

# ESPELEOLOGIA

AÑO III N° 3-4

CHERO 1974

# ESPELEOLOGIA

Sociedade Excursionista e Espeleológica  
Escola de Minas - Ouro Preto

ANO III — N.º 3-4 — JULHO — 1971

Diretor Responsável:

Marco Antônio R. Drummond

Diretor de Redação:

Newton Reis de Oliveira Luz

Secretário:

Ricardo Rocha Filgueiras

Expedição e Assinaturas:

João Batista Bicalho

Fotografia:

Geraldo Ferreira Fortes

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 acknowledgement is made.*

Endereço: Caixa Postal 68  
Ouro Preto — MG  
CEP 35 400

COMPOSTA E IMPRESSA  
NAS OFICINAS GRÁFICAS  
DA ESCOLA DE MINAS

## SUMÁRIO

# SEE

- 3 MAMÍFEROS FÓSSEIS DAS CAVERNAS DE MINAS GERAIS

Carlos de Paula Couto

- 15 GRUTA DO SALITRE

- 19 MORFOLOGIA CÁRSICA — II

M. Juvivert

- 25 MORFOLOGIA CÁRSICA NO BAMBUÍ DE ARCOS — MG

P.A.M. Almeida Rolff

- 31 ESPELEOLOGIA HISTÓRICA

- 39 GRUTAS: CHAPÉU, ARANHAS, CHAPÉU MIRIM I E II, NOVA E BURACO

- 53 ORIGEM DOS ESPELEOTEMAS

José Reginaldo Lima Verde Leal

- 61 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA FLORA E FAUNA DAS CAVERNAS

Moacyr do Amaral Lisboa

Capa: Gruta Casa de Pedra - Iporanga SP  
Contra-capa: Gruta Brejões - Morro do Chapéu — BA



## MAMÍFEROS FÓSSEIS DAS CAVERNAS DE MINAS GERAIS

Por Carlos de Paula Couto (\*)

Universidade Federal do  
Rio de Janeiro  
Museu Nacional

### Preâmbulo

Graças ao trabalho pioneiro do ilustre naturalista dinamarquês Peter Wilhelm Lund, realizado, de 1835 a 1844, nas cavernas da região calcárea do vale do Rio das Velhas (Lagoa Santa, senso lato), aquelas cavernas e seu conteúdo fóssil ficaram conhecidas na literatura científica internacional.

Muitos anos antes de que Lund começasse seus trabalhos exploratórios das cavernas, estas já eram escavadas por habitantes da região, para extração e beneficiamento da terra (argila) avermelhada ou amarelada, nelas contidas, a fim de aproveitar o salitre que as satura em quantidade variável.

Lógicamente, durante tal trabalho de escavação, ossos de animais, soterrados nas cavernas, despertaram a atenção dos trabalhadores que faziam comentários a seu respeito. Não é, pois, de admirar que tais comentários chegassem aos ouvidos de naturalistas estrangeiros, como Eschewege, August Saint Hilaire e Spix & Martius, que percorriam a região e que, por influência de tais comentários, visitavam as cavernas, a isto fazendo alusão em seus relatos de viagem. Spix & Martius chegaram, mesmo, a explorar algumas cavernas das proximidades de Formiga, nelas coletando ossos que levaram para a Europa.

Lund foi, porém, o primeiro a explorar sistematicamente as cavernas regionais, com o intuito de aproveitar integralmente o rico conteúdo zoo-paleontológico de seus depósitos fossilíferos. Desde seu encontro casual e decisivo com seu conterrâneo Peter Claussen, cognominado localmente de "Pedro Dinamarquês", em março de 1835, até 1844, êle explorou constantemente tais cavernas, visitando, aproximadamente, mil delas, de que apenas umas

---

(\*) Pesquisador Conferencista do Conselho Nacional de Pesquisas.

sessenta tiveram rendimento paleontológico considerável, muito embora somente umas trinta destas últimas fossem bastante ricas, para ocupá-lo por tempo mais longo, em tal trabalho.

À medida que coletava o material paleontológico das cavernas, no tempo seco, ele o estudava e descrevia em magníficas memórias, no tempo das águas, no interregno de seus trabalhos de campo, memórias estas que enviava para a Dinamarca, onde eram publicadas pela Real Sociedade Dinamarquesa de Ciências. Algumas notas de sua autoria, sobre o mesmo assunto, em geral resumos de suas memórias, saíram a lume na Revista Trimensal do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro, sediado no Rio de Janeiro, assim como nas Memórias da Sociedade dos Antiquários do Norte (Escandinávia), escritas em francês, e nos Anais de Ciências Naturais (série Zoologia), de Paris. Seus dois primeiros trabalhos foram dedicados à descrição do conjunto de lapas do maciço de Cêrca Grande (município de Pedro Leopoldo), em 1838, e da famosa "Lapa de Maquiné", (município de Cordisburgo), em 1839.

Em 1844, ao encerrar seus trabalhos exploratórios das cavernas, Lund enviou toda o rico acervo zoo-paleontológico, que revira com excepcional constância e carinho, para a Dinamarca. Graças a este seu gesto, de influência talvez, em parte, patriótica, e, em parte, de zelo científico, suas magníficas coleções, hoje no Museu Zoológico da Universidade de Copenhague, foram salvas para a posteridade, pois o Brasil não tinha, então, qualquer instituição de gabarito científico bastante, para garantir sua preservação. Com isto, as valiosas coleções puderam, outrossim, ser reestudadas, mais tarde, com mais detalhe e maior segurança, por outros renomados naturalistas dinamarqueses, entre os quais avulta, pelo volume de seu trabalho e por seu alto valor científico, Herluf Winge, a quem devemos extensas e excelentes monografias sobre os mamíferos fósseis e recentes daquelas coleções.

Os resultados destes estudos finais foram publicados em três tomos, o segundo e o terceiro dos quais em dois alentados fascículos, graças a uma contribuição da Fundação Carlsberg, em colaboração com a Real Sociedade Dinamarquesa de Ciências. O tomo I saiu do prelo em 1888. Os fascículos 1.º e 2.º do tomo II apareceram em 1893 e 1895-96, respectivamente. Os fascículos 1.º e 2.º do tomo III foram publicados em 1906 e 1915, respectivamente. O título geral da obra foi dedicado à memória do insigne naturalista que dedicou os melhores anos de sua vida, em terra estranha, à coleta do material zoo-paleontológico respectivo, milenarmente escondido nos depósitos naturais das cavernas de Minas Gerais: E MUSEO LUNDII.



O planalto de Minas Gerais, na região que nos interessa, é marcado pela presença alternada de colinas e vales pouco profundos, cobertos por vegetação de cerrado, muito característica, com árvores baixas, aparentemente atrofiadas, de tronco retorcido mais ou menos grotescamente, palmeiras e arbustos, sendo o solo tapetado por gramíneas de folhas rijas, verde-pardacentas, em touceiras. Em certos pontos, principalmente nos vales e bacias mais profundos, tal vegetação arbustiva cede lugar a matas verdadeiras, densas e pouco extensas, em que a penetração é sobretudo dificultada pela presença de um emaranhado de cipós lenhosos (lianas). As árvores de tais matas nunca chegam, porém, a adquirir o porte das árvores das grandes matas virgens de outras regiões do continente. Magníficos bosques naturais de mirtáceas, de caráter nitidamente higrofilo, cercavam, então, os maciços calcáreos do Caetano (Mocambo) e Cêrca Grande. O de Mocambo foi arrasado pelo homem, para roçado de milho. O de Cêrca Grande ainda existe, em parte. O topo dos maciços calcáreos, onde a rocha calcárea se acha, em grande extensão, a nu, mantém rica vegetação de cactáceas, arbustos espinhosos ou urticantes, bromeliáceas e de outras plantas que lembram muito a vegetação subxerófila das caatingas nordestinas.

Muitos destes maciços calcáreos, como os que vimos de citar e o de Matosinhos, por exemplo, situam-se em amplas bacias de origem provavelmente cárstica (dolinas), que, na última etapa do Pleistoceno, pelo menos, foram ocupadas por extensas e mais ou menos profundas massas d'água, que se intercomunicavam, em séries.

O calcário regional, da Formação siluriana de Bambuí, trabalhado pelo intemperismo, durante milênios, foi perfurado por canais, logo transformados em lapas ou cavernas de amplitude variável, simples ou labirínticas, fendas e sumidouros, por onde, freqüentemente, desaparecem, terra a dentro, pequenos rios regionais. As entradas para as cavernas são, às vezes, brechas estreitas, ou, em outros casos, portais monumentais ("Lapa de Maquiné", por exemplo, que, a exemplo da boca da baleia, enorme, mas de goela muito estreita, ostenta magnífico "hall" de entrada, no fundo do qual passagem relativamente estreita dá entrada ao primeiro salão), encontrando-se ao rês do chão ou em alturas variáveis dos penhascos rochosos. Algumas destas cavernas apresentam formações estalactíticas e estalogmíticas mais ou menos impressionantes, por vezes espetaculares, denotando o trabalho milenar da água de infiltração, de épocas pluviais ou úmidas, posteriores ao da água corrente que as produziu. Outras, como os conjuntos de Cêrca Grande e Caetano, por exemplo, são completamente destituídas de tais concreções calcáreas, fato que nos permite afirmar

que a época seguinte à de sua formação, por embate de águas lacustres ou erosão de águas correntes, subterrâneas, foi marcada por clima sêco, mais ou menos árido.

A iluminação natural das cavernas é precária, limitando-se às entradas e a partes onde a luz solar penetra por fendas ou outro tipo de abertura. No interior das cavernas, a escuridão é quase completa ou é, mesmo, completa. Nas salas amplas, o jato de luz de fortes lanternas elétricas, manuais, é invisível, completamente absorvido pela escuridão de um ambiente de ar puríssimo, sem partículas de pó em suspensão, a tal ponto que leva os neófitos, freqüentemente, a verificar se, de fato, a lanterna está acêsa. É claro que a exploração de tais locais só é possível mediante o uso de fontes luminosas bem mais possantes, de preferência elétricas, para evitar a poluição do ar daqueles ambientes fechados.

No tempo de Lund, a iluminação artificial das cavernas fazia-se por meio de archotes ou de lanternas de gás ou velas, o que, além de dar rendimento deficiente, tinha o inconveniente de poluir o ar confinado nas cavernas. A temperatura interna, nas cavernas, é mais baixa do que a temperatura exterior, ambiente.

O solo regional é formado por um xisto argiloso cuja coloração varia do amarela ao vermelho-claro, amarelado, que as enxurradas carreiam para o interior das cavernas cujo chão é geralmente coberto por camada mais ou menos espessa de argila de pouca consistência, facilmente escavável, com ou sem restos orgânicos. Sotoposto a tal depósito superficial, às vezes alternado com o mesmo, acha-se o calcário estratificado, que forma os maciços silurianos, regionais. No interior das cavernas, crôstas calcáreas, estalagmíticas, cobrem, por vezes, o entulho argiloso, aluvial, ou se alternam com o mesmo, testemunhando o trabalho lento, de dissolução e deposição, de águas de infiltração de períodos úmidos. A terra argilosa penetrou nas cavernas, vinda de fora, em enxurradas, pelas próprias entradas das lapas e pelas fendas e outras aberturas que ocorrem, em grande número, no calcário. Houve épocas de maior pluviosidade, provavelmente, em que algumas das cavernas estiveram completamente entulhadas por tais depósitos aluviais, como o demonstram, inequivocamente, grandes aglomerados de tal terra aluvial, sólidamente colados ao teto de algumas cavernas. Um depósito de terra de tal natureza, por nós escavado numa das lapas de Mocambo, em 1956, com espessura variável de 70 a 90 centímetros, se não teve qualquer rendimento paleontológico, forneceu, porém, um dente canino de pecari (*Tayassu*) moderno e fragmentos de ossos de outros mamíferos recentes, além de uma argola de ferro, oxidada, de 4 centímetros de diâmetro, que atestam o caráter recentíssimo daquele depósito de



FIGURA 1



FIGURA 2



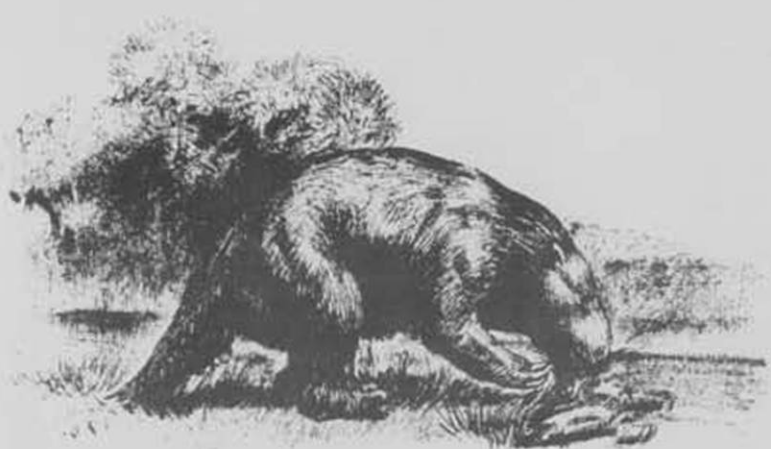


FIGURA 3



FIGURA 4

enchimento, pelo menos naquela lapa, pois em outras cavernas, principalmente as situadas em níveis mais baixos, foram intermitente e sucessivamente invadidas por tal entulho em diversas épocas do Pleistoceno. As ossadas fósseis de animais extintos, do Pleistoceno, acham-se, em geral, contidos em tais depósitos de aluvião.

Os paredões calcáreos, alcantilados e íngremes, apresentam, por vêzes, aspecto majestoso. Aqui e ali, junto dos mesmos, grandes e numerosos blocos calcáreos, dêles desprendidos por ação da erosão, dificultam, por vêzes, a escalada dos penhascos e o acesso a algumas cavernas.

Bem se pode imaginar o árduo trabalho de Lund, na exploração das cavernas e na coleta dos fósseis, nelas contidos, quando se sabe da precariedade dos meios de transporte, na época, numa vasta região, ainda pouco habitada, sem estradas, e do equipamento de exploração, disponível. O meio de transporte usual, então, era o lombo de burro, muito usado por Lund, para o transporte pessoal seu e de seus companheiros e empregados, como de carga (Fig. 1).

É de se desejar que novas explorações científicas sejam feitas nas cavernas, com o emprêgo das modernas técnicas de prospecção geológica e de escavação paleontológica. Só assim se poderá fazer determinação precisa de possíveis seqüências estratigráficas, tirando-se a dúvida sobre a procedência geocronológica dos restos esqueléticos de animais de espécies ainda vivas, na região, presentes nas cavernas, de mistura ou não com restos de animais de espécies extintas. Estes últimos, por sua vez, podem ter-se extinguido no fim do Pleistoceno ou no começo do Holoceno (Recente), pelo menos em parte.

Os vertebrados, cujos restos se encontram nas cavernas, não faziam delas seu reduto habitual, pelo menos em sua grande maioria, mas as freqüentavam esporadicamente ou as procuravam, ocasionalmente, como refúgio, em circunstâncias especiais como de doença, por exemplo. Outros iam ali ter acidentalmente. Por vêzes, seus cadáveres ou restos esqueléticos eram transportados para ali por enxurradas ou por cursos d'água. Os quirópteros (morcegos) são parcialmente cavernícolas, como as corujas e môchos que cobrem o solo das cavernas com seus dejetos e regurgitações. As corujas e môchos se devem milhares de ossadas de pequenos vertebrados (ratos, etc.), encontradas no interior das cavernas, como resultados de suas regurgitações.

#### Mamíferos fósseis nas cavernas

O número de espécies de mamíferos, de que Lund encontrou restos esqueléticos e dentários, fósseis ou não, nas cavernas, é

enorme, pertencendo a quase toda uma rica fauna regional. Grande parte de tais despojos pertencem, sem dúvida, a animais de espécies e, mesmo, de gêneros extintos, mas outra parte procede de mamíferos de espécies ainda vivas, na região ou em regiões mais ou menos afastadas. Há dúvidas de que as espécies recentes, cujos restos se acharam nas cavernas, sejam, de fato, fósseis ou provenientes de animais que viveram ali durante os últimos tempos do Pleistoceno, muito embora a hipótese de que sejam sobreviventes do Pleistoceno, pelo menos em parte, seja admissível.

**Edentata.** A esta ordem, muito característica da fauna ou, melhor, das sucessivas faunas do Cenozóico sul-americano, pertencem os tatús, tamanduás e preguiças arborícolas, modernos, assim como avultado número de formas extintas, mais ou menos aparentadas às formas vivas. É das melhor representadas por restos fósseis no Pleistoceno das cavernas. Entre os grupos extintos, o das preguiças gigantes ou terrícolas, megateriídeos, dos mais conspicuamente representados por ossadas, nas cavernas, onde os restos fósseis de tal grupo pertencem às seguintes espécies: *Ocnopus gracilis* (Lund), muito robusta, *Valgipes deformis* Gervais, baseada num calcâneo de forma peculiar, e *Nothrotherium maquinense* (Lund) (Fig. 2) de tamanho relativamente pequeno, a última das quais deixou também restos fósseis em cavernas calcárias da zona do Iporanga, Estado de São Paulo, *Eremotherium rusconii* (Schaub), megatério intertropical de volume equiparável ao de um grande elefante e muito comum no Brasil, durante o Pleistoceno, *Glossotherium giganteum* (Lund) (Fig. 3), milodonte, menor que o último citado, porém mais abundante, como fóssil nas cavernas de Minas Gerais, embora talvez não tão abundante na fauna em geral, e *Scelidodon (Catonyx) cuvieri* (Lund), espécie de volume aproximadamente equivalente ao de um búfalo, encontrada também, como fóssil, em cavernas do estado de São Paulo. A *Eremotherium rusconii* pertencem restos esqueléticos, muito bem preservados, coletados numa caverna calcária da zona de Jacobina, Bahia, em fins do século XIX, com que se montou um esqueleto completo, exposto no Museu Nacional.

Os atuais tamanduás, *Myrmecophaga tridactyla* (Linnaeus), o tamanduá bandeira (Fig. 4), e *Tamandua tetradactyla* Linnaeus, o tamanduá coleto ou jaleco, o primeiro estritamente terrícola, o segundo terrícola e arborícola, são tidos como fósseis nas cavernas mineiras, onde restos seus foram coletados por Lund.

Relativamente aos edentados cingulados (couraçados), Lund coletou, nas cavernas, restos de diversas espécies atuais, a saber: *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus) ou "tatú peludo", *Cabassous unicinctus* (Linnaeus) ou "tatú-de-rabo-mole", *Dasypus novemcinctus* Linnaeus ou "mulita grande", *D. septemcinctus* Linnaeus ou "mulita pequeno", "tatú galinha". As espécies extintas, também repre-



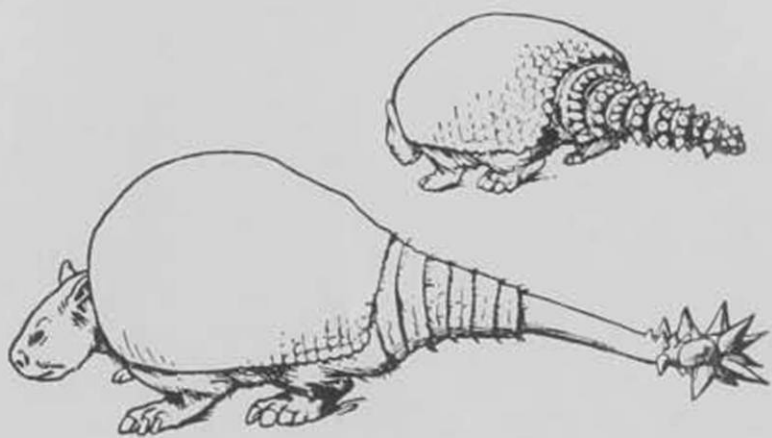


FIGURA 5

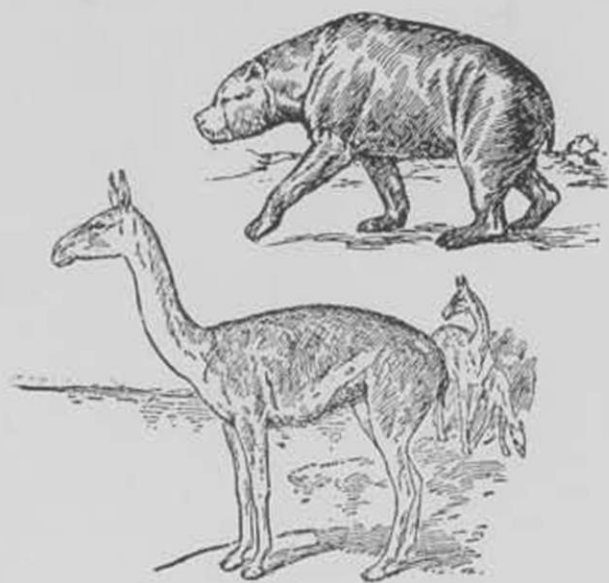


FIGURA 6

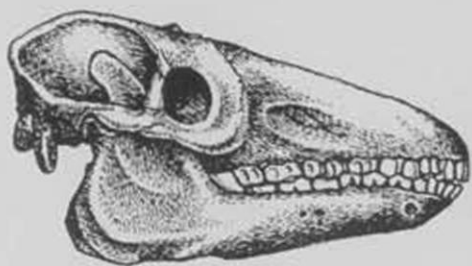


FIGURA 7

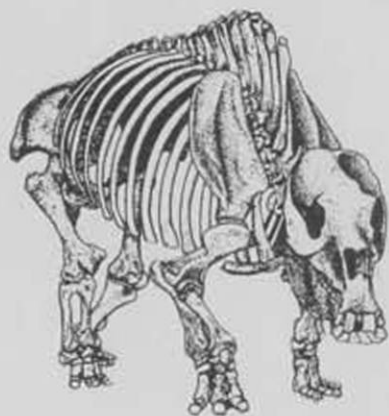


FIGURA 8



sentadas ali, são: *Cabassous squamicaudis* (Lund), *Propaopus punctatus* (Lund) e *P. sulcatus* (Lund), estas duas últimas de gênero também extinto, uma das quais foi por nós identificada sobre restos fósseis, procedentes da zona de Sorocaba, Estado de São Paulo, onde foram coletados numa brecha óssea de uma caverna, e *Pampatherium humboldti* (Lund), espécie de gênero também extinto, bem representado no Pampeano argentino e no Pleistoceno sul-americano, em geral, a que pertencem tatus enormes, bem maiores que o moderno "tatú carreta" ou "tatú canastra", que é o gigante recente da família.

