferiores;
- que o conjunto de formações geológicas possua altura topográfica ou nível hidrostático conveniente, permitindo uma grande densidade de circulação das águas superficiais ou sub-superficiais;
- que as rochas estejam bastante fraturadas, por diaclasamento, falhamento ou bem tectonizadas, sejam muito puras e conseqüentemente, bastante solúveis;
- as condições climáticas sejam regulares na alternância de períodos de chuva e estiagem, originando, como condição primária aos fenômenos cársticos, uma densa cobertura vegetal.

Atualmente, de tôdas as formações geológicas conhecidas no Brasil, aquelas da Série de Bambuí, são as que satisfazem conjuntamente tôdas as condições acima apontadas.

Essa drenagem cárstica ou regime hidrológico cárstico é caracterizado por dois ramos específicos. Um se faz superficialmente, apresentando as formas de topografia, de geomorfologia e de hidrologia clássicas e facilmente identificáveis através das aerofotos. O outro ramo se distribue subterraneamente dentro da massa das camadas calcárias, constituindo formas conspícuas as quais são o objeto da Espeleologia, não visíveis nas aerofotos mas passíveis de serem deduzidas ou evidenciadas de existirem. Isso pela sua ligação íntima com a parte visível da drenagem.

Assim as "entradas" e as "saídas" das cavernas bem como os "sumidouros" e as "surgências" dos cursos de água subterrâneos são evidentes nas fotografias aéreas. Se podemos determiná-las torna-se claro que, aplicando o princípio de lógica e da Convergência da Evidência, podemos deduzir da provável existência de uma série de cavidades subterrâneas, ligando então estes dois pontos superficiais. É a segunda aplicação das aerofotos e como primeira aproximação, conhecida a escala destas, pode-se estimar a possível extensão teórica dessa parcela da drenagem subterrânea. Evidenciamos que trata-se da parte teórica, pois a verdadeira extensão, disposição e topografia dessa drenagem subterrâ-

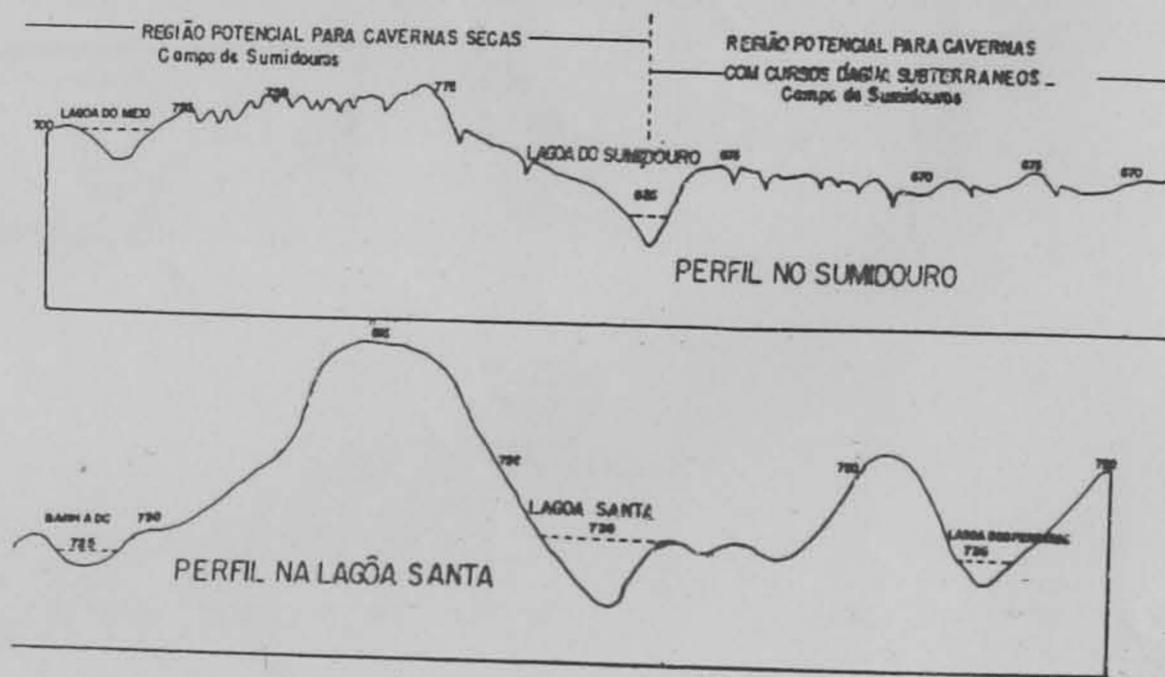
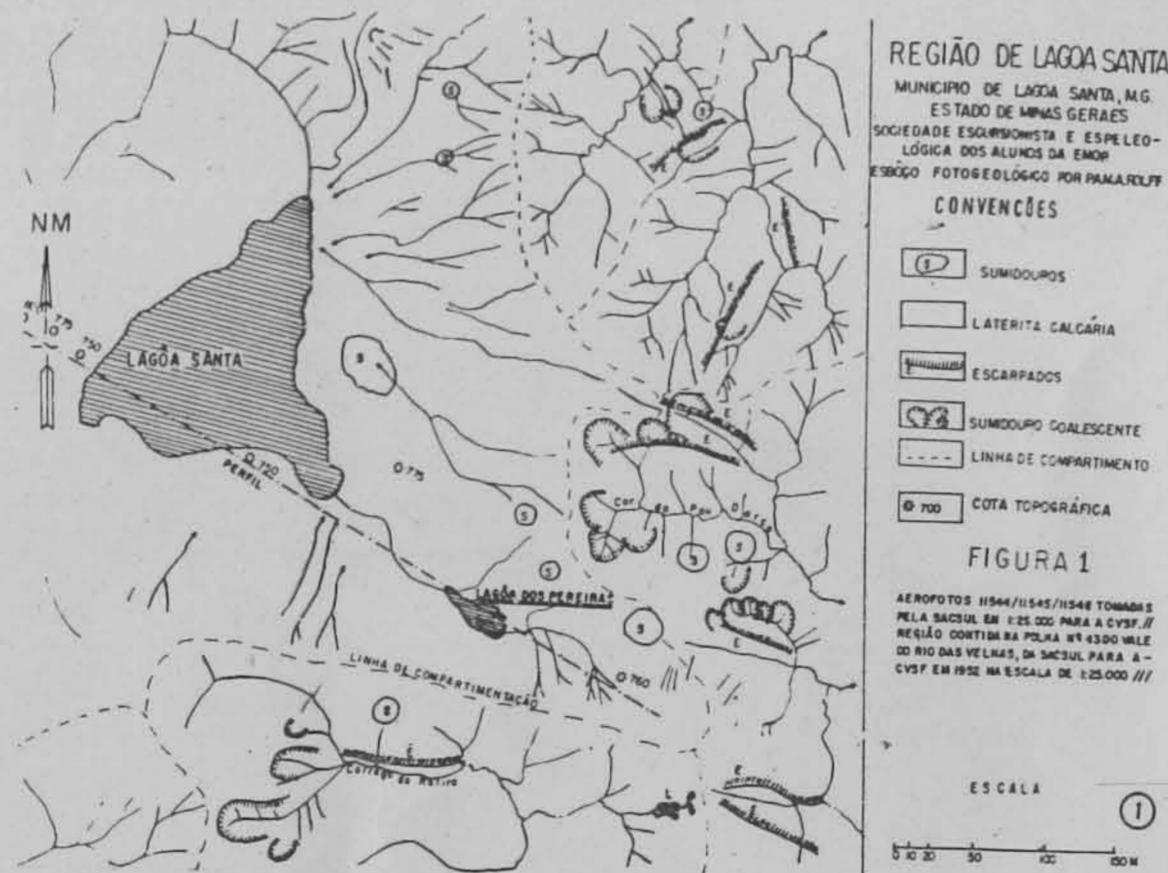