Os gliptodontes, couraçados, como os tatús, mas de carapaça rígida, não dobrável, como a destes últimos, seus prováveis e remotos antepassados, são também presentes no Pleistoceno das cavernas, embora um tanto raros ali. *Hoplophorus euphraticus* Lund, de tamanho médio, mas bem maior que *Pampatherium*, além de *Glyptodon clavipes* Owen (Fig. 5), ainda maior, e *Doedicurus clavicaudatus* (Owen), (Fig. 5), de enorme tamanho e cauda transformada em possante clava, são as espécies identificadas ali.

**Ungulados** Os mamíferos ungulados, isto é, dotados de casco, representados hoje, no Brasil, pelo tapir ou anta, pecaris ou porcos-do-mato e alguns cervídeos, tinham presença bem mais conspícua em nossa fauna, no Pleistoceno, segundo o atestam restos fósseis, coletados por Lund e por outros nas cavernas de Minas Gerais, distribuíveis pelas seguintes espécies: *Palaeolama major* (Lund) (Fig. 6), lhama fóssil abundante nas cavernas e encontrada também no Pleistoceno das cacimbas nordestinas, onde já se assinalou também a presença de outras espécies de camelídeos, afins com a mesma, *Tayassu pecari* (Link), o "pecari de lábios brancos", e *T. tajacu* (Linnaeus), o "pecari de colar", ambos muito comuns, *Platygonus stenocephalus* (Lund), pecari de tamanho avantajado, extinto, *Mazama simplicicornis* (Illiger), o "veado virá", e *M. americana* Erxleben, o "veado mateiro", *Blastocerus bezoarticus* (Linnaeus), o "veado campeiro", e *B. dichotomus* (Illiger), o "veado dos pântanos", entre os artiodáctilos; *Hippidion bonaerensis* Ameghino e *H. principale* (Lund), cavalos de corpo atarracado e patas curtas, *Equus (Amerhippus) neogaeus* (Lund), cavalo de tamanho normal, todos extintos, *Tapirus terrestris* (Linnaeus), a anta moderna, e *T. cristatellus* Winge, anta extinta, entre os perissodáctilos; *Macrauchenia patachonica* Owen (Fig. 7), muito comum no Pampeano argentino, escassamente representada no Pleistoceno das cavernas, animal do tamanho dos maiores cavalos, mas de pescoço alongado, como o dos lhamas, entre os litopternos; *Toxodon platensis* Owen (Fig. 8), do tamanho de um hipopótamo, aproximadamente, e de hábitos um tanto semelhantes ao dêste, também muito comum no Pampeano argentino, mas raro nas cavernas,



entre os notoungulados; *Hap'omastodon waringi* (Holland), mastodonte intertropical, abundantíssimo no Pleistoceno brasileiro, mas parcamente representado nas cavernas (Lund coletou poucos restos de indivíduos jovens, em apenas três ou quatro cavernas), entre os proboscídeos.

**Carnívoros.** Os carnívoros deixaram boa representação osteológica nas cavernas. Os felinos, propriamente ditos, ali presentes, em tal condição, pertencem às seguintes espécies de "gatos do mato" e afins, tôdas ainda vivas: *Felis* (*Noctifelis*) *tigrina* Erxleben, com duas sub-espécies, *F.* (*Herpailurus*) *yagouaroundi* É. Geoffroy ("gato eirá" ou "jaguarundi"), *F.* (*Leopardus*) *pardalis* Linnaeus ("gato tigre" ou "ocelote"), *F.* (*Puma*) *concolor* Linnaeus ("puma" ou "leão americano") e *Panthera* (*Jaguaris*) *onca* (Linnaeus) ("onça" ou "jaguar"). Os macairodontinos, extintos, são ali representados por *Smilodon populator populator* Lund, o formidável "tigre-dentes-de-sabre" do Pleistoceno sul-americano, cujo nome genérico (*Smilodon*) foi proposto por Lund com base na espécie respectiva, identificada pela primeira vez nas cavernas de Minas Gerais (Fig. 9).

Os "cães do mato" e "raposas do campo", cujos restos se encontram nas cavernas, pertencem às seguintes espécies ainda vivas: *Dusicyon* (*Dusicyon*) *gymnocercus* (Fischer), *D.* (*Lycalopex*) *vetulus* (Lund), *D.* (*Cerdocyon*) *thous* (Linnaeus) e *Chrysocyon* *brachyurus* (Illiger), o vulgar "guará", falso lobo brasileiro.

Duas outras espécies, extintas, de cães do mato, são fósseis nas cavernas: *Speothos pacivorus* Lund, muito afim com o atual *S. Venaticus* (Lund), o vulgar "cachorro do mato vinagre", e *Procyon troglodytes* (Lund), de estrutura vigorosa e tamanho do lobo.

Duas espécies, ao que parece, de ursos habitavam as cavernas de Minas Gerais, no Pleistoceno: uma de tamanho equiparável ao dos grandes ursos pardos, talvez *Arctodus bonaerensis* (Gervais), como na Formação Pampeana, a outra de pequeno porte, *Arctodus brasiliensis* (Lund), ambos ursos de face curta, como o moderno "urso-de-óculos" (*Tremarctos ornatus* Gervais) dos Andes, seu próximo afim (Fig. 6).

Os "coatis" e "mãos peladas", tão característicos da fauna neotropical moderna, freqüentavam as cavernas de Lagoa Santa e adjacências no Pleistoceno. As espécies *Nasua nasua* (Linnaeus) e *Procyon cancrivorus* Cuvier, ainda vivas, deixaram restos fósseis ou sub-fósseis nas cavernas.

Os mustelídeos (martas, zorrilhos e lontras) são duvidosamente fósseis nas cavernas de Minas Gerais, onde Lund coletou restos esqueléticos, pertencentes às seguintes espécies da fauna moderna: *Galera barbara* (Linnaeus) ("irara" ou "papa-mel"), *Grison inter-*

*medius* (Lund) (talvez inseparável de *G. allamandi* Bell, "furão"), *Cenepatus suffocans* (Illiger) ("zorrilho" ou "cangambá") e *Lutra platensis* (Waterhouse) e *Pteronura brasiliensis* (Zimmermann) ("lontras").

**Marsupiais.** Todas as espécies de "gambás" e afins, cujos restos Lund coletou nas cavernas de Minas Gerais, participam da fauna regional, moderna, como sobreviventes prováveis do Pleistoceno. Tais como: *Marmosa grisea* (Desmarest), *M. cinerea* (Temminck), *M. microtarsa* (Wagner), *M. pusilla* (Desmarest), *M. velutina* (Wagner), cujo tamanho varia entre o de um camondongo e o de uma ratazana comum, *Philander laniger* (Desmarest), pequeno gambá arbóreo, *Metachirus opossum* (Linnaeus), uma "cuica", *Lutreolina crassicaudata* (Desmarest), didelídeo de tamanho avantajado, cauda longa e peluda, *Didelphis paraguayensis* (Oken) e *D. cancrivora* (Gmelin), vulgares "gambás", também chamados, imprópriamente, de "raposas", devida a seu hábito de ladrão de galinheiros, e *Monodelphis domestica*, os vulgares "catitas" ou "colicortos", do tamanho de uma ratazana doméstica.

**Roedores.** As espécies de roedores fósseis ou subfósseis nas cavernas de Minas Gerais são, em sua quase totalidade, ainda vivas e pertencentes aos seguintes gêneros: *Calomys* Waterhouse, *Akodon* Meyen, *Zygodontomys* Allen, *Barinomys* Waterhouse, *Oryzomys* Tschudi, *Oxymycterus* Waterhouse, *Scapteromys* Waterhouse, *Rhipidomys* Tschudi, *Nectomys* Peters, todos miomorfos cricetídeos, *Carterodon* Waterhouse, *Isotrix* Wagner, *Prochimys* Allen, *Cercomys* Cuvier, *Clyomys* Thomas, *Euryzygomatomys* Goeldi, *Echimys* Cuvier, *Kannabateomys* Jentink, caviomorfos equimiídeos ("ratos espinhosos"), *Dicolpomys* Winge, gênero talvez extinto, também identificado nas cavernas da zona de Iporanga, Estado de São Paulo, que compreende roedores muito pequenos, do tamanho de um camundongo, atribuídos duvidosamente à família dos Ctenomyidae, também caviomorfos, *Myocastor* Kerr, com uma subespécie de *M. coypus* Molina, o vulgar "coipu" ou "rato do banhado", caviomorfo miocastorídeo, presente hoje apenas em latitudes meridionais, do Paraguai para o sul, *Dasyprocta* Illiger, "cotias", caviomorfos chinchilóides, *Cavia* Pallas, "preás" ou "cobaias", e *Galea* Meyen, "mocós", seus afins, caviomorfos caviídeos, típicos, como as "capivaras", de que o atual *Hydrochoerus* Brisson e o extinto *Neochoerus* Hay ("capivaras gigantes") são também fósseis ou subfósseis nas cavernas, *Coendou* Lacépède, gênero a que pertencem os "porcos espinhos arbóreos", caviomorfos eretizontídeos, *Tetrastylus* Ameghino, gênero extinto de caviomorfos heptadontídeos, característico do Plioceno argentino, mas presente no Pleistoceno das cavernas de Minas Gerais, com a espécie *T. walteri* Paula Couto, de tamanho aproximadamente equivalente ao de uma

rapivara moderna, embora de membros alongados, e *Sciurus* Linnaeus, "esquilos arborícolas", ciuromorfos ciurídeos.

**Lagomorfos.** Os lagomorfos (lebres, coelhos e seus próximos afins), são representados nas cavernas de Minas Gerais por osadas fósseis ou subfósseis da atual lebre brasileira, *Sylvilagus* (Tapeti) *brasiliensis* (Linnaeus).

**Chiroptera.** As espécies de morcegos, tôdas modernas, de que Lund coligiu poucos restos fósseis ou subfósseis nas cavernas, pertencem aos gêneros *Pteropteryx* Peters, *Micronycteris* Gray, *Tonatia* Gray, *Chiropterus* Peters, *Phyllostomus* Lacépède, *Anthorhina* Lydekker, *Glossophaga* E. Geoffroy, *Lonchag'ossa* Peters, *Hemiderma* Gervais, *Artibeus* Leach, *Chiroderma* Peters, *Vampyrops* Peters, *Sturnira* Gray, *Desmodus* Wied, *Natalus* Gray, *Myotis* Kaup, *Eptesicus* Rafinesque, *Histiotus* Gervais, *Dasypterus* Peters, *Lasiurus* Gray e *Molossus* E. Geoffroy.

**Primates.** Raros são os restos esqueléticos, fósseis ou subfósseis, de pequenos macacos, todos antropóides cebóides, coletados por Lund nas cavernas de Minas Gerais, onde as espécies identificadas, tôdas presentes na fauna regional, moderna, são as seguintes: *Alouatta seniculus* (Linnaeus), o vulgar "búcio" ou "macaco roncador", *Callitrix penicillata* (E. Geoffroy), um "titi" ou "sagüi", *Cebus fatuellus* Linnaeus, *Callicebus personatus* (E. Geoffroy), "micos" ou "sajus", e *Brachyteles brasiliensis* (Lund), supostamente extinta, mas talvez indistingüível de *B. arachnoides* (E. Geoffroy), o "macaco aranha" (Fig. 10).

O Homem é de presença ainda um tanto incerta no Pleistoceno sul-americano, muito embora algumas descobertas recentes pareçam indicar que ele já habitava este continente na última etapa daquela época geológica, imediatamente anterior à atual.

Em seis dos mais de cinquenta sítios arqueológicos andinos, conhecidos até há pouco tempo, foram coletadas amostras de implementos e carvão vegetal que, submetidos ao teste de C14, deram para os mesmos sítios idades de, aproximadamente, 10.000 anos, mais ou menos a mesma idade absoluta, atribuída, pelo mesmo método, ao "Homem de Lagoa Santa", fato que coloca tais testemunhos da presença humana neste continente nos albores da época geológica Recente ou Holoceno.

Restos fósseis de mamíferos extintos, do Pleistoceno, achados, há alguns anos passados, numa associação correspondente, segundo parece, a uma biocenose normal, na Venezuela, e submetidos a dosagem de C14, revelaram ter a idade absoluta de, aproximadamente, 16.000 anos. Como a maioria deles estivessem partidos, raspados e queimados de modo aparentemente intencional e em associação com restos de uma indústria humana primitiva, concluiu-se que o homem já estava presente ali, então. Tal hipótese ainda carece de confirmação.



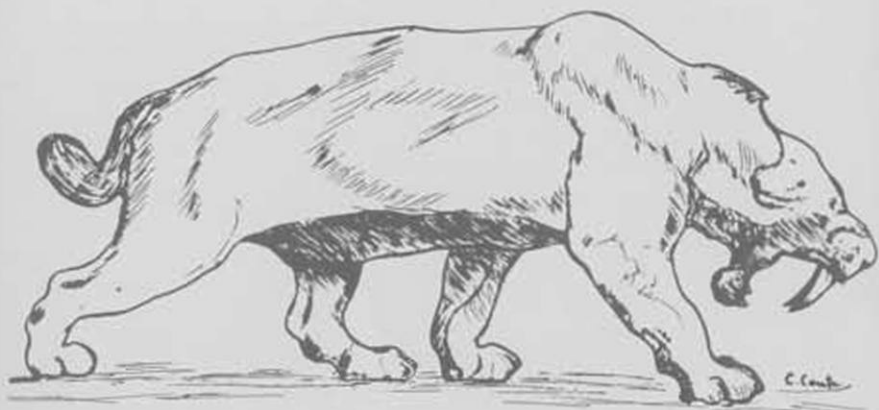


FIGURA 9



FIGURA 10

Vem-nos, agora, dos Estados Unidos, (*Science*, 168, May 1970, pp. 975-977) a notícia de que membros de uma expedição arqueológica, norte-americana, que trabalharam no Vale do Ayacucho, planalto peruano, em 1969, descobriram ali implementos duma indústria humana primitiva, em associação com restos fósseis de uma megafauna extinta, megatérios e camelídeos (provavelmente *Palaeolama*) que foram datados em 12.200 anos a. C. por técnica de rádio-carbono relativamente nova. Segundo MacNeish, Berger & Protsch, autores do artigo, a tipologia dos implementos, coletados ali, parece confirmar a hipótese de que alguns dos mais antigos imigrantes asiáticos para o continente americano trouxeram consigo uma tradição industrial de "choppers", "bifaces", "flakes" amorfos e, provavelmente, a técnica Levallois Musteriense, segundo já afirmara Chaud, o que importa em dizer que o complexo de Ayacucho tem amplas e importantes implicações com o Período Paleo-Índio Antigo. Os mesmos autores afirmam que a descoberta revela associação direta do homem com a megafauna extinta, num mesmo estrato, mas como os restos de animais extintos, em aprêço, são ossos ou fragmentos ósseos isolados (parte do úmero e de costela de megatério e pequeno fragmento de mandíbula de camelídeo, provavelmente *Palaeolama*) e como a dosagem de radiocarbono envolveu apenas tais restos fósseis, a hipótese de que os mesmos tenham sido levados para ali, já fossilizados, pelo homem, autor daqueles implementos rústicos, parece-nos perfeitamente plausível. Isto leva-nos a concluir que a descoberta em lide não nos dá uma segurança absoluta sobre a pretensa contemporaneidade do homem de Ayacucho com aqueles animais extintos, do Pleistoceno. A hipótese de que o homem seja, ali, mais recente, até mesmo da aurora do Holoceno, é também admissível.

Esperamos que futuras descobertas sejam mais positivas, a este respeito.

#### LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1 — Lund e companheiros, explorando uma caverna, em Minas Gerais (segundo original de Peter Andreas Brandt).

Fig. 2 — Ossos da pata posterior de *Nothrotherium maquinense* (Lund), coletados em caverna da zona de Lagoa Santa, Minas Gerais (segundo Winge).

Fig. 3 — Restauração de *Glossotherium*, preguiça gigante do Pleistoceno e sub-Recente da América do Sul (segundo original de Rusconi).

Fig. 4 — *Myrmecophaga tridactyla* (Linnaeus), o "tamanduá-bandeira" de hoje, tido como presente no Pleistoceno das cavernas de Minas Gerais.

Fig. 5 — Os gliptodontes abundaram na fauna do Pleistoceno sul-americano. *Glyptodon clavipes* Owen (em cima) e *Daedicurus clavicaudatus* (Owen) (em baixo) deixaram restos fósseis nas cavernas de Minas Gerais (de Scott).

Fig. 6 — Espécies do gênero *Palaolama*, extinto (em baixo), e ursos de face curta, do gênero *Arctodus* (em cima), tiveram ampla distribuição na América do Sul, durante o Pleistoceno. Lund assinalou a presença de espécies de ambos os gêneros nas cavernas de Minas Gerais (segundo Rusconi).

Fig. 7 — *Macrauchenia patachonica* Owen, litopterno do Pleistoceno sul-americano. Em cima: crânio e mandíbula, de perfil; em baixo, crânio, visto de cima.  $\times 2/5$  apr. (segundo Burmeister).

Fig. 8 — *Toxodon platensis* Owen, ungulado extinto, comum no Pleistoceno sul-americano. Esqueleto e restauração. Raro nas cavernas.

Fig. 9 — O "tigre-dentes-de-sabre", comum no continente americano, durante o Pleistoceno, freqüentava assiduamente as cavernas de Minas Gerais.

Fig. 10 — "Macaco aranha", da espécie *Ateles pentadactylus*, próximo afim de *Brachyteles arachnoides* (modificado de Lull, segundo original de Brehm).

## SALITRE CAVE

### GEOLOGY SUMMARIZED REPORT

The Salitre cave is situated in a region which climate is warm semi-arid, in the basin of Salitre River and Jacaré River. It is composed, practically, of only one gallery with 5,670 m (3.38 miles) of length, between the quotes of 470 m and 502 m above the sea level. There is an intermittent stream that runs in it.

The cave was dug in the Bambuí Limestone, Eo-paleozoic, and the strike S-W is the most common, situated in the Pré-cambrian Series (Minas and Lavras) and under the Tombador Formation also Eo-paleozoic.

The basin of the Salitre River and Jacaré River is constituted of two groups of the Eo-paleozoic and is situated in a intramontain basin, between two ramifications of the Espinhaço Ridge.

Inside the Cave can be found stalactites, stalagmites and curtains in a few number; travertines and cones in high number. The ornamentation in the majority constitutes on thin plates of calcite, and are found along the stream bed when it is dry during July.

It's development, probably, has the origin on fractures, that are many, and can be measured in all the cave's course, and coincide in the majority with the gallery's strike.

## RELATÓRIO DE BIOESPELEOLOGIA

### GRUTA DO SALITRE

#### 1) Troglobios

##### A) Invertebrata

#### 1) Arthropoda

- a) Classe Arachnida, sub-classe Embolobanchiaa, ordem Pedipalpi, família Tarantulidae — = Phrynidae, sub-família Phrynichinae, espécie *Trichodamon princeps*.

Os "frnos"i começam a aparecer na gruta a partir de  $T_{10}$ . Foram coletados alguns espécimes com mais de 15 cm de comprimento.

#### 2) Troglófilos

##### A) Invertebrata

#### 1) Arthropoda

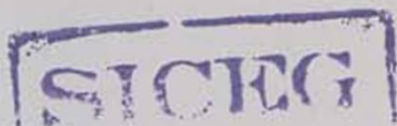
- a) Classe Hexapoda, sub-classe Apterigogenea ordem Tisanura, família Lepismatidae. Notamos presença de traça, em quantidade em todos os lugares mais altos e secos por toda a gruta. Não foi encontrado o espécimen vivo.

- b) Classe Hexapoda, sub-classe Pterigogenea Brauer ordem Orthoptera, sub-ordem Tettigonoidea, super família Gryllidae. Os grilos na gruta, pigmentados, começam a aparecer em  $T_6$  e especialmente nas proximidades da clareira, em  $O_0$ .

- c) Classe Arachnida, sub-classe Embolobanchiata. Ordem Araneae. Apesar de coletados alguns espécimes não foi possível classificá-los. São vistas aranhas de pequeno porte por toda a gruta e registrou-se a presença de restos de aranha caranguejeira em  $T_{21}$  e  $\theta_6$ ,  $\theta_{12}$ ,  $\theta_{32}$ ,  $\theta_{36}$  e  $\theta_{45}$ .

- d) Classe Arachnida, sub-classe Embolobanchiata ordem Plalangidea, sub-ordem Laniatores. Foi coletado um Opilião em  $T_{31}$ .





- e) Classe Myriapoda, ordem Diploda. Encontrou-se centopéias em  $\theta_{32}$ ,  $\theta_{37}$  (muitas) até  $\theta_{47}$ .

## II) Mollusca

- a) Classe Gasteropoda, ordem Pulmonata. Família Strophocheilidae, espécie: Strophocheilus Oblongus. Os strophocheilos foram coletados em  $T_{37}$ ,  $\theta_{08}$ ,  $\theta_{32}$ ,  $\theta_{41}$ .
- b) Classe Gasteropoda, ordem Pulmonata sub-ordem Stylommatophora, família: Pupidae. Foram coletados alguns espécies, a partir da Clarabóia até o final da gruta onde são encontrados.
- c) Idem, gênero Planorbideo, coletado para exame sem contudo apresentar caracteres suficientes para hospedeiro do Shistosoma Manssoni. Em  $\theta_{21}$ .

## B) Vertebrata

### I) Superclasse Tetrapoda

Classe Mammalia, sub-classe Eutheria, ordem Chiroptera, sub-ordem Microchiroptera. Os morcegos são vistos em toda a gruta. Tendo maior ajuntamento nos tetos altos especialmente  $T_{18}$ , de  $T_{32}$  até  $T_{38}$  e  $\theta_{25}$ ,  $\theta_{36}$ .

Notamos ausência de vestígios deles nas proximidades de  $T_{24}$  — teto baixo e muita água.

### 3) Troglóxenos

#### A) Invertebrata

#### I) Arthropoda

- a) Classe Hexapoda, subclasse Pterigogenea Brauer, ordem Orthoptera, família Blattariidae em  $\theta_{21}$  é grande o número de baratas d'água e na entrada da gruta.
- b) Mariposa noturna em  $\theta_{47}$  até o final.
- c) Classe Hexapoda, subclasse Pterigogenea Brauer; ordem Hymenoptera, Espécie Syzygonia sp. As abelhas foram encontradas em  $\theta_{54}$ .

#### B) Vertebrata

- i) Classe Amphibia, ordem Anura. São encontrados segundo os cursos d'água de  $\theta_{53}$  até a saída da gruta.

- II) Super classe Tetrapoda, classe Reptilia ordem Ophidia, família Colubridae. Gênero Micrurus. Em  $\theta_{47}$  foi vista mas não coletada uma cobra coral venenosa de mais ou menos 30 cm de comprimento.

III) Super classe Tetrapoda

Classe Mammalia, subclasse Theria. Ordem Artiodactyla, subordem Ruminantia, família Bovidae. Em  $T_{29}$  e  $\theta_{50}$  foram encontradas ossadas inteiras de bezerros e vacas, demonstrando serem antigos ali.

c) Vegetais

Notamos a partir de  $\theta_{24}$  o aparecimento de vegetais, incolores pela falta de luz dentro da gruta.

## MORFOLOGIA CÂRSICA — II

M. Juvivert

SPELEON — 8 (1 — 4) : 57 — 80, 1957

### Superposição de formas. Evolução morfológica de uma caverna

Estes três tipos de formas não se encontram, geralmente isoladas. Em geral coexistem em uma cavidade, resultado, cada uma delas de uma atividade distinta, de um momento diferente na evolução da caverna e que, ao se sobreporem entre si, dão à cavidade seu aspecto morfológico atual.

Uma gruta não é um fenômeno estático. Desde seu nascimento há uma evolução que a conduz, primeiro, a alcançar suas dimensões máximas. Logo, a partir de um dado momento, a cavidade vai destruindo-se até desaparecer. Em cada um dos momentos de sua evolução, que corresponde a um tipo distinto de atividade, produz-se um tipo diferente de morfologia. Em um estágio inicial, quando ainda não se pode falar em cavidade, será a corrosão que terá um papel predominante, e, por este motivo, não existem cavernas a não ser nas rochas suscetíveis de sofrer dissolução.

Para exercer sua ação erosiva, a água necessita estar carregada de anidrido carbônico, necessita um certo tempo para atuar, pois uma circulação rápida produz erosão, não corrosão, e necessita, sem dúvida, ser substituída para evitar supersaturações. Todos estes fatores, unidos ao diaclasamento, tornam possível o nascimento de uma cavidade. A partir de um determinado momento começa a atuar a erosão, e aí, então, começa a existir a caverna propriamente como tal. Em primeiro lugar a morfologia de uma caverna é, portanto, de erosão. São os tipos de formas ligadas ao nascimento da caverna: de erosão turbilhonar, primeiro, e de erosão livre, depois. É o momento em que se produzem na gruta as formas jovens ou juvenis, isto é, a caverna possui uma morfologia juvenil.

Esta morfologia juvenil está ligada a umas escassas dimensões da cavidade. Tão logo esta começa a alcançar certo desenvolvimento, começa, também, a produzir-se uma superposição de formas distintas. A ação erosiva prossegue aumentando a gruta. De uma galeria a pressão passa-se a uma galeria gravitacional ou de conjugação. A água circula livremente e a erosão se faz sentir somente na parte baixa da cavidade. À parte alta chega água de infiltração, que dá lugar a descalcificações nos blocos. Uma nova fase começa, uma nova morfologia começa a produzir-se: a morfologia de afundamento. Procedentes do teto e paredes da cavidade, acumulam-se grandes quantidades de materiais

clásticos. A gruta adquire uma morfologia de maturidade, e nela as formas clásticas têm grande importância.

Por outro lado, como a água continua circulando, temporária ou continuamente pela caverna, alguns dos blocos desprendidos podem apresentar vestígios de erosão. Enquanto se formam as primeiras espeleotemas, a água chega através das fissuras com grande poder dissolvente, mas, em determinadas ocasiões, pode chegar suficientemente carregada de carbonato de cálcio para dar lugar às primeiras formas de reconstrução. Nestes casos é freqüente que se formem as estalactites. As estalagmites são, ao contrário, mais raras, já que sua existência estará sempre condicionada à circulação que exista pela parte baixa da caverna. Com efeito, as estalagmites só poderão formar-se nas zonas não submersas sob as águas, ou em épocas em que a água deixe de circular pela caverna. As variações de caudal ou interrupções na circulação poderão dar lugar à formação, e posterior erosão, de estalagmites. Tais espeleotemas são sem dúvida escassas.

A evolução da caverna entra em um novo período quando as águas abandonam a cavidade. Uma elevação geral da região, por exemplo, pode ser a causa deste abandono. As águas buscam níveis mais profundos, e então começa uma infiltração através das fendas do solo da caverna. A níveis mais baixos se formam condutos com morfologia juvenil.

Abrem-se poços na caverna primitiva e a água acaba abandonando definitivamente a cavidade. Então começa a predominar o terceiro tipo de formas: as espeleotemas. A gruta entra na última fase de sua evolução. Sua morfologia é uma morfologia senil.

As formas litoquímicas recobrem todas as demais e as mascaram, até chegar a fazê-la totalmente. A gruta então apresenta exclusivamente uma morfologia de reconstrução.

Esses processos litoquímicos chegam a ser tão importantes que não só mascaram todo outro tipo de morfologia como chegam a transformar a primitiva distribuição da gruta, subdividindo salões, fechando passagens, de tal maneira que, muitas vezes, torna-se difícil descobrir suas características primitivas.

Se estes processos reconstrutivos continuam com suficiente intensidade, podem chegar a obstruir completamente a cavidade, e então se diz que a mesma foi fossilizada. A caverna, como tal, desaparece, transformando-se em uma cavidade fóssil.

A fossilização é o fim natural de toda caverna. Ela não tem lugar somente pelo crescimento de espeleotemas, depois do abandono da cavidade pelas águas. Tem lugar na fase de atividade da gruta, quando nela se acumulam materiais detriticos, de gra-

nulação grossa ou fina, arrastados pelas águas e depositados na caverna.

Os aluviões, areias, argilas que são observados nas grutas, foram depositados em épocas de atividade, pelas águas torrenciais ou tranquilas, conforme o tipo de materiais. Esta fossilização por aluvionamento pode ser completa, e, neste caso, a cavidade desaparece. As formas fósseis neste caso não são acessíveis à observação, a menos que sejam descobertas artificialmente.

Sem dúvida, são muito freqüentes as formas só parcialmente fossilizadas. Nestes casos os aluviões, argilas e areias se dispõem, muitas vezes, no fundo da cavidade, ocupando toda a parte inferior e sendo os responsáveis pelo caráter plano do solo da mesma. Às vezes se dispõem formando verdadeiros terraços hipógeos, tendo havido, nestes casos, erosão posterior à sua deposição.

Estes terraços hipógeos têm as mesmas características que os terraços epígeos. Os cones de dejeção são também comuns, especialmente os cones de argila que, procedentes da descalcificação dos calcários, se acumulam, às vezes, em grandes quantidades.

## EVOLUÇÃO INCOMPLETA DE UMA GRUTA

O nascimento de uma cavidade importa numa etapa de forte erosão. A evolução de uma gruta pode considerar-se acabada quando se fossiliza, isto é, quando a gruta desaparece como cavidade. A este resultado pode-se chegar através de todos os processos descritos, e, sem dúvida, nem sempre a evolução de uma caverna é tão completa, tão perfeita. É possível que a cavidade deixe de passar por algum dos momentos antes enumerados, deixe de apresentar alguma das morfologias descritas. A este respeito, é interessante insistir sobre os três conceitos de cavidade morta, cavidade senil e cavidade fóssil, conceitos distintos entre si.

Cavidade morta é aquela pela qual a água deixou de circular, independentemente da morfologia que tenha. Cavidade senil é a que apresenta uma morfologia com abundantes espeleotemas, isto é, com predomínio dos fenômenos de reconstrução. Cavidade fóssil é a que foi completamente preenchida por depósitos de carbonato de cálcio, argila, aluviões, isto é, aquela que deixou de ser, na realidade, uma cavidade.

Se se desenvolvesse perfeitamente a evolução antes descrita, uma cavidade chegaria ao estado de cavidade morta com uma morfologia senil. Esta, finalmente, conduziria a uma fossilização. Quer dizer que os três conceitos, mesmo numa evolução normal, são diferentes.



Forém uma cavidade pode ter uma evolução em que não passe por todos os estados descritos antes. Uma caverna pode ser abandonada pelas águas de sua fase juvenil, isto é, antes de haver alcançado dimensões suficientes para entrar numa fase de maturidade. Então se obterá uma caverna morta, mas com morfologia juvenil. Nela poderão ter lugar depósitos litoquímicos até inclusive, mascarar completamente suas formas de erosão. A gruta haverá passado então a uma morfologia senil, e inclusive poderá chegar a uma total fossilização, sem haver passado nunca por uma etapa de maturidade. Uma gruta em estado também juvenil, ou de maturidade, pode ser fossilizada por aluvionamento. A caverna passa ao estado fóssil sem haver passado nunca pelas fases de maturidade e senilidade, no primeiro caso, ou pela senilidade no segundo. Poderão existir, portanto, cavernas fossilizadas no estado juvenil, ou com uma morfologia de maturidade.

Assim, pois, deve-se levar em conta esta série de problemas, para se chegar a uma interpretação correta das cavidades.

#### MORFOLOGIA POLICÍCLICA

Com o que se acabou de dizer, se fez um esboço da evolução morfológica de uma caverna, que é, em suma, sua evolução hidrológica. A evolução exposta é uma evolução esquemática, simples. A partir do momento em que uma caverna começa a formar-se, sucedem-se uma série de formas, uma série de morfologias diferentes e, ainda que a caverna deixe de passar por alguma de suas etapas evolutivas, em nenhum momento se retrocede a uma etapa já passada. Sem dúvida, é possível que uma gruta, num grau mais ou menos avançado de fossilização, volte a ser invadida pelas águas. Então se inicia uma nova fase erosiva, tanto mais intensa quanto mais avançada estava a etapa de fossilização. Neste caso, a morfologia existente na gruta se superpõe a uma nova etapa erosiva, uma nova morfologia de erosão, que pode chegar a destruir todos os vestígios que haviam deixado as etapas anteriores. Então se diz que a gruta entrou em novo ciclo. Um novo tipo de morfologia aparece, a morfologia policíclica. Quanto maior o número de ciclos ocorridos na vida de uma gruta, mais difícil será a comprovação ou a evidência dos vestígios deixados pelos primeiros. Este policiclismo hipógeo pode estar relacionado a um policiclismo epígeo, com o qual se relacionam ambos os tipos de morfologia, a externa e a interna.

Este esboço de evolução morfológica dá uma idéia da grande variedade de formas que podem apresentar-se nas cavidades subterrâneas, não só pela superposição de formas e morfologias, como pela composição de poços e galerias de origens diversas, isto é,

pela composição de cavidades diversas, em distinto grau de evolução.

## ESTADOS DE EVOLUÇÃO DISTINTOS DE UMA MESMA CAVIDADE

Tudo isto leva à consideração das cavidades dispostas em vários níveis. Nelas é freqüente que existam diversas morfologias, isto é, que os diferentes níveis de galerias intercomunicantes correspondam a diversos estados de evolução e, portanto, a formas morfológicas distintas.

É freqüente em um sistema de cavidades que, embora as galerias superiores sejam de típica morfologia senil, de reconstrução, as médias sejam de maturidade, com abundantes formas clásticas, e as inferiores juvenis, com formas exclusivamente de erosão. Nestes casos, as cavernas superiores são as de idade mais antiga e tendem à fossilização.

As galerias médias, criadas quando as superiores foram abandonadas pelas águas, estão em fase de maturidade mas começam a ser abandonadas pela água ou, às vezes, já o foram. Os fenômenos espeleotêmicos não são, ainda, muito importantes. As cavernas são de grandes dimensões. As galerias mais inferiores são as de recente criação. Muitas vezes não são acessíveis à exploração, se bem que sua presença se deduz do estudo hidro-lógico, ou, às vezes podem ser alcançadas, ainda que não sejam exploráveis por estarem totalmente cheias de água.

Todos estes grupos de galerias freqüentemente se encontram unidos por poços que representam o caminho seguido pelas águas na sua sucessiva procura de níveis mais profundos, isto é, em seu sucessivo abandono das cavidades mais superiores. Nestes casos a caverna, denominando-se assim todas as cavidades relacionadas entre si, não é uma unidade genética nem morfológica.

\* \* \*

No próximo número (conclusão):

Cavidades simples e compostas: grutas e simas.  
Morfologia do curso completo de um rio hipógeo.  
Cavidades inversas. Gênese das cavidades.  
O retrocesso do curso.  
Os simas de afundamento.  
Cavidades diretas.  
Conclusão.



## MORFOLOGIA CÁRSICA NO BAMBUÍ DE ARCOS, MG

P. A. M. de Almeida Rolff

Sócio Emérito da SBE

Sócio Fundador da SEE

Na região dos Paus Secos, em a pedreira da Quimbarra, entre Arcos e Lagôa da Prata, Minas Gerais, algumas das provas das condições fundamentais propostas por Davis (1) para o desenvolvimento do Ciclo Cársico podem ser observadas magistralmente. Ali, também, os ciclos de Desnudação apresentados por King (2) para toda a América do Sul enquadram-se muito conspicuamente. Um pequeno maciço calcário, com uns 5 milhões de metros cúbicos de rocha aflorante, em atitude horizontal, ocupa apenas uma área de uns 10 hectares. É o esqueleto restante de toda uma formação geológica outrora ocorrendo ao norte das Serras da Posse Grande, Cazanga, Varões e Bucaininha, até a atual margem do Rio de São Francisco. Alguns quilômetros quadrados de calcário, idade e tipo Bambuí, foram inteiramente dissolvidos e removidos. Provavelmente durante o Pleistoceno ou no pré-Velhas.

Localmente o afloramento dos Paus Secos estende-se com estriamento EW onde um pequeno espigão mostra-se nitidamente elevado sobre a superfície de desnudação do Ciclo Geomorfológico Velhas (3). Um mínimo divisor inter-bacias, localizado mais ou menos ao meio do afloramento, orienta-se ortogonalmente. Forma uma lombada de uns 3 metros de altura, no máximo. Ela divide as águas das duas bacias secundárias do Ribeirão de Arcos e do Rio Preto. Ambos são afluentes do São Domingos, alimentador direto do São Francisco, localizado poucos quilômetros ao Norte. Este afloramento é a única parcela restante de toda a formação calcária que foi removida durante as submersões do Pleistoceno, expondo, em diversos pontos, a superfície fóssil do Cristalino de então. Outros dois restolhos mínimos da superfície-Mãe (Sul Americana) restam nas imediações formando duas torres conspícuas de um Carst desse tipo. Estes restolhos da superfície Mãe alteiam-se a um máximo atual de uns 15 metros acima da Superfície Velhas. Esta domina e compõe todas as enormes baixadas inundadas ou pontilhadas de belíssimos canaviais ou capinzais de Jaraguá,

Colônias ou Angola. Algumas turfeiras ocorrem, sendo comum incêndios nelas durarem para mais de 6 meses continuados. Assim ocorrem tôdas aquelas condições necessárias e suficientes a co-existência de um bom Carst. (5).

Entre Arcos e o São Francisco tôda essa formação geológica progressa foi removida e uma densa colmatção cresceu a cota de inundação. Conseqüentemente a pressão hidrostática aumentou nos interflúvios. Isso trouxe como conseqüência um imediato cavernamento, muito intenso e conspícuo, no mencionado Maciço dos Paus Secos. Um complexo sistema de canais subterrâneos, dotados de grande perfeição hidráulica desenvolveu-se segundo determinados estratos. Certamente bastante mais macios e solúveis. O diaclasamento regional, imposto por uma tectônica muito suave, atuou como a segunda importante causa ao referido cavernamento por tubos de pressão hidrostática.

Uma observação estatística conduzida por alguns anos de observação sistemática, durante operações de Lavra Mineira no mencionado maciço calcário, permite-nos as conclusões seguintes:

- (1) Todos os condutos de pressão que são hoje pequenas galerias de erosão foram iniciados através do diaclasamento e nos seus planos. Geralmente o ponto de aplicação continua.  
o prosseguimento da pressão hidrostática ocorre no cruzamento dos planos de diaclasamento e estratificação. Algumas secções mostradas na figura 1 são muito elucidativas.
- (2) A partir de determinada cota tôpo-estratigráfica, dado que os calcários regionais são praticamente horizontais, êsses condutos localizam-se em uma faixa ou andar dominante. Em cerca de 300 quilômetros quadrados de rocha aflorada há um conspícuo nível para a localização dêsses condutos de pressão. Constituem mesmo um característico próprio do Carst Regional.
- (3) Praticamente, a maioria dos condutos mostra uma secção ovóide, em horizontal ou em vertical ao término da intersecção do plano do estrato com o de uma diáclase vertical. Há secções perfeitamente circulares e condutos bem cilíndricos por longa extensão. Estão limpos, com paredes perfeitamente lisas. Aquêles que se mostram enchidos por Espeleotemas foram-no posteriormente e em época mais recente.
- (4) Tendo por base um meio milhar de análises de calcário para tôda a região e uma centena em especial para o



Maciço dos Paus Secos, podemos considerar que para cada metro de cota atual correspondem cerca de 25 metros cúbicos removidos da rocha original. Isso significa um abaixamento por dissolução, de uns 25 a 30 metros do nível original ao nível atual das camadas. Dado a esse abaixamento da camada calcária, onde esta não foi totalmente erodida, certamente por ter uma composição ou dureza diferentes, o nível que contém tais condutos de pressão é notavelmente conspicuo. Praticamente podem ser vistos desde os Paus Secos de onde distam um a dois metros do solo atual, até em a Serra do Posse Grande ou da Bucaininha, onde afloram a mais de 20 metros do nível mínimo atual, no meio da Escarpa.

Somente após ter sido restabelecido o equilíbrio hidrostático regional pelo esvaziamento das diversas sub-bacias de drenagem, atualmente ali bem representadas por vastos pantanais de composição argilo-arenosa, na sua maioria protegidos por uma camada de turfa, iniciou-se a desnudação do Carst que ficou coberto e sepultado. Passamos a uma outra fase regional onde deu-se início ao aparecimento de outras formas cársticas. Não houve mais a abertura de formas cársticas do tipo "Hidráulico ou de Pressão". Um intenso lapiezamento vertical seguido de uma imensidão de simas pela sua anastomose simples e complexa formou inúmeras ligações com os primitivos condutos de pressão que controlavam o cavernamento hidrostático inicial.

O atual dissecamento regional, cada vez mais intensificado pelas mutações climáticas, controladoras do ciclo de desnudação que atua do Velhas ao Paraguaçu evidencia o Carst ali formado anteriormente.

Assim, na sua maioria, o carst regional está passando gradativamente a um conspicuo "Carst em Torre" característico dos climas tropicais secos.

Mais algumas conclusões podem ser apresentadas relativamente a este segundo ciclo do carst regional. Assim:

- (5) O cavernamento é pouco nítido não obstante o bom preenchimento das clássicas condições de Thornbury (5). Isso, parece-nos, deve-se à rápida dissecação do planalto regional assim como a existência de um clima pregresso de tipo mais seco e árido, onde as precipitações pluviais eram mínimas. Não houve tempo de ocorrer um alargamento dos primitivos condutos de pressão. Os raros casos, como aquele de Cazanga (6), mostram uma erosão e um alargamento mecânico químico.

- (6) Uma aparente série de capturas fluviais, dos drenos do ciclo geomorfológico anterior (pré-Velhas), pertencentes à bacia do Rio Grande, foi roubada para a do São Francisco. Isso eliminou, durante muito tempo cársico uma das condições necessárias e suficientes a formação de um bom carst.
- (7) Na sua maioria os espeleotemas regionais e em especial no maciço dos Paus Secos, são de tipo superficial. Há um mínimo deles em todas as cavidades. São do tipo de enchimento superficial dos condutos de pressão (Foto 1) assim como tapetam e enchem a maioria das cavidades com uma camada cristalina pouco espessa. Há casos de uma cobertura em forma de pintura de microcristais de calcita-aragonita.

Parece-nos que a influência da vegetação, outrora exuberante, mantida pela umidade contida nas ilhas de "Terra Rossa" não erodidas pelas águas pluviais é fator dominante nessa atividade espeleotêmica. A eliminação da floresta nativa mata a atividade. O carst regional está paralizado.

- (8) Todo o cavernamento é do tipo de galerias gravitacionais, derivadas do alargamento, por erosão mecânica de águas. (7). Isso é muito conspícuo nas maiores galerias, acessíveis a uma exploração humana direta nos maciços da Cazanga (6), Bucaininha e Dona Rita. Aparentemente não houve tempo nem condições para um alargamento e por isso as formas locais e regionais mostram-se bastante decepcionantes. Chama mesmo a atenção que sendo o Maciço Calcário de Pains uma das maiores áreas contínuas de Calcário Bambuí, sejam tão insignificantes as suas Grutas e Cavernas.
- (9) O Enchimento é do tipo por fendas e diáclases originando, preferencialmente, espeleotemas de tipo "Cortina" composto com Estalagmites-Estalagmites.

A nosso vêr, a última fase, correspondente à atual, é dada por um Dolinamento ainda pouco conspícuo. Esse ocorreu em época mais recente, pois que toda a rede subterrânea mostra enchimento com argilas mais claras, providas do arrastamento de minerais insolúveis do Cristalino.

As ligações dessa rede com as poucas, mas bem formadas Dolinas locais, é que mostram alguma "Terra Rossa" derivada da descalcificação mais jovem dos calcários. Todo enchimento espeleotêmico, interno e externo, obedecendo a conhecida equação do

Carst ainda é muito incipiente e, praticamente recente. Isso, como já mencionamos antes, é derivado do ciclo climático pregresso do Planalto Calcário Regional. Atualmente ele está passando de um clima sub-tropical desértico para um similar mais úmido. (8).

Em o maciço dos Paus Secos, com sua diminuta área, mantendo um relativo isolamento dos processos de desnudação regionais, contém, conjuntamente e em forma intacta, tôdas as formas de um micro e macro lapiezamento em conjunto com formas de outras fases cársticas. Por extensão, parece-nos que aplicável à maioria da região, teríamos a sequência de fases exposta no quadro seguinte.

FASES DO CARST	TIFOS DE FORMA CÁRSICA DOMINANTE	CICLO GEOMORFOLÓGICO (Segundo L. C. King)
Primitiva	Condutos de pressão hidrostática Sem espeleotemas conspícuos	Post Gondwana a pré-Velhas
Média	Simas simples e Lapiezamento acima do nível dos condutos de pressão da fase anterior.	Velhas a Post-Velhas
Final	Dolinamento substituindo os condutos de pressão como forma de movimento das águas de precipitação.	Pré-Paraguaçu até o Paraguaçu afogado.
Atual	Diversos tipos de Espeleotemas pouco desenvolvidos.	Paraguaçu atual.