FIGURA 1.5

nea dentro do maciço calcário somente poderá ser determinada topográfica e espeleologicamente.

Consoante às condições climáticas da região poderá haver um excesso de água acumulada nesse curso subterrâneo e, em consequência, pelo princípio dos vasos comunicantes, todos os "sumidouros" pertencentes a um mesmo sistema hidrostático transformam-se em lagoas e poços com o mesmo nível topográfico. Estas massas de água são perfeitamente determináveis e caracteristicamente visíveis nas aerofotos. Se, eventualmente nelas, através da estereoscopia, podemos notar que há diferentes níveis para estas lagoas, pelo princípio da lógica, torna-se claro que há mais de um desnível hidrostático incidente sobre a região. É esta mais uma das utilidades das aerofotos.

Se, apesar do clima, a região não mostra tais lagoas, pode-se deduzir que ou os drenos subterrâneos são de dimensão adequada, tendo atingido o máximo possível face a pluviosidade média ou a região já está em um regime cárstico e hidrológico francamente senil. As cavernas não estão mais em formação ativa.

Assim já é possível verificar que as aerofotos podem representar uma grande e real utilidade nos estudos espeleológicos, permitindo deduções indiretas sobre alguns fenômenos espeleológicos. Vejamos alguns exemplos.

Topografia Cárstica

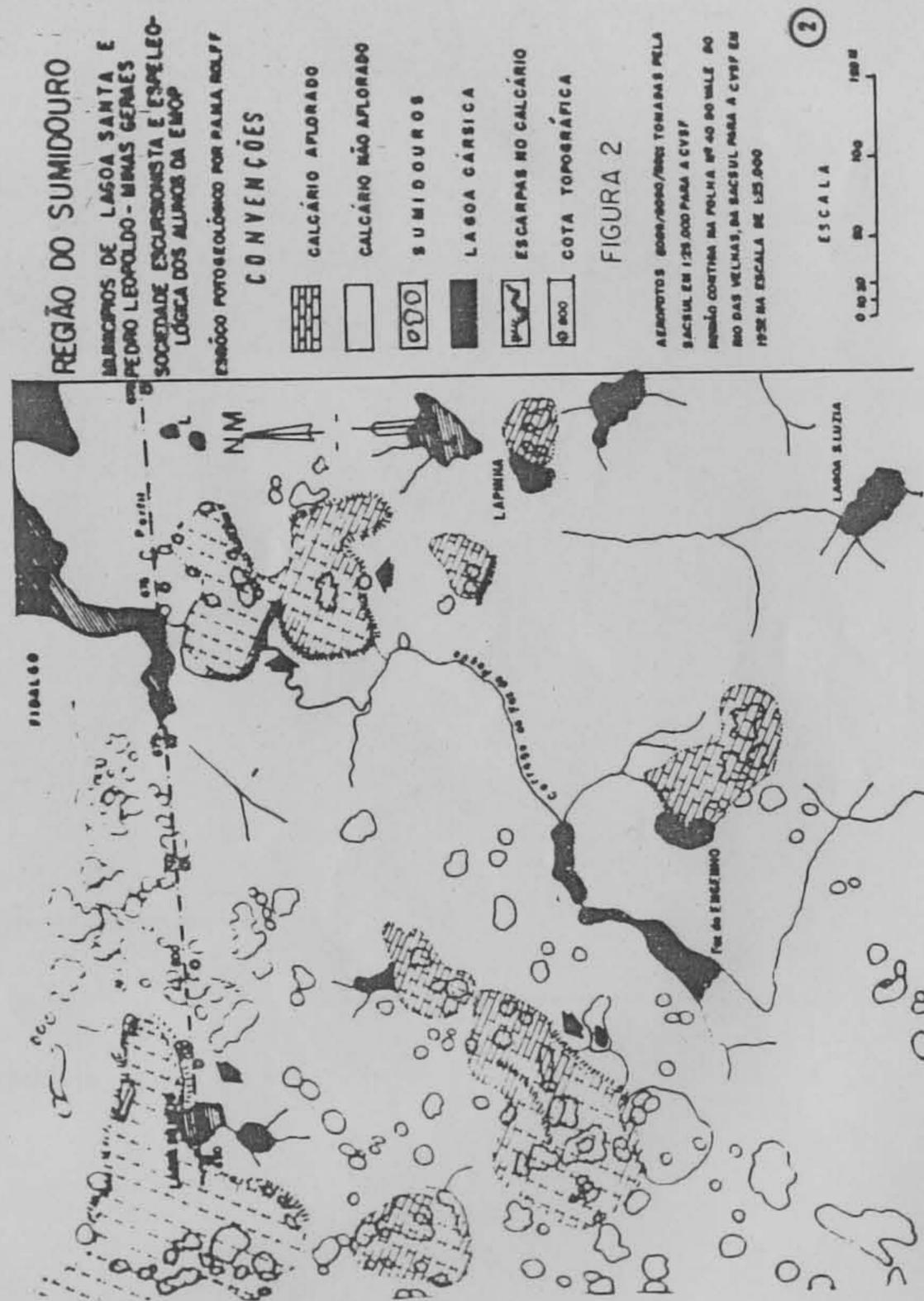
A figura (1) representa a drenagem seca e molhada de uma região calcária. Nota-se que alguns cursos d'água ou drenos secos que conduzem o volume precipitado em tempo de chuvas, mostram um curso muito curto, desaparecendo em pontos diversos e sem aparente ligação uns com os outros. Consoante ao estado de alteração do solo, estes funis podem oferecer uma maior ou menor facilidade ao escoamento das águas pluviais. Podem pois originarem-se lagoas temporárias, penderes da permeabilidade do fundo do funil. Assim funis sem lagoas supõem uma drenagem imediata e, não havendo estrangulamento na rede subterrânea, indicam uma provável entrada direta nessa mesma rede. São pois entradas de cavernas potencialmente determináveis através das aerofotos. Assim uma região cuja topografia cárstica contém lagoas cheias poderá ser dotada de um sistema de drenagem subterrânea intensa, com mais de um nível independente e somente poderá ser acessível em época que tais lagoas estejam completamente vazias. Será sempre uma região perigosa para estudos espeleológicos em épocas passíveis de haver precipitação pluvial intensa. A figura (2) evidencia um tipo de topografia cárstica e o perfil da figura 1.5, tomado dêle, exemplifica elementos dessa topografia com as unidades de terreno visíveis estereoscopicamente

nas aerofotos. Trata-se da bem conhecida região da Lagoa do Sumidouro e Poço Azul nas imediações de Lagoa Santa, MG.

Procura fotogeológica de entradas de Cavernas

Sob o ponto de vista espeleológico sabemos que as cavernas são encontradas geralmente em duas situações. Ambas são topograficamente privilegiadas.

- a) Em níveis superiores ao freático ou erosivo atual, isto é, entradas localizadas desde a cota mínima até mesmo à máxima dos maciços e paredões calcários. São cavernas provenientes de um ciclo erosivo progressivo, cujo nível topográfico foi sucessivamente rebaixado pelas ações do intemperismo e erosão geológica. Ficam nas faces escarpadas de velhos poljes. Assim a procura destas cavernas, ou melhor, de suas entradas, poderá ser feita nas aerofotos pelo estudo sistemático de todos os grandes afloramentos expostos, dado que êstes em geral, formam escarpas topograficamente bem visíveis em três dimensões. Considerando-se assim o desaparecimento brusco de qualquer ramo da drenagem aliado à presença de um paredão escarpado, podemos selecionar tal região como interessante à existência de cavernas contidas em tôda a altura do seu paredão. São cavernas mais antigas e, geralmente, sêcas.
- b) Em níveis inferiores ao freático, pois a atual drenagem subterrânea invisível, mas suposta de existir. Aqui são então as lagoas temporárias, os sumidouros, os funis, as grandes depressões e os vales completamente fechados. A utilização ideal para êstes casos será de contar com aerofotos tomadas em duas épocas distintas. Uma com as lagoas cheias e outra com elas mais próximas à estiagem máxima. Em certas áreas do Vale do São Francisco, totalmente aerofotografado na escala de 1/25.000, face aos diversos contratos de mapeamento existentes, isso é perfeitamente possível. A procura destas cavernas deverá ser sistematizada a tôdas as lagoas temporárias, especialmente notados nas aerofotos através do exame estereoscópico delas — e que não se mostrem cheios em simultâneo com as lagoas temporárias. Exatamente um destes tipos de funil ou sumidouro é que constitui a **Gruta dos Estudantes**, em Matozinhos. Podem constituir depressões diminutas em uma região apresentando topografia cársica e, se há então evidência de uma das condições geológicas antes apontadas, o encontro da caverna é bastante certo. Em a maioria dos afloramentos calcários da Série de Bambuí, cobrindo vastíssimas áreas do Vale do São Francisco isso é potencialmente claro e evidente.



O decalque que constitui a figura (3), correspondente a uma parcela do Maciço calcário da Série Bambuí em as imediações de Arcos, mostra essa potencialidade. A identificação, nem sempre muito simples ou comum, de uma surgência de águas ou do brusco nascimento de um curso de água proporcionalmente volumoso, poderá constituir-se não só do indício de uma intensa drenagem subterrânea e, em consequência, de uma série imprevisível de cavernas secas ou molhadas.

Torna-se claro que a presença de sumidouros e funis localizados nas imediações ou ao pé de escarpas calcárias, somam as duas condições acima.

Programação para estudos espeleológicos

Neste setor as aerofotos tomam uma parte mais ativa e de compreensão mais acessível àquêles que não estão bem familiarizados com as técnicas e a terminologia espeleológica. Assim, servem para a identificação preliminar da maior ou menor incidência dos fenômenos cársticos em uma dada parcela de uma região calcária. Toma-se assim uma posição programativa com relação à seleção de áreas para exame direto.

Utilizando-as como mapas básicos, além da seleção de áreas, podem ser estabelecidos os acessos mais simples à investigação sistemática dos diversos fenômenos cársticos evidenciados por meio das aerofotos na região. Podemos assim verificar localmente, através de um percurso previamente determinável, os sumidouros, os funis, os paredões, os vales fechados, as lagoas permanentes ou temporárias. Pode-se confeccionar um decalque — contendo todos os acessos, caminhos, locais a investigar e, em consequência, planejar "a priori" como e quais os melhores acessos a pontos privilegiados e que possam oferecer melhores atenções para a exploração espeleológica.

Ainda em áreas muito promissoras, evidenciando um elevado número de assuntos à exploração sistemática, pode-se então, através desse decalque, programar uma série de operações exploratórias. Nele pode-se indicar o progresso das explorações e, ao fim de um certo número de dados acumulados, coordená-los muito facilmente. É o caso da região de Arcos (Fig. 3), onde está estabelecido um roteiro para as cavernas potenciais e onde assinalamos as nossas explorações até agora ali conduzidas. Verifica-se pela simples inspeção da figura que a potencialidade cavernística da área é muito grande, bastante elevada mesmo, pois a figura é apenas uma parcela mínima do total. Há assunto para alguns anos de explorações sistemáticas e continuadas em cavernas de tipo seco e bastante antigas. A legenda da figura é auto explicativa.

Geologia Econômica dos Calcários

De tôdas as rochas cálcicas, os calcários puros, relacionados a Série de Bambuí, são os de maior interêsse econômico. A espeleologia, estudando os seus acessos subterrâneos, contribui indiretamente ao seu conhecimento mais íntimo e, em conseqüência, a sua avaliação econômica. Torna-se bastante claro que, se em um maciço calcário, exteriormente compacto, verificarmos a possível existência de um broqueamento cársico, poderemos ter uma enorme diminuição do seu volume à vista. Por outro lado, as formações cársicas — estalactites, estalagmites, travertinos — podem conter um teor em fosfato de cálcio que embora não seja elevado para constituir um mineral de interêsse econômico, poderá vir a impedir o aproveitamento industrial da rocha. Calcários muito fosfáticos não podem ser utilizados em siderurgia, fabrico de cimento Portland ou mesmo cal hidráulica comum.