### Bibliografia Especial

- 1 — DAVIS, W. M. — Origin of Limestone Caverns — Bol. Soc. Geol. America n.º 41 (1930).
- 2 — KING, L. C. — The Morphology of the Earth — Oliver & Boyd — Edinburgh (1967).  
Morfologia do Brasil Oriental — Rev. Bras. Geog., n.º 200 (1951).
- 3 — ROLFF, P.A.M. de Almeida — Davis & King e o Carst do Bambuí — In Rev. Bras. Geografia, no prelo.
- 4 — ROLFF, P.A.M. de Almeida — Curso Sintético de Paleontologia — SEE/EFMOP — Inédito.

- 5 — THORNBURY, W. D. — Principles of Geomorphology — Wiley — USA — (1964).
- 6 — LIMA, Edward Pinto — Gruta da Cazanga — Espeleologia — n.º 2 — Junho 1970 — Ouro Preto.
- 7 — JUVIVERT, M. — Morfologia Cársica — Espeleologia n.º 2 — Junho 1970.
- 8 — ROLFF, P. A. M. de Almeida — Os calcários de Arcos, MG — REM Outubro 1960.  
Os calcários de Arcos, MG — Espeleologia — Inédito.
- 9 — ROLFF, P. A. M. de Almeida — Espeleologia e Fotografia Aérea — Espeleologia n.º 2 — Junho 1970.
- 10 — ROLFF, P. A. M. de Almeida — Relatório inédito sobre os Calcários de Arcos e Pains para a Quimbarra — 1970.

## ESPELEOLOGIA HISTÓRICA

(Continuação)

No presente número damos seqüência à publicação por partes de nosso livro de viagens com o relato das primeiras viagens empreendidas pela SEE.

O presente relato somente descreve excursões realizadas até 28 de fevereiro de 1940, pôsto que a partir desta data, tivemos nossos trabalhos regularmente publicados pela Revista da Escola de Minas.

Queremos ressaltar que a publicação dêste artigo só nos foi possível devido à dedicação com que foi elaborado o livro de viagens, pelo nosso ex-diretor, Dr. J. R. de Andrade Ramos.

\* \* \*

Dia 31 de janeiro de 1938

### LAPA DA LAVOURA

Está situada na encosta de um morro, consta quase que de um corredor único, de 5 metros de largura por 4 metros de altura, com a direção de 70° SE. Esse enorme corredor tem 200 metros de extensão, não tem formações estalagmíticas e vai estreitando na parte final até terminar em fundo de saco. Ele recebe vários pequenos corredores laterais, mas parece que nenhum dêles tem importância. No meio dêsse grande corredor há um poço de 6 m em cujo fundo pode-se ir rastejando por um túnel estreito que começa por uma abertura escondida debaixo de uma pedra. Há, no fundo dêsse poço, um caminho que vai a um pequeno salão onde há uma cascata sólida e desce depois até um lago, situado a 21 m abaixo do solo do grande corredor. O lago, embora pequeno, tem uma profundidade de 1/2 m e está tapando algumas aberturas que talvez possam ter continuação, o que seria possível verificar em tempo de seca.

Esta lapa não tem nenhuma concreção.



## GRUTA DOS ESTUDANTES

A SEE batizou, com este nome, uma gruta até então desconhecida.

Começa por um grande buraco situado perto de Poções. Conta o cabôclo Altino Domingos Martins que há 5 anos atrás o seu boi "Vila-Nova" caiu nesse buraco que, sendo tão profundo, nem os urubús perceberam o mau cheiro.

A abertura da gruta tem 6 x 4 metros e hoje está defendida por uma cerca de arame para evitar novas perdas de rês. De um lado da abertura há uma pedra que avança para o meio do abismo. Trepados aí fizemos descer um cordel com sonda para medirmos a profundidade. A sonda parou a mais de 40 metros de profundidade. Amarramos ao cordel uma lanterna e fizêmo-la descer para observarmos o poço. Ela passou por uma plataforma a uns 20 metros de profundidade e depois por uma segunda plataforma situada do lado oposto à primeira, a uns 35 metros de profundidade e enfim aos 43 metros a lanterna tocou o fundo do poço.

Vista de cima, com seu movimento de pêndulo, a lanterna escondia-se ora atrás da primeira plataforma, ora atrás da segunda, que lhe fica oposta.

Tratamos de descer, depois de feita a sondagem. Dispúnhamos de 5 trechos de escada de 10 metros cada um e todos eles seriam necessários. Amarramos uma extremidade da escada a uma árvore que ficava perto do poço e, trepados em cima da tal pedra, que avança para o meio do abismo, fomos descendo a outra extremidade da escada até que ela tocasse o fundo. Começamos, em seguida, a descida, batizando nossos 50 metros de escadas numa gruta que nós mesmos descobrimos.

O poço começa pela abertura de 6 x 4 metros, alonga-se segundo AA, depois vai estreitando até que aos 18 metros de profundidade fica com 5 x 1,5 metros. Depois alonga-se novamente, mas segundo BB. São, pois, dois salões superpostos, alongados em sentidos perpendiculares e que se comunicam por uma estreita fenda de 5 x 1,5 metros. Esta fenda fica na própria vertical da boca de entrada. Em torno dela há uma plataforma que é o assoalho do salão superior, e que sustenta muita terra proveniente do desmoronamento de uma parede do salão superior.

O salão de cima tem 25 x 6 metros de secção e o inferior 80 x 10 metros (comprimento e largura). Descemos todos pela escada até à primeira plataforma. O cabôclo Altino serviu-nos de auxiliar e fez descer o material com o cordel. Em seguida desce-mos ao salão inferior, maior. Aos 38 metros de profundidade pas-

sa-se ao lado da segunda plataforma, onde se pode descer, dando à escada um movimento de pêndulo. O final da escada repousa aos 43 metros, mas o poço continua ainda por um caminho inclinado que desce até os 48 m, ponto final do poço. Nesse caminho inclinado estavam espalhados os ossos do "Vila-Nova", cujo chifre o cabêclo Altino içou para cima, prêso pela argola que havia na ponta.

O salão inferior continua no sentido de sua maior dimensão, isto é, segundo BB, por 2 corredores. O corredor da direita do D. 6, vai para lado de Poções. É bastante acidentado e tem 15 metros de altura por 3 a 4 de largura. Sua extensão é de 200 m.

As paredes dêsse corredor são ornadas com lâminas calcárias pendentes do teto, sob a forma de cortinas. O solo é em declive e desce até uns 60 metros abaixo da boca do poço. Logo depois a altura do corredor reduz-se a 10 metros e começa a subir. Nesta parte o corredor tem a direção de 85° NE. Mais adiante a altura do corredor é de 5 metros somente. Achamos aí um crâneo pequeno, recoberto por uma camada de calcita, e que, infelizmente, partiu-se durante a viagem. Perto do fim do corredor há uma plataforma formada por uma cascata sólida, onde encontramos água muito fresca. À medida que se avança por êsse corredor, a gruta mostra-se cada vez mais rica em cortinas e em estalagmites até terminar por um conjunto de cortinas e fôlhas calcárias tendo ao lado um nicho onde há grande abundância de estalagmites ex-cêntricas, muitas de calcita transparente, como as que se encontram em Maquiné. Êsse corredor, embora grande, não tem ramificações notáveis a não ser uma em que Rolff encontrou u'a massa parecendo ossos decompostos, que se pulverizam quando tocados. Como já era tarde, deixamos a visita do outro corredor para o dia seguinte. Tanto a operação de armar a escada e descer como a operação contrária foram demoradas, exigiam quase duas horas. Porisso sobrava muito pouco tempo para correr a gruta.

### 1.º de fevereiro de 1938

Visitamos o corredor que se dirige para o lado oposto de Poções, isto é, o da esquerda. O corredor da esquerda tem uma altura de 10 m. Sobe-se até êle por meio de um monte de terra desmoronada. Quem sobe nesse lugar e repara bem no teto vê uma luz muito pálida num determinado ponto. A êsse ponto vem ter um canal que começa no exterior por um orifício situado a 10 m da entrada da gruta. Mandamos jogar nesse orifício uma pedra e ela veio rolando com estrondo pelo canal no meio do corredor em que estávamos.

A largura do corredor é de 4 m e sua direção é de 45° SO. Continua-se subindo pelo desmoronamento até uns 10 m acima do ponto onde repousou a escada. As paredes são revestidas por cortinas formadas por fôlhas calcárias às vêzes de quase 1 m de largura. 10 m além do corredor inclina-se para a direita e outros 10 m depois para a esquerda. Até aqui o solo é formado por desmoronamentos. Subiu-se já 15 m e a gruta começa a ser bela. O corredor tem agora o solo coberto de cascatas sólidas e apresenta para a direita um declive que desce até uma pequena plataforma tendo na parte inferior uma fenda baixa e larga, onde há grande abundância de estalagmites. O fim desse declive é um buraco que está tapado por um grande bloco de calcário desmoronado. O corredor continua subindo sempre, com a direção 30° SO, até terminar por um paredão vertical de 8 m de altura. A extensão total do corredor é de 100 m. Essa parte final do corredor é muito ornamentada por concreções, que afetam às vêzes a forma de um púlpito, em cuja parte inferior estão penduradas as lâminas calcárias, as quais, quando pequenas, parecem orelhas de burro e, quando maiores, se dividem em duas lâminas distintas. Os púlpitos estão bem próximos do teto e estão em relevo, avançando para o corredor. Neste lugar o teto é coroado por formações irregulares de belíssimo efeito. No chão, encontramos pedras ovóides e transparentes que perdem a beleza quando trazidas para fora das grutas. No lado esquerdo do paredão citado há uma passagem muito difícil que dá acesso a um lugar que fica à altura do teto. Não é grande esse lugar, mas é notável pelos tons coloridos que têm os estalagmites. Somente é difícil subir até lá, e muito mais difícil descer. Olhando bem de frente o paredão final do corredor, vê-se à direita num ponto em que o assoalho baixa bastante, um pequeno orifício que continua por um túnel estreito e tortuoso, o qual desce até que uns 4 m abaixo termina num salão pequeno com belos estalagmites de notável brancura.

Depois deste salão, caminhando sempre para a direita, em uma passagem apertada, desce-se mais uns 8 m, até chegar a um outro salão que logo na entrada apresenta no teto estalactites arborescentes, parecendo às vêzes musgos presos à parede. Do lado oposto ao da entrada o salão está bastante desmoronado e a terra está úmida.

Enquanto escrevíamos no caderno de notas, observamos que a chama da lanterna de carbureto se extinguiu e é possível que isto fôsse devido à existência do  $\text{CO}_2$  nesse lugar; porisso fugimos apressadamente. É possível que o  $\text{CO}_2$  que apagava a chama fôsse o que provém da combustão do acetileno da lanterna. Mas o tempo que nós demoramos nesse salão certamente não bastava

para impregná-lo de  $\text{CO}_2$ , embora o salão fôsse pequeno. Suspeitamos que esse lugar, a 100 m do fundo do poço de entrada da gruta, esteja em relação com uma pequena lagoa que vimos na encosta do morro onde está situada a gruta. Essa relação da gruta com a lagoa exterior explicaria o fato de termos encontrado terra úmida e também a existência do  $\text{CO}_2$ , que pode ser proveniente da decomposição de matéria orgânica contida na água.

## POÇÕES

Fica a um quilômetro da Fazenda Peri-Peri.

Em Poções há um grande funil, maior que o de Bom Jesus, digo Jardim, e com muitos paredões de calcário constituindo os seus bordos. No fundo do funil havia várias lagoas, em cujo fundo, segundo consta, ressurgue a água proveniente de Bom Jardim. Há aí a Gruta dos Poções, tida como a mais bela das redondezas, mas que não visitamos por haver muita água no corredor de entrada.

O que vimos de notável foram as pinturas rupestres, situadas num paredão alto que olha para Oeste. As pinturas estão a 685 m de altitude e a uns 15 m de altura acima da base do paredão. Pode-se subir até elas agarrando-se a saliências do calcário, até atingir uma plataforma que avança da rocha um pouco abaixo do nível em que estão as pinturas. É interessante notar que à altura da plataforma há uma camada de conglomerado agarrado ao calcário.

As pinturas mais nítidas representam um veado e uma anta. As outras não se compreende bem o que representam. Algumas estão pintadas com tinta vermelha e outras com tinta arroxeada.

## 2 de fevereiro de 1938

Voltamos de Peri-Peri para Matosinhos, pelo mesmo caminho e de lá partimos, à tarde, para Cordisburgo, a fim de visitarmos a célebre gruta de Maquiné.

## 3 de fevereiro de 1938

### GRUTA DO MAQUINÉ

Em Cordisburgo hospedamo-nos numa pensão pertencente à D. Argentina Viana.

A gruta pertence ao Dr. Bento Cruz, do Rio de Janeiro, o qual cobra 10\$000 por visitante. Ele mantém em Cordisburgo um encarregado que acompanha os visitantes até à gruta, situada a 1 légua de Cordisburgo. Encontramos, nesse caminho, como tam-

bém em Cordisburgo, belos cristais de quartzo e alguns mesmo biterminados.

A boca da Gruta de Maquiné, a meia encosta de uma elevação, aponta para o Norte. O primeiro salão está aberto, mas, para passar aos seguintes, é preciso abrir uma porta da qual o guia traz a chave.

Gastamos um dia na visita a essa belíssima gruta e como ela é muito visitada e tem sido descrita por várias pessoas, vamos nos limitar a dizer dela o seguinte: A Gruta do Maquiné tem todos os requisitos exigidos por quem vai visitá-la como turista; tem belíssimos exemplos de qualquer tipo de concreção; tem grande quantidade de salões, todos se comunicando por corredores amplos; e, o que é mais importante, por ser raro, o caminho nunca é úmido nem acidentado como acontece em outras grutas. É, pois, uma gruta belíssima e toda ela acessível mesmo às pessoas de idade avançada. Será difícil encontrar no Brasil outra gruta nestas condições e, portanto, com a notável importância turística que tem a Gruta do Maquiné. A desvantagem de Maquiné é estar longe do Rio de Janeiro e também de Belo Horizonte.

#### 4 de fevereiro de 1938

Em Cordisburgo colhemos, no teto, perto da igreja belos cristais de quartzo entre os quais havia alguns pequenos, perfeitamente biterminados. Nesse mesmo dia voltamos a Ouro Preto, ponto final de nossa primeira viagem.

#### EXCURSÃO AO PICO DA BANDEIRA

Janeiro 10, 1939 — Janeiro 18, 1939

\* \* \*

Por não ter sido organizada pela SEE, damos somente um resumo desta excursão.

De 10 a 18 de janeiro de 1939, Escola de Minas organizou, para os alunos do 5.º ano, uma excursão à Serra do Caparaó, chefiada pelo professor de Geologia: Dr. Odorico de Albuquerque.

Acompanharam a excursão 2 membros da SEE: Murilo de Andrade Abreu e Vitor Dequech, os quais levaram também a incumbência de fazer a sinalização do Pico da Bandeira para o Pico do Itacolomi.

O percurso seguido foi: Ouro Preto — Ponte Nova — Raul Soares, em Estrada de Ferro. Raul Soares — São João do Matipó — Manhauçu — Caparaó, pela Leopoldina. Da vila de Caparaó foi feita a ascensão da Serra do Caparaó a cavalo até o rancho do Campo Grande ou da Casa Queimada, a 220 m. No dia seguinte foi feita a ascensão a pé do Campo Grande até o Pico da Bandeira. A volta da excursão deu-se por Estrada de ferro, de Caparaó para Entre Rios — Juiz de Fora — Ouro Preto. Ao chegarmos à vila de Caparaó, telegrafamos para Ouro Preto combinando o dia em que estaríamos no Pico da Bandeira e quando deveriam os outros membros da SEE irem ao Itacolomi para que trocássemos sinais. Mas, na vila de Caparaó não há Telégrafo Nacional e o telegrama passado na Estação da Leopoldina não chegou a Ouro Preto. Entretanto, apesar da noite estar muito nublada, soltamos inutilmente no rancho do Campo Grande diversos foguetes na esperança de que houvesse alguém no Itacolomi.

Apesar de não termos tido bom tempo a vista que se descortinou do Pico da Bandeira foi magnífica. Viam-se tôdas as cidades das redondezas e do lado do Espírito Santo avista-se o mar.

Na subida da Serra do Caparaó encontramos bauxita à beira do caminho em vários quilômetros do percurso, desde os 1700 m até os 2400 m de altitude. Colhemos amostras em pontos diferentes, as quais, reduzidas a uma amostra média, acusaram 50% de  $Al_2O_3$ , o que indica que a jazida merece um estudo, principalmente porque parece ser muito extensa.

Na Serra do Caparaó há muitos veios de pegmatito, com mica, quartzo, ortose e caulim, além de outros minerais. O mais explorado é a mica. O caulim de alguns pegmatitos, provenientes da ortose, é vendido para uma fábrica de papel de Pirai. O quartzo, a turmalina, o berilo, que ocorrem também nos veeiros de pegmatito da região, têm importância comercial secundária.

A principal companhia que faz o comércio da mica na região é a "Jazidas de Mica Reunidas Ltda.", de Espera Feliz, MG.

Um seu funcionário, Cezar Monteiro, fez conosco a ascensão à Serra do Caparaó, e está disposto a nos acompanhar caso realizemos nova ascensão.



## GRUTAS: CHAPÉU, DAS ARANHAS, CHAPÉU MIRIM I E II, NOVA E BURACO

### INTRODUÇÃO

Essas grutas estão situadas próximas à sede do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, na região dos Caboclos (Iporanga). Caboclos é atingida no km 320 da estrada estadual de 2.<sup>o</sup> classe que parte do km 295 da rodovia 373.

Trata-se, portanto, de mais uma apresentação de estudos da SEE na região cárstica do Alto Ribeira, e publicações anteriores sobre as grutas visitadas por essa sociedade, no município de Iporanga, tornam desnecessária a repetição de maiores detalhes sobre a fisiografia e estratigrafia regional.

Limitar-nos-emos a uma descrição mais resumida sobre esses aspectos, procurando dar mais ênfase às particularidades estudadas nos locais percorridos.

### FISIOGRAFIA

A paisagem regional mostra-nos montanhas de cristas alongadas e flancos abruptos, limitando vales estreitos e profundos; cobertas de densa e exuberante vegetação. É feição geomorfológica entalhada no calcário dolomítico do grupo São Roque e que se modifica para oeste com o afloramento dos granitos porfiróides de uma fase mais moderna, intrusivos nas rochas desse grupo. Na área estudada esse granito aflora em grandes blocos arredondados, de alguns metros de diâmetro e bastante decompostos.

### ESTRATIGRAFIA

É atribuída a Gonzaga de Campos a denominação Série São Roque, descrita pela primeira vez por Martin Francisco Ribeiro. Nos trabalhos mais recentes adotou-se a classificação em Grupo São Roque para os xistos, filitos dolomíticos e cloríticos, calcários dolomíticos, anfíbolitos e conglomerados; que constituem as litologias que caracterizam esse grupo sobrejacente aos xistos e gnaiszes arqueanos. Essa grande variedade de rochas metamórficas é devida, segundo D. Guimarães, a três ciclos de diastrofismos orogênicos, associados a fases posteriores de metamorfismos regionais e a longos ciclos erosivos.

Esse grupo está referido ao Algonquiano e é correlacionável com a Série Açungui.

Os deslocamentos diferenciais produzidos pela perturbação das camadas deste grupo permitiram intrusões granito-gnáissicas, dando-lhes feições singulares. D. Guimarães considerou esses granitos huronianos (?) que cortam esta seqüência metamórfica como de origem anatexitica.

Sedimentos do Devoniano Inferior, constituindo o Grupo Paraná e os do Carbonífero Inferior que formam o Grupo Tubarão aparecem, em algumas regiões, capeando o Grupo São Roque.

Convém mencionar ainda, na região de Iporanga, as formações destacadas no topo do grupo São Roque que constituem a Série Ribeira (Algonquiano). São camadas de conglomerados poligênicos, arcósios, filitos e arenitos que na zona de Paquera-Açu estão visivelmente discordantes do grupo São Roque (O. H. Leonardos, 1933).

Os calcários do grupo em estudo são relativamente abundantes, ora negros, grafíticos, ora cinzentos e brancos. Os mais silicosos são mais grosseiros e os magnesianos são mais claros, com transição a dolomitos. A dolomitização dos calcários em geral processou-se muito irregularmente, dificultando o seu aproveitamento industrial. O aspecto marmóreo denuncia, quase sempre, a proximidade de intrusões graníticas.

Grutas enormes são encontradas nesses calcários, em ambas as margens do Rio Ribeira. São orientadas em sua grande maioria nas direções SW-NE, que são as orientações das fraturas perpendiculares ao sentido do dobramento regional.

## ESPELEOLOGIA E CARSTOLOGIA

### GRUTA DO CHAPÉU

Esta gruta tem a sua boca encravada em um paredão de calcário cinzento e argiloso, quase vertical e bastante fraturado, com alinhamento N 70° W. À sua frente aparecem grandes massas arredondadas do granito porfiróide, em nível pouco inferior ao da entrada, através das quais escoo o córrego que flui da gruta. Aliás, blocos enormes desse granito são encontrados frequentemente ao longo do caminho que liga esta gruta à sede do Parque Turístico.

O perfil transversal da entrada é irregular, com uma altura de 1,5 m.