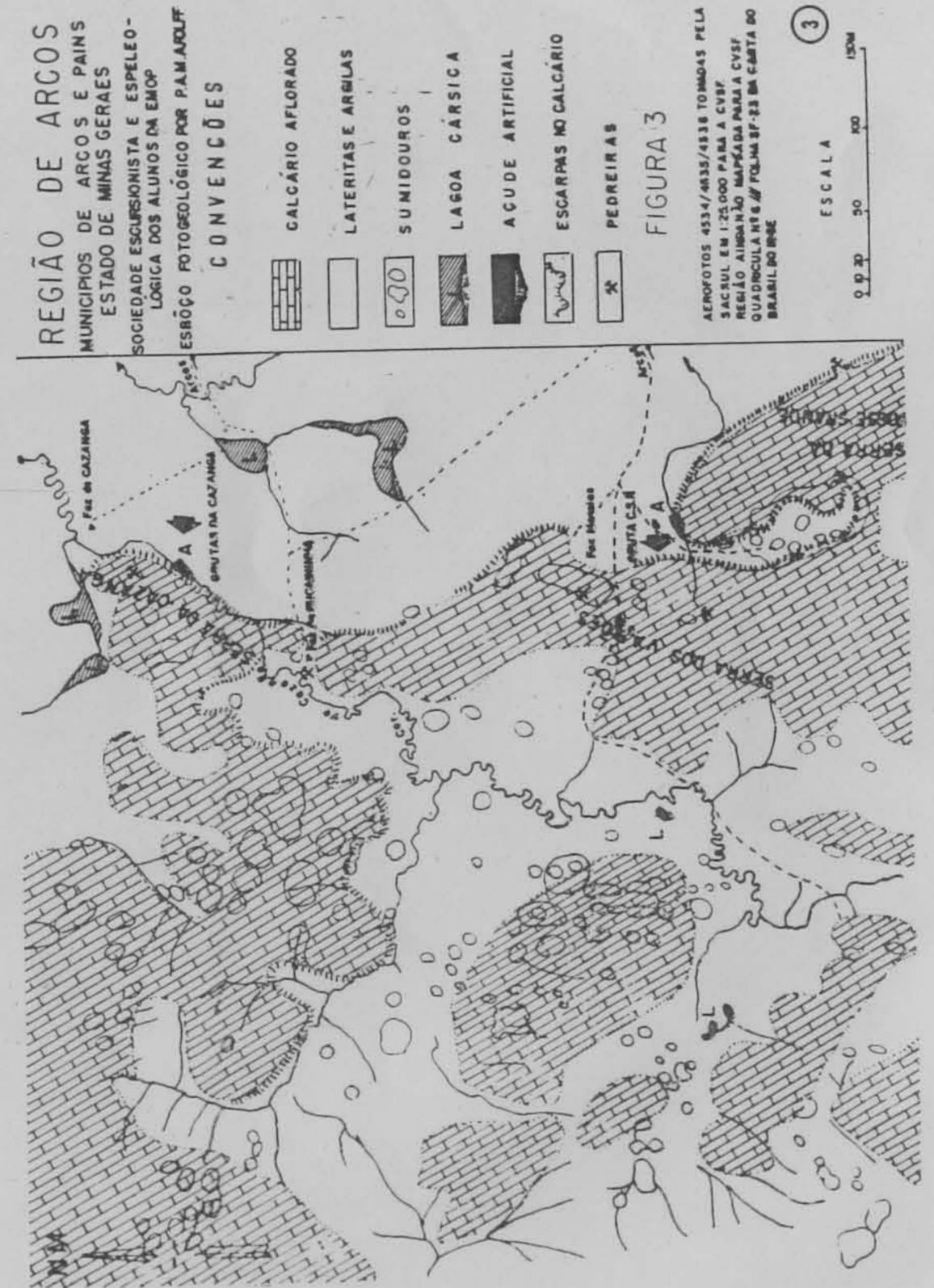
Há dois motivos, pois, para verificar da possível existência de cavidades cársicas em qualquer maciço calcário que se pretenda lavrar para fins industriais. Aqui entram mais uma vez as vantagens do estudo fotogeológico do ciclo cársico, pois o que ficou dito acima pôde aplicar-se imediatamente com um ganho de tempo e uma racionalização excepcionais.

A figura 3 mostra um aspecto do ciclo cársico, evidente nas aerofotos onde podem ser facilmente assinaladas as áreas, mesmo aproximadas e, em conseqüência, o volume medido, das reservas calcárias de uma região. Sendo as camadas horizontais ou praticamente nessa atitude geológica o volume do maciço calcário é dado imediatamente. Isso o volume bruto, dado que podem existir broqueamentos e cavernas que venham a reduzi-lo bastante.

É mesmo bastante aconselhável que qualquer prospecção em rochas calcárias, mesmo sendo o seu volume aparente muito elevado, seja acompanhada de um estudo espeleológico da área imediatamente circunvizinha. Isso evitará certamente muitas surpresas futuras.

Expressão topo-geológica dos calcários

A fotogeologia dos calcários e em geral das rochas solúveis (dolomitos, gypsitas e calcários menos puros) é, como vimos, pelos exemplos apontados um caso concreto e de imediata determinação através das aerofotos. Ainda a composição da rocha assim como sua situação geográfica e climática podem variar um pouco na apresentação das imagens fotográficas de ciclo cársico. Em outras palavras, a geomorfologia do ciclo cársico toma variações pendentes do clima. Escolhemos uma série de áreas calcárias localizadas em climas diversos para visualizar essa variação. Assim nas aerofotos, ao invés de assinalarmos as cotas mínimas — isto é —



EXEMPLOS DE COMPARTIMENTAÇÃO CÁRSICA
 SOCIEDADE ESGURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA DOS ALUNOS DA EMOP
 INFLUÊNCIA DO CLIMA NA DISSOLUÇÃO DAS ROCHAS CALCÁRIAS
 INTERPRETAÇÃO DE P.A.M.A. ROLFF

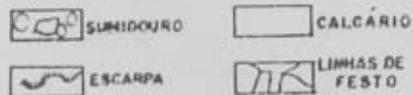
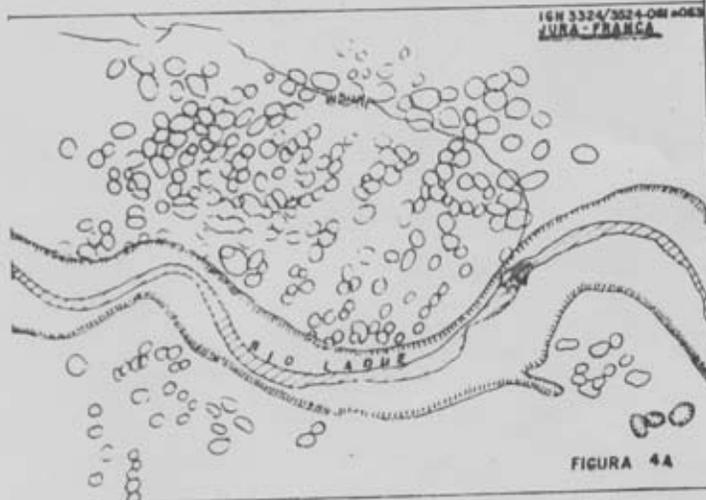
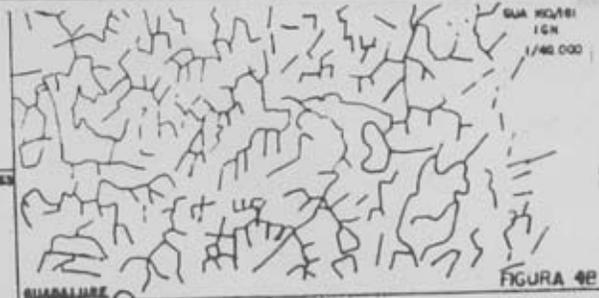


FIGURA 4



os fundos dos vales, indicamos as cotas mais altas ou sejam as cristas divisórias. Isso pode ser denominado de "compartimentação" do terreno.

Na figura 4-A representamos uma área localizada na Ilha Grand-Terre, Guadalupe, nas Antilhas, ou seja, em um clima tropical úmido. A compartimentação é a de um ciclo cárstico que diseca um planalto horizontal através de vales secos múltiplos. O fato de não haver união das cristas delimitadoras da compartimentação evidencia não só o planalto como também uma cobertura laterítica bastante espessa. O clima não permite a evidência de afloramentos nem de cursos d'água permanentes. As fotos são do I.G.N. — Paris — França.

Na figura 4-C representamos uma área localizada no sudeste da ÁSIA, em clima tropical extremamente úmido, com intensa precipitação pluvial. Trata-se da região de Bornéu — Sarawak, área das minerações auríferas de Bau. São calcários xistosos (Cretáceo) integrantes de um planalto altamente dissecado, mostrando uma compartimentação nítida contendo ainda vales fechados muito conspícuos. Os compartimentos são interligados face ao clima assim como a pesada cobertura vegetal ocorrente na área. As fotografias são da Royal Air Force (RAF).

Na figura 4-A evidenciamos uma compartimentação típica de um clima temperado. Trata-se do Vale do Laoue, no Jura, França onde o mencionado rio encaixa-se profundamente em um planalto calcário. As condições evidenciadas anteriormente, sendo satisfeitas de modo perfeito, as partes altas do planalto estão totalmente crivadas de colinas (sumidouros) de forma e posições clássicas. As circulações de água subterrânea podem ser pressupostas e a existência de cavernas é evidente. As fotos são do IGN, Paris, França.

Assim, o micro relêvo das formas topográficas do ciclo cárstico chega às vezes a ser tão completo que não é fácil representá-lo através dos métodos clássicos de topografia, isto é, com curvas de nível, sendo as aerofotos mais precisas.

Falso Carst

Nas regiões semi-áridas e mesmo desérticas há uma unidade geomorfológica passível de ser confundida com as feições cársticas, especialmente as dolinas ativas e as lagoas temporárias. São as conhecidas *ipueiras*, constituindo depressões isoladas, ou por vezes, em grupos geologicamente associativos, encontradas em inúmeras regiões do polígono das secas. São conhecidas em outras regiões como na África (no deserto Kalahari, são os *pans*). A simples aplicação dos princípios da lógica, da convergência, da evidência e da homogeneidade topográfica bastam para precisar os possíveis enganos.

M. Juvivert

Um dos aspectos fundamentais do "carst", é o morfológico, aspecto que se manifesta tanto no estudo dos fenômenos de superfície como no subterrâneo. A morfologia é o estudo das formas: do relêvo na superfície e das subterrâneas nas cavernas.

A morfologia de um país, de uma cavidade, ou de um conjunto de cavidades é o resultado de uma ação dinâmica. Muitas vezes, de um equilíbrio entre forças formadoras e destruidoras.

A morfologia subterrânea estuda as diversas formas criadas nas cavernas, seus diferentes tipos, suas características e também, seu significado. Pode-se dizer que, sendo a morfologia, sob o ponto de vista meramente descritivo uma ciência estática, adquire um caráter dinâmico ao buscar o significado das formas descritas, o que conduz ao delineamento de importantes problemas referentes à origem e evolução das cavidades.