A caverna está situada em grande parte no contato do calcário e o granito sobrejacente, como já mencionou Michel le Bret

escala



sociedade excursionista e

espeleológica

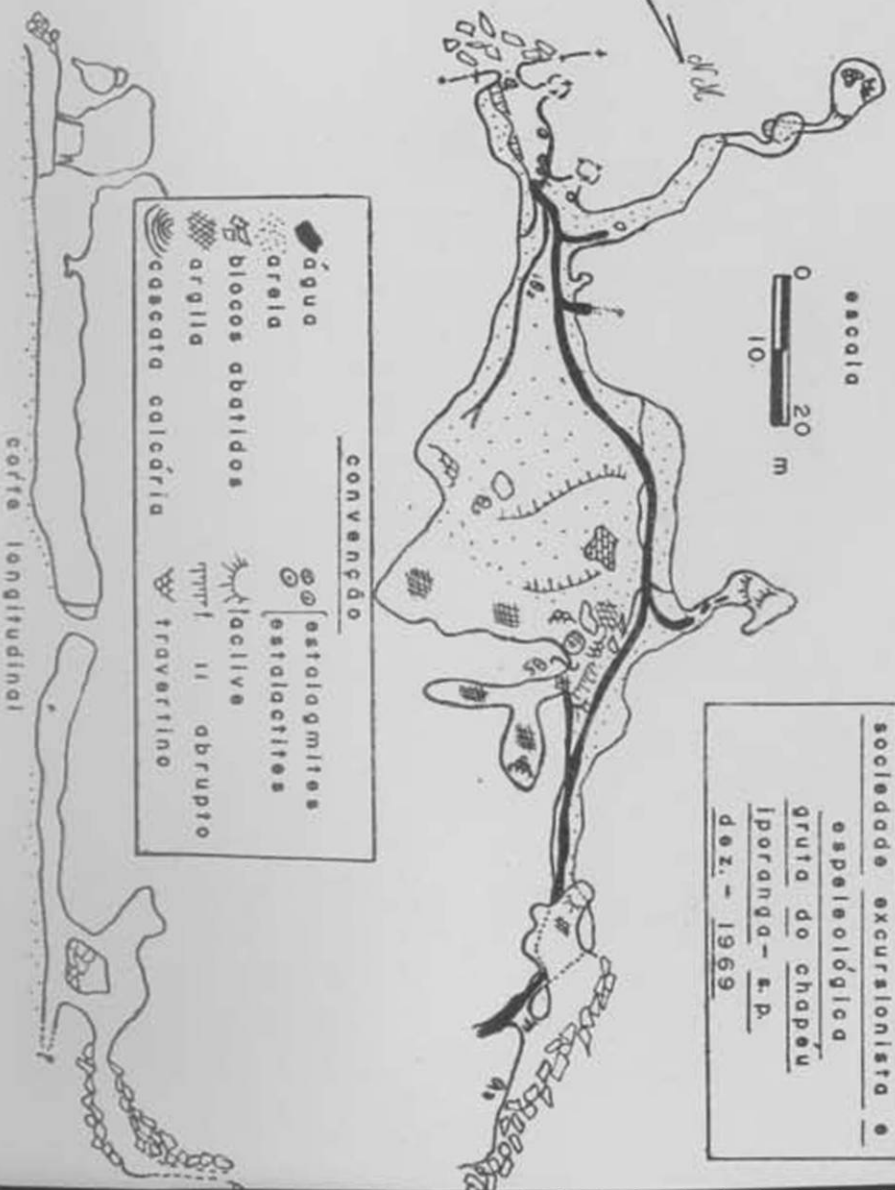
gruta do chapéu

iporanga - a.p.

dez. - 1969

convenção

	água		estalagmites
	areia		estalactites
	bloco abatido		floclive
	argila		abrupto
	cascata		travertino



perfil longitudinal

nos seus Estudos Espeleológicos no Alto Ribeira. A infiltração de águas exteriores por entre os blocos do granito e através das fraturas do calcário na área de contato provocou o surgimento da gruta. Os sedimentos arenosos que nelas ocorrem provêm da decomposição do granito e estão sendo entalhados pelo riacho atual, em uma retomada de erosão. Alinha-se na direção aproximada N 45° E, com ramificações para SE e NW.

Uma ampla galeria em  $\theta_0-\theta_1$  conduz a um grande salão em  $\theta_2-\theta_3-\theta_4$ . Nesta galeria o riacho corre em um nível inferior, junto à parede direita tendo-a erodido com mais rigor e deixando proeminente uma verdadeira marquise, sobre a qual depositaram-se sedimentos areno-argilosos de reduzida espessura, não consolidados e com certa estratificação. Evidentemente esta comparação nada tem a ver com as marquises dos depósitos de água circulantes. A ornamentação é modesta, com pequenas colunas de ambos os lados, junto às paredes, além de cortinas à direita de  $\theta_1$ .

Marcas escuras nas paredes da galeria, a cerca de 1 m acima de  $\theta_1$ , parecem indicar o mais alto nível atingido pelas águas que se escoaram pela gruta em tempos recentes. Um desabamento do teto à esquerda desta estação originou uma pequena clarabóia.

O salão, em  $\theta_2-\theta_3$ , tem o solo recoberto de material areno-argiloso, constituindo "terraços", cobertos de uma fina camada de calcita e outras concreções, apresentando ainda grandes blocos tabulares abatidos no trecho  $\theta_3-\theta_4$ . A altura média do teto é em torno de 5 m e as ornamentações mais notáveis são as colunas monumentais, estalactites, e bacias de travertino em  $\theta_4$ . Um espeleotema com o aspecto de um candelabro brota do teto quase sobre  $\theta_2$ , cortinas despontam-se à esquerda de  $\theta_3$  e bacias de travertino enfeitam o solo em  $\theta_{2,3}$ .

Ramificações a NW aparecem próximas a  $\theta_2$ , sendo que numa delas não foi possível aprofundar-se a exploração.

A estreita galeria que se inicia no trecho  $\theta_2-\theta_{2,1}$ , vai ter a uma pequena depressão em  $\theta_{2,7}$ , após um forte aclave em  $\theta_{2,2}-\theta_{2,4}$ . Sedimentos areno-argilosos ocorrem até ao pé desse aclave, seguindo-se a presença de uma argila branca, proveniente da decomposição do calcário, além de concreções abundantes.

Em  $\theta_{2,7}$ , na depressão, aparece novamente o material arenoso, e seixos de granito, que provêm de uma cavidade superior através de um corredor estreito e em forte aclave ( $\theta_{2,7}-\theta_{2,8}$ ). No alargamento em  $\theta_{2,8}-\theta_{2,9}$  a pouca altura da cavidade dificulta a movimentação. Seixos de granito decomposto indicam a proximidade de seu contato com o calcário. Blocos de desabamento do teto de calcário e uma bela bacia de travertino podem ser vistos neste local, além de delicados espeleotemas.

O riacho corre junto à parede esquerda do salão e no trecho  $\theta_{20}-\theta_{22}$ , a sua erosão fez surgir saliências acima do leito, recobertas de sedimentos e de mesma natureza que as citadas em  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ . Já agora aumenta a proporção do cascalho nos depósitos do córrego, com seixos arredondados de granito em dimensões centimétricas. Além disso blocos de desabamento depositam-se sobre os sedimentos capeados por fina camada de calcita e parcialmente erodidos.

Uma outra pequena ramificação é encontrada em  $\theta_{20}-\theta_{20,2}$ , tratando-se de um apertado corredor que faz ligação à uma cavidade superior de pequeno porte. Curtos estalactites e estalagmites, incrustações, material areno-argiloso e blocos de desabamento acontecem nesse percurso, onde o calcário mostra uma fratura vertical N 86° W.

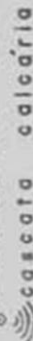
No trecho  $\theta_2-\theta_{3,2}$  o solo é argiloso e as ornamentações são notáveis, como o reposteiro em  $\theta_{3,1}$ , as singelas bacias de travertino e os estalactites e estalagmites de pequeno diâmetro.

Além de  $\theta_6$ , subindo-se o córrego, aproxima-se do contato calcário-granito em  $\theta_9$ . Nessa galeria os seixos de granito são mais abundantes e de maiores tamanhos, o calcário é bastante fraturado, com blocos desabados em  $\theta_{10}$ ; das fendas brotam interessantes espeleotemas. No trecho  $\theta_7-\theta_8$  as fraturas têm direção N78E. Em  $\theta_9-\theta_{11}$ , os enormes blocos arredondados de granito dão um aspecto perigoso ao percurso pela maneira com que se dispõem, empilhados e encostados no paredão de calcário à direita. Haja visto na passagem entre  $\theta_9$  e  $\theta_{10}$ , onde uma grande massa de rocha a obstrui parcialmente, apoiando-se na parede calcárica. Em  $\theta_{10}-\theta_{11}$  a infiltração das águas é mais intensa e elas gotejam de maneira considerável.

O granito decompõe-se rapidamente, tornando-se facilmente friável e fornecendo o material que é depositado em quase todas as partes da gruta.

Em  $\theta_{11}$  o riacho sifona em um corredor muito estreito, sem possibilidades de se prolongar a exploração. Deste ponto pode-se atingir uma pequena sala entre o granito e o calcário em um nível a 8,5 m acima, por uma passagem entre blocos recobertos de sedimentos, com certa estratificação. Essa cavidade, no trecho  $\theta_{12}-\theta_{12,4}$  também pode ser atingida por uma outra passagem próxima a  $\theta_8$ . Seu teto é de calcário e o solo é de sedimentos, a menos no prolongamento em  $\theta_{12,3}-\theta_{12,4}$ , inteiramente no calcário e apresentando finos estalactites. O calcário tem forte mergulho para o norte (70° aprox.) e direção a 80 E.

No trecho  $\theta_{12}-\theta_{13}$  o aspecto geral é quase sempre o mesmo: uma passagem entre enormes bolas de granito empilhadas e encoradas pelo paredão de calcário à direita, com as areias e argilas da decomposição do granito.

convençãosociedade excursionista e

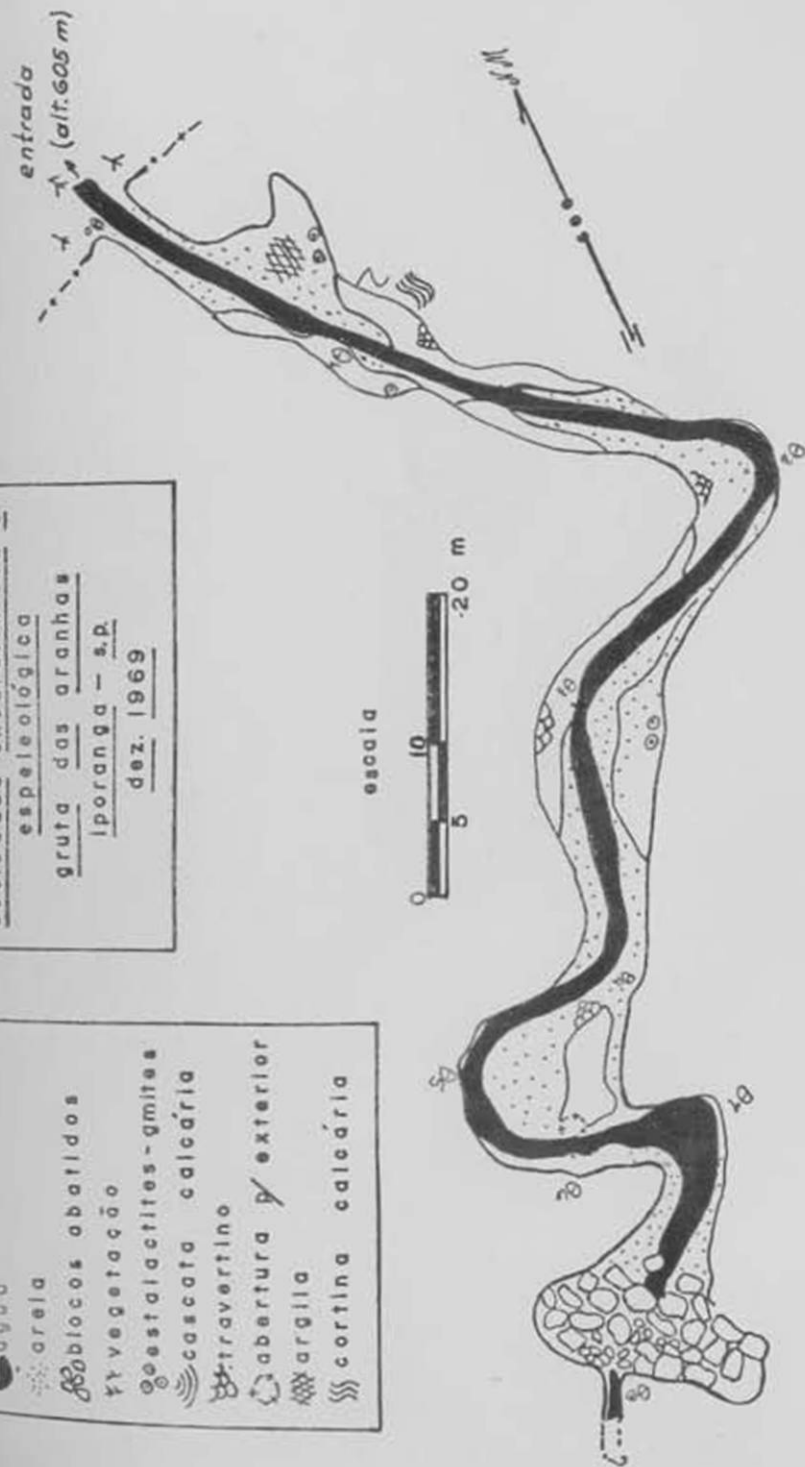
espeleológica

gruta das aranhas

Ipomanga - s.p.

1969

escala





Em  $\theta_{10}$  aparecem as primeiras raízes e fezes de morcegos (quirópteros), e o exterior só é novamente atingido por uma estreita passagem vertical entre as 2 litologias dominantes ( $\theta_{10}$ ).

O desnível entre as duas bocas da gruta é em torno de 30 m.

## GRUTA DAS ARANHAS

### ESPELEOLOGIA E CARSTOLOGIA

Trata-se de uma caverna desenvolvida em fraturas do calcário nas direções NW - SE e NE - SW, onde a exploração foi bloqueada na região do contato desta rocha com o granito intrusivo.

Poder-se-ia atribuir-lhe um processo de formação semelhante ao da gruta do Chapéu, embora não se tenha atingido a boca de entrada do riacho que a atravessa em toda sua extensão, de quase 130 m. Sedimentos areno-argilosos, oriundos da decomposição do granito são vistos ao longo de todo o leito do córrego e também em finas camadas sobre plataformas em nível pouco superior aos das águas.

A parte explorada compreende essencialmente duas amplas galerias perpendiculares entre si, drenadas por um riacho com 20 cm de profundidade média, e através das quais atinge-se uma sala onde aparecem blocos abatidos de calcário e matações arredondados de granito.

O trecho  $\theta_0$ - $\theta_1$  foi entalhado a partir de uma fratura N30W, com mergulho de 60° NE. Perto da entrada há uma outra cavidade à esquerda, com cortinas e estalactites brotando do teto e um solo areno-argiloso avermelhado, com lentes amarelas de argila.

Seixos de calcário e bolas de material siltico-argiloso são vistos no leito do córrego, esparsos nos sedimentos arenosos.

Em  $\theta_2$  ocorrem bacias de travertino à direita e formação calcífera no teto.

No intervalo  $\theta_2$ - $\theta_3$  a ornamentação restringe-se a estalactites de pequeno diâmetro e a dissolução diferencial em fraturas horizontais gerou, nas paredes, autênticas marquises, recobertas de sedimentos.

Na estação  $\theta_4$  há uma pequena ramificação superior à esquerda, que se liga ao percurso explorado logo adiante, em  $\theta_5$ ; desenvolve-se nela uma pequena cascata. Junto à parede reaparece o material de matriz siltica, amarelado.

À esquerda de  $\theta_6$  está a outra extremidade da passagem que vem de  $\theta_4$  e uma estreita clarabóia a 12 m do solo. Em  $\theta_6$ - $\theta_7$  o córrego passa por baixo de um desmoronamento e a galeria tem menos de 1 metro de altura acima do nível das águas, que têm uma profundidade de 30 cm.

Finalmente, na estação 0, a galeria alarga-se, mostrando uma sala com enormes blocos de granito e calcário, empilhados, abaixo dos quais circulam as águas provenientes de uma abertura pouco à frente deste ponto. As dificuldades encontradas impediram o prolongamento da exploração segundo o curso das águas até à sua nascente.

O calcário tem direção geral E-W, aproximada, e um forte mergulho para o norte.

### GRUTAS — CHAPÉU MIRIM I E II

São grutas de dimensões reduzidas, localizadas a uns poucos passos da sede do Parque, entalhadas em fraturas do calcário pela ação das águas de dissolução.

A **Gruta Chapéu Mirim I** foi visitada em seus 40 m de galeria, até um desmoronamento interior, mas a considerável vazão do córrego que o drena sugere a provável existência de um prolongamento inexplorado. O riacho surge através dos blocos de calcário abatidos e tem uma profundidade média de 30 cm, transportando sedimentos arenosos esverdeados. Desenvolve-se quase totalmente na direção E-W, segundo a direção do calcário que tem forte mergulho para o norte.

É pobre de ornamentação de interesse espeleológico.

A **Gruta Chapéu Mirim II** situa-se a uns 70 m da anterior, apresentando as suas extremidades em ambos os lados de um pequeno maciço calcário e drenada por um pequeno córrego em todos os seus 58 m na direção geral NE, que corresponde a um fraturamento desta rocha.

Pequenas cascatas, estalactites e singelas bacias de travertino constituem as ornamentações encontradas em diferentes pontos da caverna. Blocos de desabamento aparecem em uma das entradas. Um aspecto interessante é a plataforma originada pela desigual dissolução do calcário em um dos blocos fraturados, que se observa na saída sem placas de desabamento.

Entre essas duas grutas são vistos matacões arredondados de granito, relativos à intrusiva regional.

### GRUTA NOVA

**Localização** — Situa-se a alguns quilômetros a oeste do Parque Turístico, numa região onde o calcário dolomítico é lavrado em pequena escala e seu acesso pode ser feito facilmente por automóvel.

convenção

- água
- areia
- o blocos abatidos
- ~ vegetação
- o estalactites-gmites
- ~ cascata calcária
- ~ travertino
- o abertura p/ exterior
- ~ argila
- ~ cortina calcária

sociedade excursionista

espeleológica

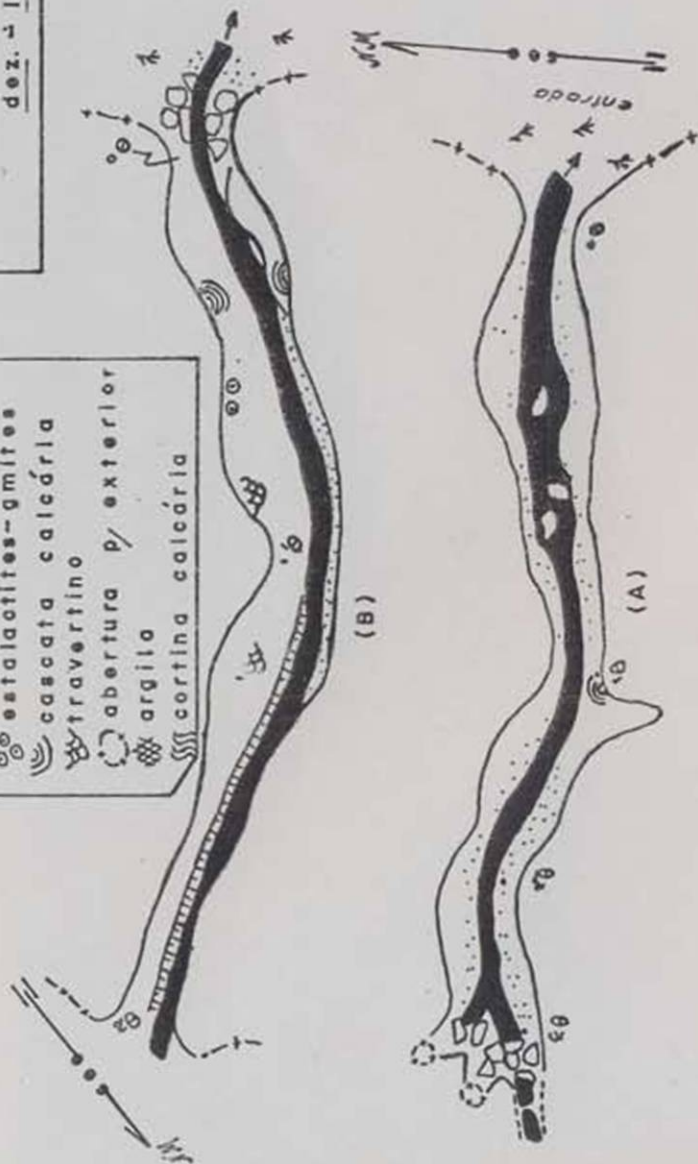
grutas: chapéu mirim I (A)

chapéu mirim II (B)

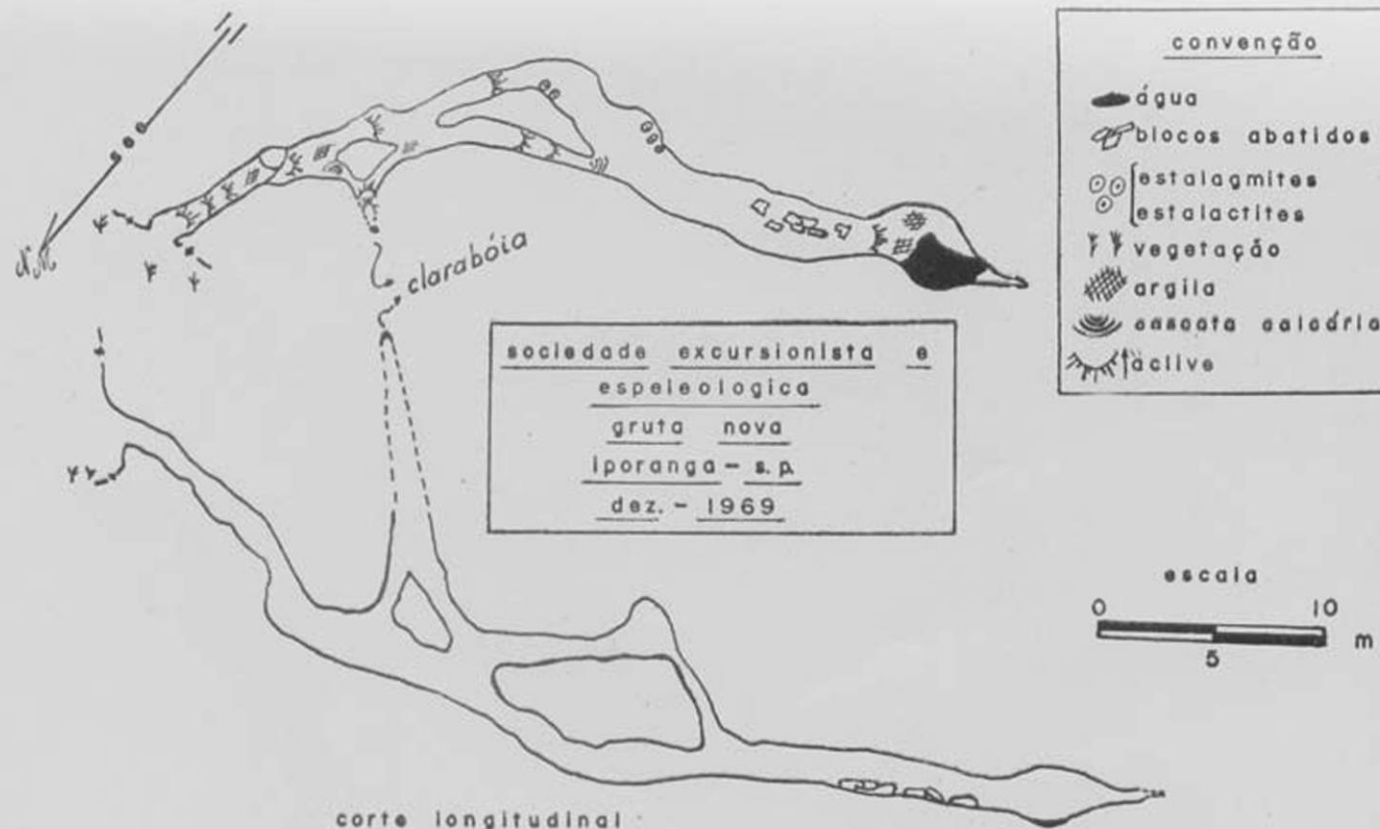
Iporanga - s.p.

dez. ~ 1969

escalas



SICREG





O paredão vertical a  $76^{\circ}$  NE, com cêrca de 8 m de altura no qual a bôca desta caverna está encravada, constituía uma frente de lava no calcário, paralizada ao se constatar a sua presença.

A cavidade desenvolveu-se pela dissolução do calcário em fraturas NE - SW e em pouco mais de 38 m apresenta um desnível de 22 m, desde a entrada ao seu final explorado. O calcário tem direção geral N  $76^{\circ}$  E e mergulho de  $63^{\circ}30'$  a NW. Fraturas sub-verticais segundo N  $20^{\circ}$  W são também observadas no paredão de calcário.

Na estação  $\theta_0$ , junto à entrada, a ornamentação mostra uma pequena coluna associada a estalactites e estalagmites em formação e logo principia um corredor estreito de cêrca de 1,0 m de diâmetro, em declive abrupto até  $\theta_2$ . Em  $\theta_1$  aparecem alguns finos estalactites em desenvolvimento e o corredor sofre um relativo alargamento em  $\theta_2$ . É uma passagem de difícil locomoção onde o calcário mostra características do entalhamento por dissolução; o solo é argiloso.

O trecho  $\theta_2 - \theta_3$  corresponde a um modesto salão ornamentado com cascatas, estalactites e estalagmites à direita. As cascatas foram geradas pelas soluções que escorreram por uma clabóia superior, transportando também o material argiloso impregnado nas paredes e no solo úmido. Em  $\theta_3$  os espeleotemas estão ausentes mas junto a  $\theta_4$  voltam a aparecer cascatas, estalactites (à esquerda) e uma pequena coluna. As ornamentações próximas a esta última estação depositaram-se em uma cavidade quase vertical e que se liga ao prolongamento da sala em  $\theta_2 - \theta_3$ .

No intervalo  $\theta_4 - \theta_5$  aparecem blocos de desabamento e alguns depósitos de águas circulantes. Os blocos de calcário cobrem uma cavidade inferior com água de reduzida vasão. O solo apresenta sedimentos arenosos finos de pouca espessura, capeados por uma camada de calcita. A ornamentação é posterior ao desabamento.

Em  $\theta_5 - \theta_6$  há um alargamento da cavidade e pouco à frente a passagem é bloqueada, entupida por sedimentos argilosos estratificados de cimento calcífero, envolvendo seixos esparsos de calcário. O teto apresenta canaluras mas carece de ornamentação.

## BURACO

Uma outra cavidade foi explorada nesta área, em um local onde o calcário é também lavrado segundo métodos rudimentares e em pequena escala, aproveitando-se um fraturamento quase vertical a N  $57^{\circ}$  E.

Os 16,10 m medidos quase verticalmente neste buraco de seção irregular parecem não dar acesso a qualquer outra ramificação de interesse espeleológico, embora considerados até o nível da água nêle contida e o seu fundo esteja provavelmente, entulhado de detritos, que ali foram lançados no decorrer da lavra do calcário e também pelas águas superficiais.

Uma marquise que tapou parcialmente a boca da cavidade e uma formação calcária e argilosa constituem suas únicas ornamentações consideráveis. Esta última foi originada pelas águas que escoaram pelo paredão de calcário, canalizadas por uma fenda na superfície desta rocha.

A análise química elementar de amostras colhidas nesta lavra mostraram os resultados, empregando uma solução de 10% de HCl: calcário dolomítico cinzento e argiloso — 80% de calcita, 11% de dolomita e 9% de insolúveis; calcário branco — 93% de calcita e 7% de insolúveis.

## RELATÓRIO DE BIOESPELEOLOGIA

### GRUTA DO CHAPÉU

#### I — Troglófilos

##### INVERTEBRATA

##### A — Arthropoda

###### 1) Arachnida

a) Ordem Opiliones, sub-ordem Laniatores, de cor vermelha, com pintas pretas no corpo, de tamanho 1 cm no máximo. Foram vistos desde a entrada da gruta até mais ou menos a metade do caminhamento.

b) Foram coletados alguns espécimes de aranha, não sendo possível sua classificação.

2) Classe Hexapoda, sub-classe Pterigogenea, ordem Orthoptera, sub-ordem Tettigonioidea, super-família Gryllidae. Em grande quantidade vistos à entrada T<sub>0</sub> da gruta e na saída desde T<sub>31</sub>.

##### VERTEBRATA

A — Classe Mammalia, sub-classe Eutheria, ordem Chiroptera, sub-ordem Microchiroptera. Vestígios de morcego em quantidade em toda a gruta.

#### II — Trogloxenos

##### A — Anelídios

a) Classe Oligoqueta, ordem Meoooligoqueta ou Macrotilos. Aparecem minhocas na entrada da gruta.



## RELATÓRIO DE BIOESPELEOLOGIA

### GRUTA DAS ARANHAS

#### I — Troglófilos

#### INVERTEBRATA

##### A — Arthropoda

###### 1) Arachnida

a) Ordem Opiliones, sub-ordem Laniatores. Existem em grande quantidade em toda a extensão da gruta de cor marron, e nunca muito grandes.

###### 2) Insecta

a) Da sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Orthoptera, sub-ordem Tettigonioidea, super-família Gryllidae. Pigmentados, tamanho pequeno, numa ramificação entre T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, foram vistos em grande quantidade.

###### 3) Myriapoda

a) Ordem Diploda: foram vistos centopéias em estado de calcificação e também a espécie viva.

##### B — Mollusca

###### 1) Gasteropoda

a) Sub-classe Pulmonata, família Strophocheilidae, espécie Strophocheilus Oblongus foram vistos espécies em estado de calcificação. Da mesma família, foram vistos espécies vivos de cor marron e tamanho bastante grandes.

#### VERTEBRATA

A — Classe Mammalia, sub-classe Eutheria, ordem Chiroptera, sub-ordem Microchiroptera. Foram encontrados vestígios de morcego em toda a gruta, mas não foram capturados.

## II — Troglóxenos

### INVERTEBRATA

#### A — Arthropoda

a) Classe Hexapoda, sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Diptera, sub-ordem Orthorrhapha Nemocera, família Chironomidae. Encontrados na entrada da gruta, juntam-se à volta da luz da chama do carbureto.

### VERTEBRATA

A — Classe Amphibio, ordem Anuro, família Hilideos, gênero Hyla: foram vistos, seguindo o curso d'água, de cor marrom escuro tendo no máximo 3 cm de corpo.

B — Peixes, foram encontrados à entrada da gruta, de cor marrom, aspecto fino, compridos mas não identificados.

## RELATÓRIO DE BIOESPELEOLOGIA

### GRUTA DO CHAPÉU MIRIM N.º I

#### I — Troglóbios

##### A — Arthropoda

1) Insecta. Da sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Orthoptera, sub-ordem Tettigoniodea, super-família Gryllidae, os grilos foram vistos em todo o percurso efetuado.

#### INVERTEBRATA

#### II — Troglófilos

##### A — Arthropoda

##### 1) Arachnida

a) Ordem Opiliones, sub-ordem Laniatores. Logo após a entrada da gruta os opiliões são vistos em grande quantidade, alguns de tamanho relativamente grande, em sua maior parte de cor avermelhada.

b) Várias espécies de aranha foram vistas em diversos pontos da gruta, capturadas algumas espécies não foi possível sua classificação.

##### 2) Myriapoda

a) Ordem Diploda: não foi vista o espécimen vivo, mas centopéias em estado de calcificação foram vistas em toda a gruta.

##### B — Mollusca

##### 1) Gasteropoda

a) Sub-classe Pulmonata, família Strophocheilidae, espécie Strophocheilus Oblongus. Strophocheilus é muito comum em grutas, mas, nesta em especial, só foi encontrada em T<sub>1</sub> e T<sub>2</sub>, em estado de calcificação.

#### II — Troglóxenos

#### VERTEBRATA

Classe Mammalia, sub-classe Eutheria, ordem Chiroptera, sub-ordem Microchiroptera. Foram encontrados vestígios de morcego em toda a gruta, não sendo possível sua captura.

#### INVERTEBRATA

##### A — Arthropoda

##### 1) Insecta

a) Sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Diptera, sub-ordem Orthorrapha Nemocera, família Chironomidae. São encontrados apenas na entrada da gruta, agrupando-se em volta da chama do carbureto.

b) Sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Hymenoptera, Sub-ordem Aculeata, família Anthophyla. Foi encontrada uma colméia de abelhas em  $T_2$ , na parede esquerda.

c) Sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Diptera, sub-ordem Cyclorrapha Schizophora, família Muscidae, Sub-família Calliphora. Entre  $T_0$  e  $T_1$  foi coletada uma mosca varejeira.

d) Ordem Hemiptera, sub-ordem Heteroptera, série Gymnocerata, família Reduviidae. Entre  $T_0$  e  $T_1$  foi visto uma ninfa de barbeiro, corpo preto e avermelhado com estrias amareladas. Não foi possível sua captura.

e) Ordem Lepidoptera, sub-ordem Heterocera. Em  $T_0$  e  $T_1$  observou-se grande quantidade de mariposas.

f) Ordem Blattariae, família Blattariidae. Foram encontradas espécies de baratas aladas, mas não foi possível sua captura.

## 2) Crustácea:

a) Sub-ordem Malacostracea, ordem Decapoda. Camarões de cor pardo-escuro descem o rio atravessando a gruta.

## VERTEBRATA

### A) Amphibia:

a) Ordem Anura, gênero Hyla. Em  $T_0$  foi vista uma peregrina. Não foi possível sua captura.

## 2) Rodentia

a) Sub-ordem Myomorpha. Entre  $T_2$  e  $T_3$  foi visto um rato, de tamanho médio, cor cinza, não sendo possível sua captura.

## RELATÓRIO DE BIOESPELEOLOGIA

### GRUTA DO CHAPÉU MIRIM II

Devido à pequena extensão da gruta, não foram encontrados espécimens troglóbios ou troglófilos. Entre os troglóxenos nota-se na entrada da gruta, de  $T_0$  a  $T_1$ :

#### INVERTEBRATA

##### A — Arthropoda

###### 1) Insecta:

a) Sub-classe Pterigogenea Brauer, ordem Diptera, sub-ordem Orthorrhapha Nemocera da família Chironomidae, os mosquitos são encontrados em todas as grutas da região de Eldorado-Apiaí.

###### 2) Arachnida

a) Aranhas de superfícies são encontradas em grande escala. Não foram capturadas.

##### B — Mollusca

Classe Gasteropoda, espécie *Strophocheilus Oblongus* são poucos os vistos. O acúmulo, nesta gruta, foi de *Australorbis*.

#### VERTEBRATA

Classe Mammalia, sub-classe Eutheria, ordem Chiroptera, sub-ordem Microchiroptera. Apenas vestígios de morcego foram encontrados.

## ORIGEM DOS ESPELEOTEMAS

José Reginaldo Lima Verde Leal

**Definição** — A palavra espeleotema provém do grego *spe-laion* (caverna) e *thema* (depósito). Segundo George W. Moore, espeleotemas são depósitos formados a partir de uma solução química ou por solidificação de um fluido após a formação da caverna.

O termo "formação" tem sido usado, comumente, com o mesmo significado. Entretanto, desde que este termo é também aplicado em Unidades Estratigráficas de Rocha (Códigos Estratigráficos de 1933 e 1941), usamos aqui apenas o termo espeleotema, para evitar uma possível ambigüidade.

### MECANISMO DE FORMAÇÃO DA SOLUÇÃO QUÍMICA MINERALIZANTE

O ar existente na zona do solo apresenta um teor em gás carbônico muito superior ao da atmosfera. Este teor varia com a atividade de micro organismos, que, por sua vez, é função da temperatura. Nas estações quentes a decomposição é muito mais intensa, produzindo uma quantidade maior de gás carbônico. Em média, o teor de gás carbônico no ar da zona do solo é de 10%.

Este gás carbônico dá origem a uma solução diluída de ácido carbônico ao se combinar com a água. Esta, levemente acidulada no seu trajeto descendente, dissolve o calcário, transportando os íons sob forma de bicarbonato. Ao atingir a caverna por uma fratura, ou devido à porosidade da rocha, entra em contato com o ar lá existente, liberando  $\text{CO}_2$ , pôsto que a pressão parcial do  $\text{CO}_2$  no ar da caverna é muito inferior à da solução. Da liberação do  $\text{CO}_2$  resulta a formação de carbonato de cálcio (processo inverso ao da dissolução do calcário por água levemente acidulada), que se deposita, normalmente, sob forma de calcita por ser praticamente insolúvel na água. A solubilidade da calcita na água pura é de poucos miligramas por litro.

A análise química vem comprovar que o processo de formação dos espeleotemas se deve principalmente à liberação do  $\text{CO}_2$ . Caso a evaporação fôsse um fator preponderante na composição química dos espeleotemas, encontraríamos vários componentes químicos, pois, são carregados em solução grandes quantidades de outros componentes. Eles seriam depositados se a água se evaporasse e, no entanto, os espeleotemas são praticamente constituídos de carbonato de cálcio.

## ESTALACTITES

Estes espeleotemas são os mais comuns e são os primeiros a se formarem quando se dá a deposição de calcita a partir da solução gotejante de bicarbonato de cálcio.

Uma gota de água sujeita à gravidade se desloca por uma fratura ou poros interconectados do calcário, em sentido descendente. Ao atingir a superfície do teto da gruta ela é presa momentaneamente pela tensão superficial. Neste instante ela ainda está subsaturada em calcita. Mas numa área suficientemente ventilada o  $\text{CO}_2$  é retirado da gota pelo ar, mais intensamente na periferia, tornando-a supersaturada, ocasionando a deposição nesta região periférica, na área de contato entre o teto rochoso e a gota.

Como a gota emergente é quase esférica, a calcita se deposita formando um frágil anel.

Cada gota emergente deposita um anel sobre o anterior, formando uma casca cilíndrica, medindo em média 8 mm; com parede, de aproximadamente, 0,5 mm de espessura. Seu comprimento pode atingir alguns metros, como na Gruta do Diabo (Iporanga — S.P.) — foto 1.

Estas estalactites, chamadas estalactites tubulares, são constituídas de um único cristal de calcita. Cada anel é depositado em continuidade cristalográfica com os anteriores. Uma evidência disto é mostrada quando se parte uma estalactite tubular. Ela se cliva segundo planos paralelos — foto 2.

Sua razão de crescimento pode ser determinada por medições sucessivas, que é o método mais preciso. De acordo com os dados obtidos por diversas autoridades no assunto, esta razão de crescimento é muito variável, porém nunca excede a 2,5 mm por ano e em média 0,25 mm.

Observa-se, no entanto, que as estalactites tubulares não são as mais freqüentes, senão as cônicas. É que estas últimas são um estágio de evolução mais avançado daquelas.

A água gotejante carrega consigo uma quantidade apreciável de impurezas que normalmente se depositam no canal interno da estalactite tubular, obstruindo-o. A solução, não mais encontrando passagem por este canal, emerge pelos poros existentes no contato do teto rochoso e do edifício cristalino neo-formado, escorregando pelas paredes externas da estalactite tubular, nelas depositando calcita, segundo camadas quase uniformes, paralelas à superfície. É evidente que há uma deposição maior de calcita no topo do que na extremidade inferior. Daí a forma cônica das estalactites.

Devido à própria estrutura cristalina, os cristais de calcita,





FOTO 1

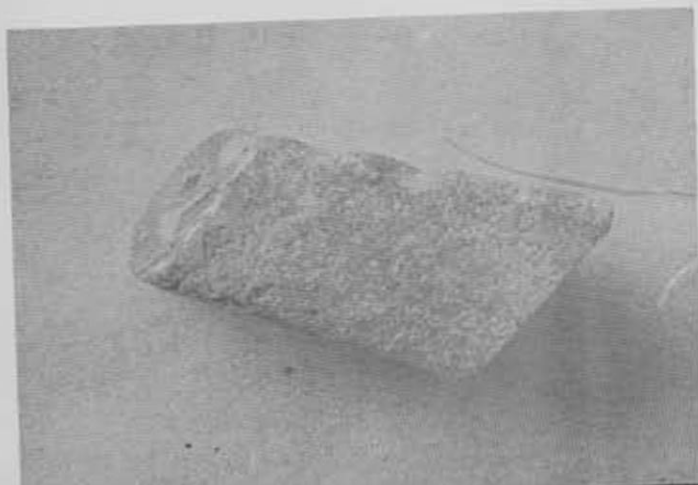


FOTO  
2

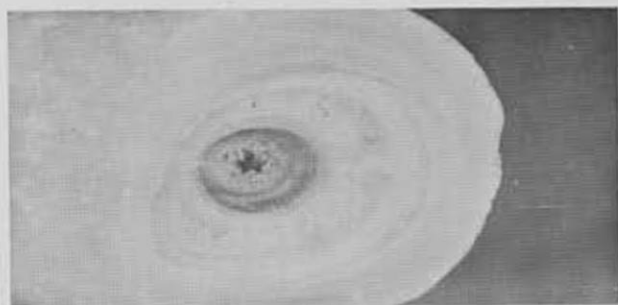


FOTO 3



FOTO 4



FOTO 5



FOTO 6



FOTO 7



FOTO 8



FOTO 9



FOTO 10



FOTO 11-A



depositados sobre a superfície externa da estalactite, crescem mais rapidamente segundo a direção do eixo maior. Consequentemente, quando os cristais são confinados lateralmente, (como ocorre na maioria dos espeleotemas em formação) aqueles, cujo eixo maior é perpendicular à superfície de crescimento, são os mais desenvolvidos. O resultado é uma estrutura radial, com cristais acunha-dos, com seus eixos normais à superfície da estalactite tubular.

Esta deposição nem sempre é contínua, nos períodos secos a superfície da estalactite pode ser revestida por uma película fina de impurezas. Ao reiniciar a deposição de calcita, os novos cristais não têm a mesma orientação, constituindo uma superfície de in-finitos micro cristais desordenados.

À medida que os micro cristais vão evoluindo, aqueles cujo eixo maior é paralelo à superfície, são englobados pelos mais fa-vorecidos, visto que são confinados lateralmente e só poderiam crescer perpendicularmente à superfície. Subsistem apenas aquê-les cujo eixo maior é normal à esta superfície, mantendo no final a mesma estrutura radial.

Uma secção normal de uma estalactite cônica revela esta es-trutura radial em torno do canal central da estalactite tubular que lhe deu origem, mostrando os anéis de tonalidades diferentes, de-vido às impurezas — foto 3.

## HELICTITES

Entre as formas mais bizarras de espeleotemas, e de gênese mais controvertida, estão os helictites. Por sua estrutura retorcida, são comumente, também chamados, de excêntricos — foto 4.

Trata-se de um único cristal formado por empilhamento suces-sivo de fôlhas cônicas, dotado de canal central de diâmetro inferior a 0,01 mm, pelo qual se supõe água carbonatada circulando sob pressão hidrostática em fluxo tão lento, que não chega a formar gota. A maior parte da deposição se daria em torno do orifício da extremidade, segundo camadas não em forma de anéis, mas de cones interligados por forças de cristalização. Como estas forças são de maior intensidade que a da gravidade (devido à pequena quantidade de material depositado em um dado instante) os cones seguiriam uma orientação cristalográfica, afastando-se sensivelmen-te da verticalidade.

Todos os helictites são constituídos somente de carbonato de cálcio, porém sob duas formas cristalinas distintas. Estes dimorfos são aragonita (sistema ortorrômbico, classe 2/m 2/m 2/m) e cal-cita (sistema trigonal classe 3 2/m).

Os helictites constituídos de aragonita apresentam superfície externa áspera, com cristais pontiagudos, dispostos radialmente

— foto 5, enquanto que a superfície dos helictites de calcita são lisos, e êles são quase transparentes — foto 6.

Como a calcita é menos solúvel na água que a aragonita deveríamos encontrar apenas helictites de calcita. Porém, estudos da cristalização de excêntricos, realizados pelo professor Bernard Gêse, levaram-no à conclusão de que, se a água chega muito lentamente numa atmosfera bastante seca, ou sob o efeito de uma forte corrente de ar, ocasionando uma evaporação rápida, há deposição de aragonita, em condições inversas deposita calcita.

É isto que se tem observado nos excêntricos que se conhece, porém há uma exceção. Na gruta de Santana (Apiaí — S.P.), encontrou-se um helictite de aragonita em formação, num local bastante úmido, sem corrente de ar.

### CORTINAS CALCÁRIAS

As cortinas são fôlhas de cristais de calcita comumente de pouca espessura, translúcidas, presas ao teto da gruta, chegando a atingir vários metros de comprimento.

São comuns em tetos regulares e inclinados por onde escorre uma gota, deixando um rastro de carbonato de cálcio. Uma vez traçada a trajetória pela primeira gota, ela é seguida por outras que vão depositando lenta, mas quase ininterruptamente finas camadas de calcita descendentemente.

Quando a cortina é formada apenas pelas gotas que escorrem pelo bordo, tem espessura de 6mm, e os cristais todos orientados perpendicularmente à superfície de crescimento. Algumas apresentam o bordo inferior em forma de dentes de serra.

Comumente são encontradas cortinas com vários centímetros de espessura. Estas porém, apresentam inicialmente, a espessura normal que foi incrementada pela deposição de calcita proveniente da água que escorre pelas paredes laterais da cortina, num processo semelhante ao da formação de estalactites cônicas — foto 7.

### ESTALAGMITES

Apresentando forma muito semelhante à do estalactite, tem uma origem diversa desta.