A primeira coisa que aparece à vista de um explorador em uma caverna, são as características morfológicas. São suas formas de erosão sob o aspecto de superfícies lisas, o caos dos blocos abatidos, as formas de reconstrução. Todas elas são vestígios deixados por um processo vital da caverna: São sinais de sua evolução e de sua gênese.

No estudo morfológico, deve-se considerar pois, estas formas simples, êstes sinais da atividade da caverna, antes de tudo.

As formas simples correspondem a três grupos: formas de erosão, clásticas e espeleotemas.

Formas de erosão — as formas de erosão estão ligadas à fase de criação da caverna, constituindo o caso mais simples de morfologia. Com uma morfologia de erosão, nasce uma caverna que será inicialmente, um simples conduto, seja de desenvolvimento vertical ou horizontal.

A forma mais simples, mais primitiva, em um sentido genético, é a galeria à pressão, ou seja, aquela que foi escavada pela ação erosiva da água, exercida uniformemente sobre as paredes, teto e piso da cavidade. Sua secção arredondada ou elíptica, com

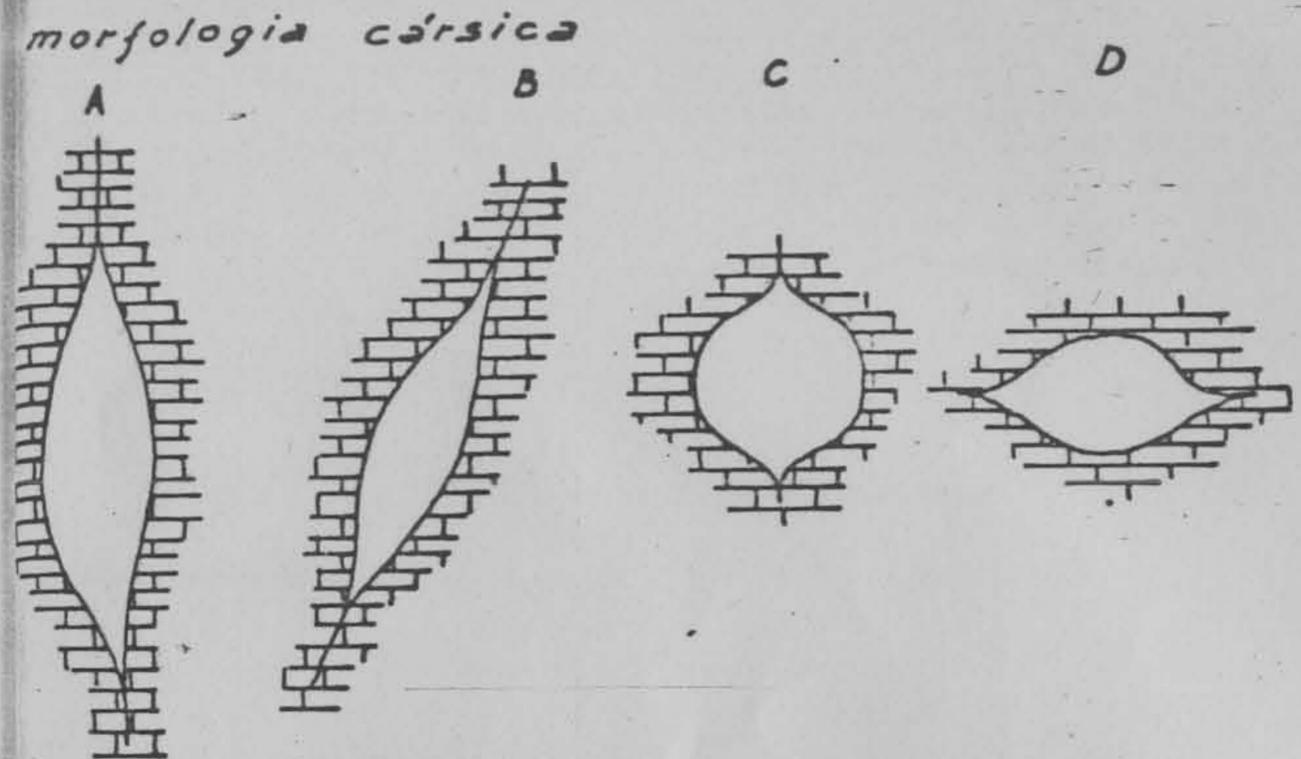


fig. 1 - seções de galerias de erosão à pressão; sua form mais esquemática é o tubo de erosão.

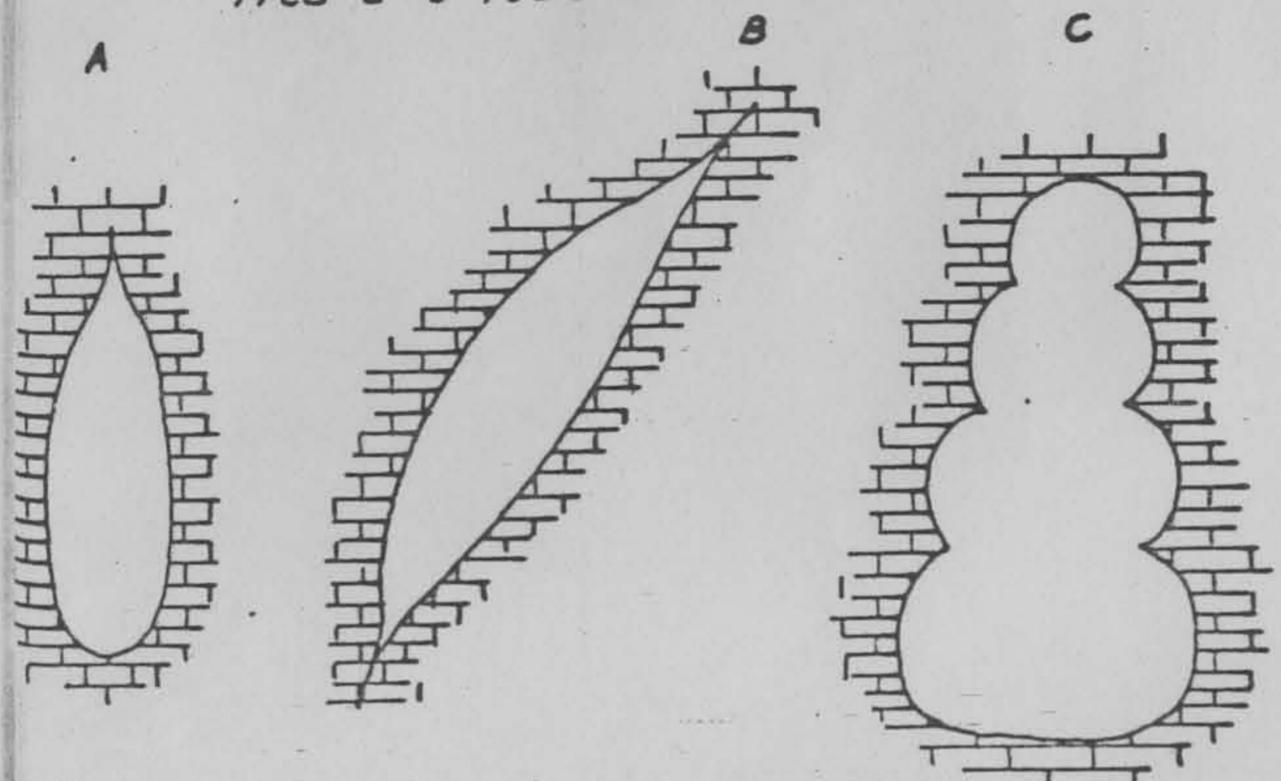


fig. 2 - galerias gravitacionais - um caso particular d'êste tipo de galeria constitue as galerias de conjugação (C)

eixo predominantemente vertical, horizontal ou inclinado, depende das influências estruturais, ou seja, da disposição das diaclases ou planos de estratificação. De qualquer maneira, dentro de uma certa variedade de formas, mantém-se a característica comum de uma erosão uniforme sobre todos os pontos da cavidade. A galeria à pressão é o exemplo mais simples de todas as formas de erosão. Não existe complicação por conjugação de formas. Seu exemplo mais típico pode ser uma galeria em tubo de erosão, com secção circular.

Contudo, a erosão não se exerce sempre igualmente em todos os pontos da cavidade. Diz-se então que nem sempre as formas de erosão são produzidas por pressão hidrostática. Ela requer dimensões relativamente pequenas da caverna ou um caudal muito grande no curso hipógeo. Assim, devem ser considerados outros tipos de formas. Entre elas, estão as galerias de um modo geral, que podem englobar-se sob o nome de galerias gravitacionais. Com esse nome, pode compreender-se um conjunto de galerias, nas quais a ação erosiva das águas atua sobre a base (solo) da cavidade. A erosão vai escavando segundo a vertical, e as galerias se desenvolvem neste sentido. As formas obtidas são alargadas, e às vezes obtêm-se formas de conjugação de "marmita", ou, mais corretamente, de conjugação de galerias simples ou galerias à pressão.

Em todas essas galerias gravitacionais, a secção longitudinal mostra uma estrutura uniforme. Sua altura se mantém constante, e quando existe uma alteração, trata-se simplesmente de algum ponto onde a conjugação de galerias não teve lugar completamente.

Nestes casos em que a circulação não tem lugar à pressão hidrostática, senão livremente, criam-se formas idênticas às dos rios epígeos, tais como marmitas de gigantes.

Finalmente, um novo tipo deve ser considerado: as pseudo-galerias. Nestas, a altura do teto varia muito, e na realidade trata-se de um conjunto de condutos à pressão, unidos entre si. Aplica-se-lhes o nome de pseudogalerias por não se tratarem de galerias criadas primariamente, ou seja, respondendo a uma direção de circulação da água, e sim de galerias criadas secundariamente, e que nunca serviram de conduto a uma corrente de água que circulou segundo as mesmas.

Até agora foram consideradas somente cavidades horizontais, mas as verticais também devem ser consideradas, sendo estas muito constantes, comparando-se com a grande variedade das horizontais.

Sob este aspecto, têm-se que considerar os simas simples de desenvolvimento vertical, em forma de funil invertido, alargado. Nestes, as paredes vão divergindo desde o fundo, e geralmente o poço acaba em um cone detrítico.