Evoluindo a partir do chão das cavernas, em sentido ascendente, são formadas pelas gotas que caem do teto — foto 8.

Ao se desprenderem do teto, ou mesmo de uma estalactite em formação, as gotas estão ainda saturadas de gás carbônico, que é liberado quando ela se choca contra o chão ou o tampo de uma

estalagmite. A gota se dispersa em infinitas gotículas e com aumento da área superficial a liberação do  $\text{CO}_2$  se processa depositando o carbonato de cálcio.

Sua estrutura é comumente radial em secção normal muito semelhante à da estalactite, a menos do canal central que não possui. Podem, em alguns casos, ser constituídas de um único cristal de calcita. Tem a mesma razão de crescimento que as estalactites.

Normalmente as estalagmites se formam abaixo da estalactite, com diâmetro maior e o topo mais achatado — foto 9. Ao se encontrarem formam as colunas.

Quando apresentam um diâmetro regular e bem inferior ao comprimento são chamados velas — foto 10.

Algumas estalagmites possuem o topo côncavo, em forma de taça; quando formadas abaixo de chaminés. Estas chaminés estão bem próximas da superfície, de tal modo que a água acidulada não tem tempo de dissolver o calcário em sua trajetória descendente, a ponto de tornar-se saturada. Ao atingir o topo da estalagmite anterior, a chaminé, ao invés de depositar calcita, ela dissolve o topo da estalagmite por estar subsaturada.

Mesmo abaixo de tetos regulares podem se formar estes tipos de estalagmites, desde que exista um fluxo de água mais acelerado do que os habituais, ou nos casos onde o intemperismo tenha reduzido a espessura do calcário, encurtando a trajetória da água, em consequência, o tempo de dissolução.

Um exemplo típico deste último caso, encontra-se na Gruta de Santana (Apiaí — S.P.) — foto 11.

## CASCATAS

Ao escorrer pela parede rochosa da gruta, a água vai depositando calcita durante seu percurso descendente. Estes tipos de depósitos são chamados cascatas, não só pela forma, mas também pela cor, geralmente de um branco imaculado — foto 12.

Nas cascatas, os cristais são orientados segundo a normal à superfície de deposição. Estas superfícies normalmente são bastante lisas.

Quase sempre constituem um depósito uniforme da parede até o chão da gruta, porém, em alguns casos, ela é terminada por estalactites formadas a partir dos bordos, assumindo uma forma muito semelhante à de um órgão — foto 13.



## TRAVERTINOS

Apresentando a forma de um dique, ao contrário dos outros espeleotemas, raramente exibe uma coloração esbranquiçada devido às impurezas depositadas junto à calcita, quando em sua formação.

Localizados no chão da gruta, perpendicularmente às paredes recurvadas, com a concavidade voltada para corrente, podem formar uma série de patamares que represam água ou já o fizeram em épocas pretéritas — foto 14.

Sua origem se deve à água corrente transportando bicarbonato de cálcio em solução. Provavelmente a água ao encontrar um **riflado** no leito sofre um turbilhonamento com liberação de  $\text{CO}_2$  precipitando calcita. À medida que vai aumentando a altura da barreira, com a deposição de calcita, a água procura as partes mais baixa para ultrapassá-la, com contínua deposição. Deste modo ela se faz sempre em nível. Eis porque todos os travertinos têm o topo nivelado.

## FLÔRES DE CAVERNA

Um dos raros espeleotemas que não são constituídos de carbonato de cálcio são as flôres de caverna. São formadas de sulfato de cálcio, gipsita.

Muito semelhantes aos excêntricos de calcita, não tendo porém o canal central. Apesar de serem formadas por água surgente, os cristais são depositados na extremidade presa.

Apresentam estrias longitudinais na superfície externa pelo fato da massa de cristais ser expelida através dos poros da parede rochosa, onde se formam os cristais — foto 15.

## PÉROLAS DE CAVERNA

O único depósito de gruta que não é preso ao teto, paredes ou chão, é a Pérola de Caverna — foto 16.

Variando em tamanho de poucos milímetros, até cerca de 15cm, com forma desde esferas perfeitas, até cubos regulares, são formadas dentro de cavidades rochosas, do chão, abaixo de um fluxo de água gotejante a partir de um núcleo constituído por um fragmento de areia, calcário, ou de outro espeleotema. A calcita vai se depositando sobre o núcleo em camadas concêntricas, com os cristais perpendiculares à superfície de crescimento.

A agitação e rotação constantes parecem ser necessárias à formação de pérolas esféricas, porém não é imprescindível o mo-



FOTO 12



FOTO 13



FOTO 14

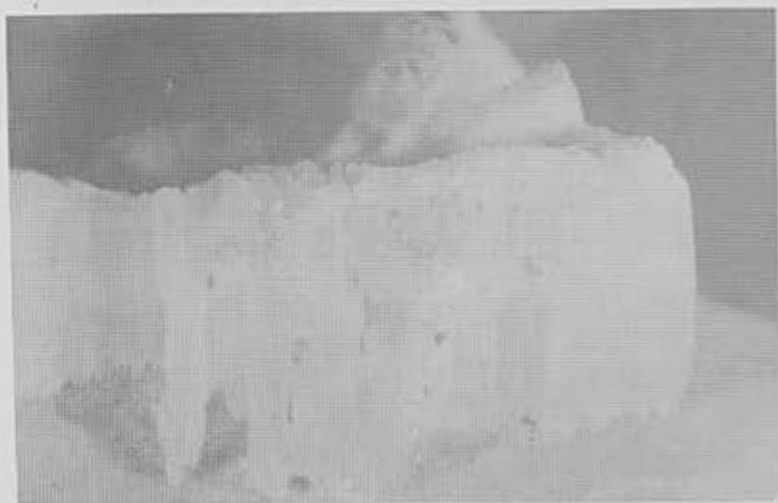


FOTO 15

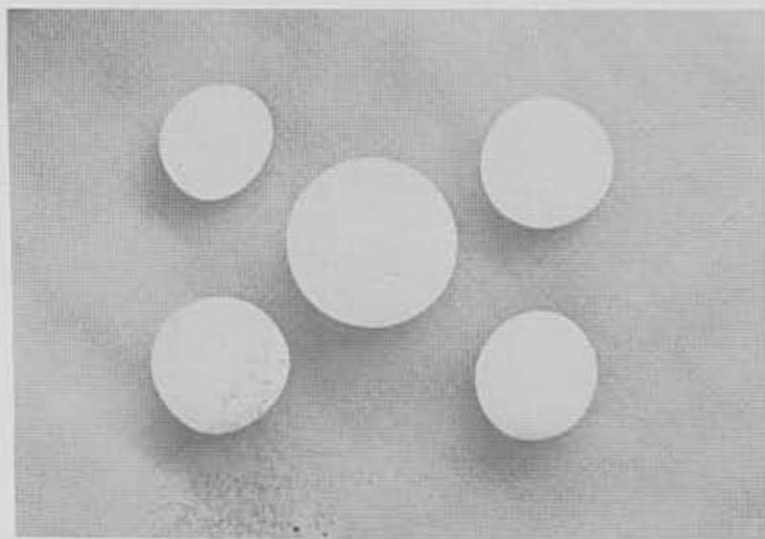


FOTO 16

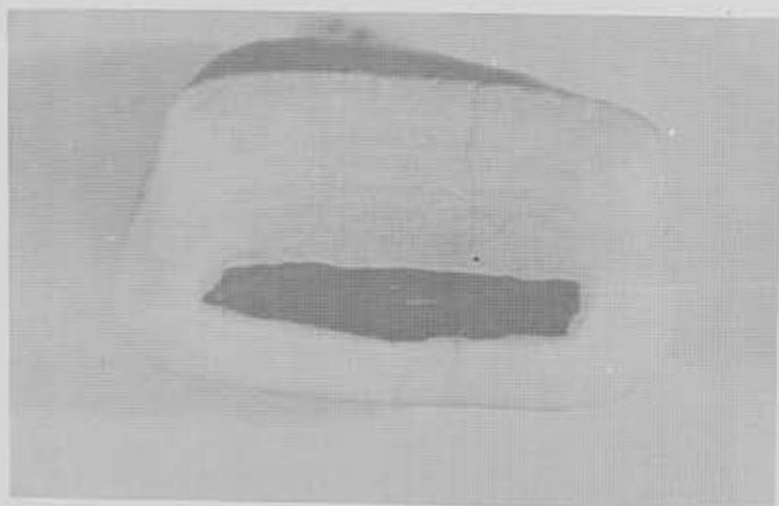


FOTO 17



FOTO 18

vimento para que não ocorra a cimentação entre as pérolas, ou mesmo, delas com a rocha. W.H. Emmons observou uma porca de aço numa mina que não poderia ter girado, e tendo sido ela tôda recoberta de calcita sem estar cimentada ao chão.

De um modo geral, as pequenas pérolas são esféricas, e as maiores irregulares, no entanto, tem-se encontrado pequenas pérolas quase cúbicas.

Há casos em que a forma do núcleo pode influir no aspecto da pérola, podendo-se comprovar pelo exame de secções — foto 17.

### GEODO DE CALCITA

Ocorre, em alguns casos, depois de sua formação a gruta ser totalmente inundada. O crescimento dos cristais se dá a partir das paredes para a água.

Estes cristais submersos, devido às condições estáveis de temperatura, e o contínuo contato com a solução mineralizante são alongados e terminados, que por sua forma, recebem a denominação de calcita dentes de cão.

Em determinado tempo, a caverna inteira se transforma em um verdadeiro geodo, com os cristais de calcita revestindo totalmente a superfície da gruta, como ocorre na Gruta dos Cristais (Matosinhos — MG) — foto 18.

### Bibliografia

Moore, George W. Nicholas, Brother G.  
Speleology. The Study of Caves  
D. C. Herth and Company — Boston — 1964.

\* \* \*

Vassilevsky, Yvan —  
Les grottes en pays calcaires e leurs cristallisation —  
Science Progrès La Nature — Paris — Agosto de 1965

\* \* \*

Barry, L. G. & Mason, Brian —  
Mineralogy  
W. H. Freeman and Company. San Francisco — 1950.

## INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA FLORA E FAÚNA DAS CAVERNAS

Moacyr do Amaral Lisboa

Prof. Titular em RETIDE da  
Faculdade de Minas e Metalurgia da U.F.O.P.

A Espeleologia, ou estudo das cavernas, é uma ciência relativamente nova dentro do conjunto das Ciências Naturais. Seus métodos de pesquisas e estudos, baseados nos princípios fundamentais da Geologia e da Biologia, principalmente, são próprios e requerem, além de conhecimentos especializados dessas ciências, uma grande argúcia de observações, um critério muito sensato nas deduções e conclusões dos fenômenos e fatos observados, para que os resultados da exploração de uma gruta não tenham apenas o valor de uma reportagem jornalística. Debaixo da terra tudo é tão estranho, o ambiente é tão diverso do mundo exterior, que somente o homem de espírito aventureiro, capaz de autodomínio e frio às emoções fortes, poderá enfrentar esses ambientes tão insólitos onde o silêncio e a escuridão guardam surpresas imprevisíveis. Parece que, por um atavismo longínquo, tôdas as fantasias que povoaram a imaginação do homem, desde os tempos os mais antigos até à Idade Média, podem concretizar-se a cada momento para quem, pela primeira vez entra numa gruta. Daí a necessidade de um preparo psicológico indispensável para aqueles que se iniciam na prática espeleológica, a fim de que os ruídos e murmúrios que são ouvidos e os efeitos luminosos resultantes das luzes das lâmpadas dos exploradores que desvendam a escuridão não criem, momentaneamente, na sua imaginação, impressões de fenômenos sobrenaturais que apavoram ou que assustam. A multiplicidade dos fenômenos possíveis no interior das cavernas bem como a quantidade de lendas fantásticas que existem sobre os mistérios das grutas, são universalmente conhecidos e muitos deles reproduzidos na literatura espeleológica como na obra de E.A. Martel "Os Abismos", no trabalho de H. Basset intitulado O

Culto das Grutas em Marrocos, nas memórias de Norbert Casteret — Dez Anos debaixo da Terra, etc.

A Espeleologia, antes de ser organizada em corpo de doutrina com caráter científico, teve, também, como as demais ciências naturais, a sua fase miraculosa. Apenas num curto espaço de tempo entre o Renascimento e os fins do século XVIII acreditava-se que as cavernas eram completamente desprovidas de seres vivos. A partir de 1768, quando Laurenti descreveu o primeiro animal habitante das grutas, o *Proteus anguineus*, e quatro anos mais tarde, isto é, em 1772, Scopoli publicou a primeira descrição de um vegetal do mundo subterrâneo, é que a Bioespeleologia começou a surgir como um ramo especializado das ciências Biológicas. Com o conhecimento da existência de animais e vegetais cavernícolas, uma série de problemas interessantes foram focalizados tais como: Há espécies de animais e vegetais próprias das cavernas que nunca são encontradas na superfície da Biosfera? Um animal ou vegetal vivendo no meio iluminado da Biosfera poderá tornar-se cavernícola e vice-versa? A luz é necessária à vida? Os seres vivos poderão crescer e multiplicar-se na obscuridade completa? A curiosidade e o espírito indagador dos homens de ciência foram formulando novas questões nos campos da Filosofia Biológica, de Anatomia e de Fisiologia que a velha História Natural, a princípio com caráter apenas descritivo, começou a dividir-se e subdividir-se em ramos de conhecimentos especializados, dentro da Biologia, que, atualmente, é muito difícil conceber-se a possibilidade da existência de um naturalista com os conhecimentos indispensáveis para fazer, ou apenas compreender, a biografia completa de um humilde vegetal ou de um modesto animal.

Certa manhã passeando em meu jardim, vi a minha cachorrinha muito preocupada, no gramado, colhendo e engulindo, com certa dificuldade, folhas de *Cynodon dactylon* Pers. e *Eleusine indica* Gaertn, ambas as espécies conhecidas vulgarmente por Pé de galinha. Olhando para a cachorrinha, naquele instintivo trabalho de automedicação, fui assaltado por uma série de perguntas que eu mesmo ia formando e não sabia como respondê-las. Parece que o meu ser consciente quiz rir-se de minha roupagem de professor de ciências naturais e começou a perguntar-me: Qual a genealogia dessa cachorrinha? Como surgiram e evoluíram os seus ancestrais? Como e por que o homem primitivo iniciou a sua criação como animal doméstico? Quais as causas e fatores de mutação que deram origem às diversas raças de cães? A vida média de um cão doméstico é maior ou menor que a de um seu parente selvagem? Por que? E estas duas Graminaceae tão conhecidas de você pelos seus nomes taxonômicos e vulgares, de onde vieram? Tiveram um só ou mais pontos de dispersão?



Tantas foram as perguntas que fiz a mim mesmo e não consegui respondê-las que agora, ao escrever este modesto trabalho para desincumbir-me de uma tarefa que me foi dada, sinto-me francamente constrangido e muito admirado da minha coragem e ousadia de ter que escrever sobre fauna e flora das cavernas, eu que de cachorros e gramas tão vulgares quase nada conheço!

O estudo das espécies cavernícolas não deve ser apenas de caráter taxonômico se bem que, mesmo encarado somente sob este aspecto, ainda seja mais difícil que a determinação dos grupos viventes da superfície da Biosfera. Atualmente um sistemata não pode e nem deve proceder como nos primórdios da Botânica e da Zoologia, na pesquisa dos caracteres específicos. Os dados ecológicos e etológicos não podem ser postos à margem para que não se corra o risco de criar espécies novas, dentro de um mesmo grupo sujeito a modificações causadas por uma variação brusca do meio.

Ultimamente tenho sido muito céptico quanto às descobertas de espécies novas tanto no vasto campo da Biologia como da Paleobiologia porque sinto que nas descrições dessas espécies o autor não mostra ter levado em consideração as condições mesológicas e outros fatores que, sem dúvida, influem nos caracteres morfológicos considerados primordiais na determinação de uma espécie.

A Teratologia, considerada por muitos como simples curiosidade científica, no campo da Biologia, não deve ser desprezada pelos sistematas. É preciso não esquecer que no vasto campo das ciências naturais há diferenças muito acentuadas nos métodos de determinação dos seres orgânicos e inorgânicos, mas há uma inter-relação entre esses seres que é preciso ser levada em consideração.

A determinação de uma espécie animal ou vegetal, com o emprêgo das chaves analíticas, não deve seguir o mesmo método das classificações dos minerais, rochas ou produtos industriais, porque para os seres organizados os caracteres determinativos são mais qualitativos que quantitativos. Consequentemente a Taxonomia biológica não independe dos conhecimentos da Biogeografia, da Ecologia e da Etologia, como julgam muitos sistematas que ainda seguem ortodoxamente os velhos princípios da separação dos grupos botânicos ou Zoológicos, levando em consideração apenas os caracteres morfológicos.

No estudo de certos grupos de Bryophyta, como as Hepáticas, e de Crustáceos, como os Ostracoda, é costume separar-se gêneros e espécies levando-se em conta apenas a morfologia do talo com o dimensionamento de certos ângulos entre os primeiros e a morfologia e a ornamentação da concha entre os outros. Se proce-

dêssermos com o mesmo critério no estudo de outros grupos botânicos e zoológicos, como por exemplo na determinação dos espécimens humanos, poderíamos chegar a conclusões absurdas, pois evidentemente se compararmos uma mulher boschimana com uma nórdica muito loira, delgada e de olhos azuis chegaríamos à conclusões que ambas poderão pertencer à mesma família mas são de gêneros diferentes.

Não pretendo apresentar nenhuma sugestão sobre o assunto em pauta, nem focalizar exemplos de uma qualquer biota cavernícola. O meu objetivo é apenas mostrar como sinto o problema do estudo da fauna ou da flora das cavernas.

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

Atualmente nenhum naturalista, seja ele botânico, zoólogo ou paleontólogo, deixa de levar em consideração, nos seus trabalhos de sistemática, as características do meio de onde proveio o indivíduo a determinar. Se bem que a Taxinomia, ou determinação específica e descrição das populações, seja uma disciplina básica é evidente que, no estudo de uma biota qualquer, além dos conhecimentos básicos de Anatomia e Fisiologia tornam-se indispensáveis para um estudo completo, uma série de dados fornecidos pela Biogeografia e pela Ecologia a fim de que certos caracteres ontogenéticos e filogenéticos, considerados primordiais, possam ser observados ou deduzidos. Tais conhecimentos são, a meu ver, indispensáveis para quem se propõe estudar uma população cavernícola.

A história da Ecologia nos mostra como desde os primórdios da Botânica e da Zoologia os naturalistas se preocuparam com as relações dos seres orgânicos entre si e os meios onde vivem.

O primeiro naturalista que fez uma séria tentativa de sistematizar os conhecimentos concernentes às relações dos animais com o meio foi Buffon, pois, em 1749 ele começou a produzir uma série de trabalhos dando ênfase aos hábitos e adaptações dos animais. Humbolt, em 1807, depois de longas viagens de estudos, discutiu a distribuição geográfica dos animais e vegetais em função do clima. Em 1859 Saint Hilaire usava o termo etologia para referir o estudo das relações dos organismos com o meio onde viviam. Dez anos depois, isto é, em 1869, Haeckel propôs o termo *Oecologia* para designar as relações dos organismos com os meios orgânicos e inorgânicos. O termo ecologia, na realidade, como indica a formação da palavra (*oikos* = morada; *logos* = estudo) é o estudo dos meios ambientes da Biosfera. Como os fatores dêsses meios influem de maneira diferente no mundo animal e no mundo vegetal, daí surgiu a divisão da Ecologia em dois ramos aparen-

temente distintos: Ecologia vegetal e Ecologia Animal. Esta divisão é justificável, a meu ver, apenas para dar mais ênfase ao estudo de uma biota com a predominância de vegetais ou de animais, porque na natureza há um equilíbrio biológico tão perfeito que é praticamente impossível conceber-se populações de animais ou de vegetais vivendo independentemente uma da outra. O próprio solo é como que uma entidade viva da litosfera em que a sua força vital provém de uma microflora e microfauna em sucessivos ciclos vitais harmônicos. Quando o homem tenta quebrar este equilíbrio biológico, como fez com a introdução do coelho na Austrália e atualmente, entre nós, está intensificando o reflorestamento com o Eucalipto, os resultados são desfavoráveis e alarmantes. Quanto ao estudo das populações vegetais, a Ecologia tem sido empregada com três acepções distintas:

- 1.º — Como o estudo dos fatores cuja soma compõe o meio; esta acepção foi proposta por Jaccard no Congresso Internacional de Botânica de Bruxelas, em 1910.
- 2.º — Estudo das relações entre a vida vegetal e o meio ambiente. Esta acepção foi aceita pelo referido Congresso que dividiu a Ecologia, assim compreendida, em autoecologia e sinecologia que poderá ser entendida como sinônimo de Fitosociologia ou, em sentido mais particular, como o estudo das relações entre as coletividades vegetais, ou sinécias, termo criado por H. del Villar como denominação da unidade mais geral da coletividade vegetal, definindo uma cohabitação botânica individualizada ou habitação de uma soma de indivíduos vegetais em um mesmo meio exterior.
- 3.º — Como sinônimo de Geobotânica, se bem que menos apropriado.

O segundo conceito é o mais adotado, pois além de estudar os organismos em relação com o meio onde eles se desenvolvem procura explicar como os fatores desse meio podem influir na vida desses organismos. Deste modo, como a Fisiologia propriamente dita investiga as causas dos fenômenos vitais, a Ecologia trata de precisar os efeitos que as influências mesológicas podem determinar sobre os organismos. Há portanto, uma interrelação muito grande entre Anatomia, Fisiologia e Ecologia o que nos leva a concluir que, Taxonomia baseada apenas em caracteres específicos anatômicos e fisiológicos, está sujeita a erros, principalmente levando-se em conta que as modificações, resultantes de pré-adaptações e pós-adaptações, são muito comuns em certos meios, principalmente, nos meios cavernícolas. A autoecologia refere-se ao

caso particular de um determinado grupo de indivíduos sujeitos aos estímulos do meio onde vivem.

O estudo da Ecologia animal é mais complexo em virtude da contínua variação que se verifica, tanto no animal como no meio. A vida de um animal é função do seu metabolismo e o caráter desse metabolismo varia com a idade, com o sexo e outras condições como a do estado larvar. O meio também varia com os ciclos diurnos e das estações do ano, com as mudanças de clima e outras flutuações periódicas e irregulares.

Quando se trata de um conjunto de seres vivos de um país, ou de uma localidade qualquer, integrado por animais e vegetais, temos o que se denomina uma biota. Em 1887 Mobius criou o termo Biocenosis para designar um grupo de organismos como uma unidade ecológica, significando, muitas vezes, também, um complexo de associações bióticas. Daí surgiu o termo biótopo significando um espaço limitado onde vive uma biocenosis. Ecológicamente um biótopo poderá ser homogêneo ou constituído de agrupamentos característicos de diferentes residências ecológicas como é o caso de um lago, por exemplo.

Atualmente o conceito de Biocenosis é o de uma comunidade biótica que se condiciona mutuamente e se mantém através dos tempos na posse de um biótopo definido, num estado de equilíbrio dinâmico, graças à reprodução dos próprios organismos que a integram, dependendo somente do ambiente exterior inanimado ou, de maneira não essencial, dos organismos exteriores a essa coletividade.

Tanatocenosis (**tanatos** = morte; **coínom** = reunir) é um termo que foi criado por Wasmund para designar as massas, mais ou menos características, formadas de cadáveres ou secreções de organismos. Na Estratigrafia das formações marinhas é costume compreender-se como tanatocenosis uma acumulação de cadáveres ou restos de animais estranhos ao meio onde se processa essa acumulação. Quando essas acumulações de cadáveres, secreções, excrementos ou outras produções de uma população, são aproveitadas pelos indivíduos vivos de outra espécie temos o que se denomina uma Tanatocresis (**crisis** = usufruto). A tanatocresis compreende um conjunto muito variado de correlações que têm em comum o fato de realizar-se sempre entre organismos vivos e organismos mortos ou produtos desprovidos de vida, como acontece entre as diatomáceas em que certos indivíduos penetram nas frústulas abandonadas de outras espécies.

A tanatocenosis pode ser uma consequência natural da ontogenia ou provir de verdadeiros acidentes sofridos por organismos nectônicos que não resistem a uma brusca mudança de condição do meio para onde são atraídos ou levados involuntariamente.

No meio aquático os animais neotônicos poderão ser divididos sob o ponto de vista ecológico, de acordo com a temperatura e a salinidade do meio em: **euritêrmicos** que são aqueles pouco sensíveis às mudanças de temperatura e **estenotêrmicos** compreendendo os que são sensíveis às variações de calor no meio ambiente. Do mesmo modo quanto à salinidade e à luz temos os **eurialinos** e **estenohalinos** e **eurifilos** e **estenofilos**.

Segundo Clements as comunidades de seres vivos são classificadas de acordo com o meio ambiente em super-reinos, reinos, províncias, sub-províncias, formações, associações e zonas. Há dois super-reinos: o aquático e o terrestre. O primeiro com os reinos marinho e de água doce e o segundo apenas com o reino terrestre. No reino terrestre há duas províncias: a subterrânea e a da superfície do solo. Na província subterrânea há duas formações: a dos solos e a das grutas. Finalmente, na formação das grutas há duas associações: a dos seres transitórios e a dos permanentes.

Quando se tem que estudar um desses grupos de comunidades, como no caso em questão, além dos fatores biológicos que concorrem para a formação de uma zona ou de uma biocenose, devemos levar em consideração, também, os fatores físicos tais como: a energia radiante, a temperatura, nas suas diversas modalidades, a luz, a atmosfera, a água e o solo.

Os conhecimentos básicos de Ecologia são, portanto, indispensáveis para melhor estudar e compreender a Bioespeleologia.

### O MEIO CAVERNÍCOLA

Antes de abordarmos, ligeiramente, as características do meio cavernícola vejamos como se dividem e se distinguem as biocenos das grutas. No conjunto dos hospedeiros das grutas devemos distinguir três categorias de seres vivos formando biocenos distintas: a categoria dos **troglóbios** formada de seres exclusivamente ligados aos domínios subterrâneos e por uma série de ortogêneses regressivas, anatômicas e fisiológicas são atualmente incapazes de viver no mundo exterior, onde não podem suportar as constantes variações mesológicas; a categoria dos **troglófilos** que, apesar de não terem adaptações especiais para a vida no meio subterrâneo, podem, entretanto, completar o seu ciclo vital no mundo hipógeo, como, também, podem viver no meio exterior; finalmente a categoria dos **troglóxenos** que são os cavernícolas ocasionais.

Três são as características fundamentais do meio cavernícola: a ausência de luz, a estabilidade térmica e a pouca variação do grau de umidade, apesar da variabilidade hidrológica.

A ausência de luz acarreta conseqüências ecológicas e etológicas para os seres cavernícolas. Em primeiro lugar verifica-se que a obscuridade total e permanente impede a vida dos vegetais verdes. Deste modo não há a síntese clorofiliana dos vegetais autótrofos sobre a qual repousa toda a pirâmide nutricional clássica que caracteriza o mundo exterior. Conseqüentemente o regime de nutrição dos seres cavernícolas é bastante diferente e isto acarretará, indubitavelmente, modificações estruturais e fisiológicas em relação às espécies mais afins do meio exterior. De outro lado a obscuridade não é um fator indiferente para todos os seres subterrâneos. Apesar da sua anoftalmia os troglóbios são dotados de uma grande fotossensibilidade. Se são iluminados além de um mínimo tolerável, variável com as espécies, mas sempre muito fraco, alguns lux apenas, todos manifestam uma mesma reação comum: fogem da luz e tanto mais rapidamente quanto mais a energia radiante se aproxima da luz natural. A cor do espectro que melhor toleram é o vermelho. A percepção luminosa, com a ausência de estrutura ocular, se faz através do tegumento do corpo que é caracterizado pela ausência de pigmentos corados. Os troglóbios são francamente estenofobos. Experiências feitas com 2 crustáceos muito próximos, um do gênero *Niphargus*, cego e despigmentado, e o outro do gênero *Gammarus*, dotado de olhos e normalmente pigmentado apresentaram resultados surpreendentes. Ambos foram sujeitos às ações de uma fonte de luz barba. A espécie de *Niphargus* não resiste a uma iluminação de 20.000 lux por mais de dois a três dias enquanto que os indivíduos do gênero *Gammarus*, submetidos a uma iluminação de 40.000 lux, permaneceram vivos por mais de duas semanas. Entre os velhos problemas da Evolução ligados à fauna cavernícola um deles poderemos focalizar neste capítulo porque se prende aos métodos de adaptação em virtude da supressão da claridade.

De acordo com as idéias de Lamarck os troglóbios são cegos em virtude da soma de efeitos diretos experimentados pelos indivíduos através de várias gerações em plena escuridão. Ou será a herança de caracteres adquiridos que nada têm a ver com as condições do meio? Deixando de lado os conceitos do lamarquismo os troglóbios adaptaram-se lentamente à vida na obscuridade completa pela seleção dos indivíduos de olhos menores, dos estenofotos mais sensíveis? Ou esses troglóbios resultaram de pré-adaptações de indivíduos possuidores de olhos reduzidos que procuraram refúgio nas cavernas e nelas encontraram um meio adequado à sua constituição.

É bastante razoável essa hipótese em face de vários exemplos que nos induzem a comprová-la.



Além das várias espécies de peixes cavernícolas nos quais se pode observar a redução progressiva dos olhos, nas velhas minas de Clausthal, no Hartz, há séculos abandonadas, encontram-se variedades de camarões e deslisadores aquáticos pertencentes aos gêneros Gammarus e Asellus muito semelhantes às formas comuns existentes no mundo exterior iluminado, delas diferindo apenas pela ausência de pigmentação e pelos olhos semi-atrofiados. Exemplos como estes, e outros que poderão ser observados na superfície iluminada da Biosfera, onde há, indubitavelmente, espécies que reagem à luz de modos bem diversos, possíveis de serem grupadas em tipos eurifotos e estenofotos ou fotófilos e fotófbos, nos conduzem à seguinte conclusão que nos parece bastante lógica: Os seres que confiam pouco nos próprios olhos, que são francamente estenofotos, são mais propensos a viverem no ambiente cavernícola do que os dotados de boa visão ou ou eurifotos. Se por uma migração, ou mais provavelmente em virtude de uma dispersão, tais seres são levados ao meio subterrâneo, onde passam a viver normalmente, haverá, então, subseqüentes transformações orgânicas e morfológicas para imprimir-lhes os caracteres de animais cavernícolas. Tais processos de transformações constituem o que alguns pesquisadores denominam de post-adaptação.

O problema da origem das faunas cavernícolas parece-nos que está diretamente ligado a fatores e causas, tais como a luz, que conduzem grupos de animais, em virtude do instinto de preservação da espécie, aos estágios de pré-adaptação ou post-adaptação com a formação de comunidades troglôxênicas, troglófilas até atingirem a categoria de biocenosis troglôbias. Problemas como este é que tornam a Filosofia biológica uma ciência verdadeiramente atraente para os espíritos indagadores e imaginativos. Os homens de ciência que se dedicam às pesquisas têm que ter, dentre outras características primordiais, muita curiosidade e muita imaginação.

A estabilidade térmica que se observa no interior das grutas é uma conseqüência da natureza isolante das rochas no seio das quais elas se formaram e da inércia térmica da água. As variações de temperatura se limitam a uma pequena amplitude anual, chegando muitas vezes a ordem de frações de grau centígrado. Em 1907 Banta verificou que nas partes mais profundas da gruta de Mayfield a variação de temperatura durante o ano era menor que 2°C. O valor absoluto da temperatura reinante no interior de uma gruta varia, é evidente, com a latitude e a altitude da região considerada e é traduzido, salvo em casos especiais, pela média anual da temperatura do meio exterior. Na França, por exemplo, verifica-se que nas grutas glaciais das montanhas a temperatura reinante é de 0°C enquanto que nas da região sul a temperatura varia de 13° a 15°C.



Sabe-se que os animais não possuem nenhum mecanismo para manter o corpo em um constante estado térmico a não ser o seu metabolismo; e, cada espécie animal, somente pode exercer as suas atividades vitais no intervalo de temperaturas máxima e mínima que lhe são fatais. A essas temperaturas que ocasionam a morte dos animais, denominam-se temperaturas letais. A temperatura ambiente poderá influir ou não na temperatura interna do corpo do animal daí a divisão dos animais em poiquilotérmicos que são aqueles cuja temperatura do corpo varia com a temperatura do meio como os répteis, anfíbios, peixes, etc., e homeotérmicos os de temperatura constante, independentemente das variações do meio, tais como os mamíferos e aves. Conforme a maior ou menor diferença das temperaturas letais, podemos, como já vimos, dividir os animais em euritérmicos e estenotérmicos. No intervalo das temperaturas letais há uma zona de temperatura vital ótima. As relações de temperatura ou calor animal com as atividades fisiológicas tais como o metabolismo, a reprodução e o crescimento, as tolerâncias às baixas e altas temperaturas do meio ambiente, bem como os efeitos das variações de temperatura são estudados na Biofísica com aplicações práticas e experimentais na Ecologia.

Do mesmo modo que vimos com respeito às ações da luz é possível prever-se estágios de pré-adaptação ou post-adaptação para as faunas cavernícolas cujas espécies afins do mundo exterior tenham uma zona de temperatura vital ótima em que se encontra a temperatura média da gruta, onde se formou uma biocenose troglófila ou troglóxena.

A água é o terceiro fator ecológico de capital importância para o estabelecimento das faunas cavernícolas porque ela é o veículo de transporte de alimentos do mundo exterior para o meio subterrâneo e permite a pouca variação higrométrica no interior das grutas. Antes de se proceder às pesquisas no setor do mundo biológico cavernícola é necessário estudar-se previamente o regime das águas subterrâneas, a sua salinidade e procedência, bem como a natureza e estrutura das rochas que formam o capeamento da gruta.

Deixando-se de lado a parte puramente hidrológica das grutas devemos acentuar que, além da sua grande importância no metabolismo dos seres cavernícolas, a água que se acumula ou corre no interior das grutas poderá, por uma decantação natural, depositar uma massa de limo orgânico-argiloso onde se desenvolve uma microflora heterotrofa e autotrofa que fornecerá os oligoelementos indispensáveis à vida dos seres cavernícolas.

Além desses três fatores ecológicos — o calor, a água e a luz — que são de primordial importância para a formação de uma biocenose, com características próprias, o estudo das fontes de abastecimento de alimentos às comunidades é, sem dúvida, o mais

importante e deve preceder a qualquer investigação de natureza sócio-biológica. É evidente, e as pesquisas têm confirmado, que um ser vivo poderá suportar e adaptar-se a todas as vicissitudes mesológicas, temporárias ou permanentes, de acordo com a sua organização anatômica e fisiológica que para isto suporta e mantém as atividades vitais até limites máximo e mínimo, por vezes bem afastados, como acontece, por exemplo, com a *Musca doméstica* cujas temperaturas letais estão em torno de 3°C e 48°C. Entretanto, sem um abastecimento permanente de alimentos não poderá haver qualquer processo de adaptação, modificação ou mutação que consiga manter em funcionamento um organismo porque seria contrário à lei da renovação orgânica que é uma das leis fundamentais da vida. Os fenômenos de hibernação e estivação em determinadas espécies de animais, por exemplo, não constituem casos de exceção mas, possivelmente, conseqüências da lei da intermitência.

Na superfície da Terra, e até nas regiões abissais, o problema de abastecimento de alimentos não inspira grandes preocupações, apesar das advertências de Malthus e dos trabalhos recentes de bio-estatística, desde que o homem não altere substancialmente o equilíbrio biológico, principalmente, das floras que constituem as fontes primordiais de alimentos da humanidade. Sou muito cético com respeito a esses trabalhos de bio-estatística referentes à humanidade porque se analisarmos matematicamente a vida do homem poderíamos estabelecer a seguinte função de funções:

$$V_i = f(C_o, M, C_{if}, x, t)$$

onde  $V_i$  representa a vida de um indivíduo,  $C_o$  a sua constituição orgânica,  $M$  o meio onde vive,  $C_{if}$  a sua cultura intelectual e física,  $x$  os fenômenos e acidentes que o homem está constantemente sujeito e que por falta de uma aceitável explicação lógica são atribuídos ao acaso ou ao seu próprio destino e finalmente  $t$ , o tempo, a única variável independente cujos limites são 0 e 150 anos.

Cada uma dessas variáveis,  $C_o$ ,  $M$ ,  $C_{if}$ , é por sua vez função de outras variáveis como, por exemplo,  $C_o = f(H, P_a, C_{if}, x, t)$  onde  $H$  representa a hereditariedade,  $P_a$  o poder de alimentação, etc. Além disso teríamos que estabelecer os limites de cada variável o que não seria impossível para  $C_o$ , para  $C_{if}$  e  $M$  apenas em casos experimentais. Deste modo não é possível prever-se a vida de um indivíduo nem a evolução quantitativa de uma população porque em face do que foi exposto os matemáticos abalizados não poderão resolver a função de funções que foi estabelecida a fim de deduzir qual a curva, superfície ou outra entidade mate-

mática que poderá representar a vida do homem. O que tem sido feito, baseados na lei dos grandes números, biologicamente falando nada representa; é apenas uma estimativa que em cada caso particular nada representa. Por enquanto, a não ser em casos muito especiais, como para as biocenoses cavernícolas, é uma utopia dar-se às comunidades biológicas um caráter de variabilidade devida a cada um dos fatores que influem na sua constituição porque não podemos aplicar aos seres vivos o mesmo conceito de confiabilidade que se aplicam às máquinas e aos produtos inanimados produzidos pelo homem.

No mundo subterrâneo, com a ausência de vegetais, clorofilados, podemos prever uma grande limitação das biocenoses possíveis. Para isto é necessário conhecer-se a etologia dos diversos grupos biológicos a fim de que possamos estabelecer as espécies de animais e vegetais possíveis nas biocenoses troglôxênicas, troglófilas e troglóbias propriamente ditas, pois as florulas e faunulas das entradas das grutas podem, quando muito, constituir uma biocenose de fronteira entre o mundo exterior e o meio cavernícola. Um *Strophocheilus oblongus*, tão comum nas nossas grutas calcárias, não é na realidade uma espécie troglôxênica ou troglóbia, apenas calcífila.

As reservas de alimentos para os seres cavernícolas, principalmente, para os aquáticos, são o guano produzido pelos morcegos, o plancton, as acumulações de detritos orgânicos e limo-organo-argiloso conduzidos e formados pela água em circulação nas grutas. Nas grutas secas é praticamente impossível encontrar-se uma biocenose troglóbia.

Essas reservas de alimentos, por sua vez, dependem da estrutura das rochas no seio das quais se encontra a caverna que influirá no modo de penetração da água no subsolo e, conseqüentemente, no poder de arrastamento de detritos e resíduos orgânicos. Além dos alimentos orgânicos e organo-minerais propriamente ditos, os animais necessitam de oligo-elementos como as vitaminas que são na sua quase totalidade produzidos pelos vegetais superiores.

Até há bem pouco tempo, isto constituía um sério problema para a explicação da existência de troglóbios superiores como os crustáceos. Recentemente as pesquisas da Mlle. A. M. Gounot, feitas em Lyon, mostraram que no limo organo-argiloso das cavernas há uma microflora de bactérias que efetuam a síntese de ácidos aminados diversos e sobretudo de vitaminas do complexo B (riboflavina, ácido pantotêico, etc) que, como se sabe, constituem os oligo-elementos responsáveis pelo crescimento dos animais. Os

esquemas abaixo apresentados por René Ginét no seu magnífico trabalho "La faune des eaux souterraines", publicado na revista Atomes n.º 232 de maio de 1968 esclarece bem o assunto em questão.

- 1 — Rotíferos
- 2 — Tardígrados
- 3 — Copepodos
- 4 — Nematodo
- 5 — Gastrotricha

Como diz René Ginét, no trabalho acima mencionado, a ausência de vegetais clorofilados não é, portanto, um obstáculo definitivo à existência de uma macrofauna hipógea. Se os seus constituintes são, apesar de tudo, submetidos a uma revitalização originária do mundo exterior — portanto, indiretamente emanada da natureza ensolarada — encontram, *in loco*, uma parte essencial da sua alimentação e não é ilógico conceber, pelo menos teoricamente, um ciclo nutricional hipógeo estritamente autóctone.

Apreciando-se a antogenia de algumas espécies pode-se concluir que em virtude de um fraco metabolismo surge um alongamento considerável do seu ciclo vital. Essa característica fisiológica dos troglóbios, pesquisada nos peixes, crustáceos e outros invertebrados, é, dentre outras, uma consequência da taxa respiratória que é constante, e muito inferior, nas formas subterrâneas comparada com a das formas vizinhas do mundo exterior. Daí a menor intensidade do metabolismo que é função da taxa respiratória. Como corolário os seres cavernícolas mostram um alongamento considerável do seu ciclo vital que é caracterizado pelas mesmas fases ontogenéticas mas cada uma com uma duração muito maior. Por isto é que o *Proteus anguineus* pode viver cerca de 30 anos e um *Niphargus* de 7 a 10 enquanto que um seu parente mais próximo do meio exterior um *Gammarus* vive apenas de um a dois anos. Comparando-se os ciclos vitais de um *Gammarus* e um *Niphargus* a impressão que se tem é a mesma de um filme em câmara lenta em que as imagens são as mesmas porém as suas seqüências mais prolongadas.

Uma conclusão de tudo isto poderemos tirar: A constância do meio ambiente e, principalmente, a sobriedade constituem as bases da longevidade.

## CONCLUSÕES

A flora e a fauna das grutas dependem de tantas condições ligadas diretamente às características geológicas, geográficas e

ecológicas de cada região que é praticamente impossível pensar-se numa distribuição da flora e fauna das cavernas segundo os princípios e métodos da Zoogeografia e Fitogeografia. Antes de tudo é necessário conceituar-se bem as biocenosis em Bioespeleologia, o que vale dizer, definir com precisão o que são trogló-xenos, troglófilos e troglóbios, tal como propôs Racovitsa em 1907. A Bioespeleologia é uma especialidade muito difícil no campo da Biologia porque requer, além de conhecimentos profundos em vários campos da Sistemática Biológica, uma base não menos profunda de Ecologia. Improvisar um botânico ou zoólogo em bioespeleologista é muito duvidoso e quase sempre chega-se a resultados que não traduzem a realidade, porque os métodos de observação, de colheita de material e de pesquisas são bem diferentes.

capivara moderna, embora de membros alongados, e *Sciurus* Linnaeus, "esquilos arborícolas", ciurormorfos ciurídeos.

**Lagomorfos.** Os lagomorfos (lebres, coelhos e seus próximos afins), são representados nas cavernas de Minas Gerais por ossadas fósseis ou subfósseis da atual lebre brasileira, *Sylvilagus* (Tapeti) *brasiliensis* (Linnaeus).

**Chiroptera.** As espécies de morcegos, todas modernas, de que Lund coligiu poucos restos fósseis ou subfósseis nas cavernas, pertencem aos gêneros *Pteropteryx* Peters, *Micronycteris* Gray, *Tonatia* Gray, *Chiropterus* Peters, *Phyllostomus* Lacépède, *Anthorhina* Lydekker, *Glossophaga* E. Geoffroy, *Lonchag'ossa* Peters, *Hemiderma* Gervais, *Artibeus* Leach, *Chiroderma* Peters, *Vampyrops* Peters, *Sturnira* Gray, *Desmodus* Wied, *Natalus* Gray, *Myotis* Kaup, *Eptesicus* Rafinesque, *Histiotus* Gervais, *Dasypterus* Peters, *Lasiurus* Gray e *Molossus* E. Geoffroy.

**Primates.** Raras são os restos esqueléticos, fósseis ou subfósseis, de pequenos macacos, todos antropóides cebóides, coletados por Lund nas cavernas de Minas Gerais, onde as espécies identificadas, todas presentes na fauna regional, moderna, são as seguintes: *Alouatta seniculus* (Linnaeus), o vulgar "búcio" ou "macaco roncador", *Callitrix penicillata* (E. Geoffroy), um "titi" ou "sagüi", *Cebus fatuellus* Linnaeus, *Callicebus personatus* (E. Geoffroy), "micos" ou "sajus", e *Brachyteles brasiliensis* (Lund), supostamente extinta, mas talvez indistinguível de *B. arachnoides* (E. Geoffroy), o "macaco aranha" (Fig. 10).

O Homem é de presença ainda um tanto incerta no Pleistoceno sul-americano, muito embora algumas descobertas recentes pareçam indicar que ele já habitava este continente na última etapa daquela época geológica, imediatamente anterior à atual.

Em seis dos mais de cinquenta sítios arqueológicos andinos, conhecidos até há pouco tempo, foram coletadas amostras de implementos e carvão vegetal que, submetidos ao teste de C14, deram para os mesmos sítios idades de, aproximadamente, 10.000 anos, mais ou menos a mesma idade absoluta, atribuída, pelo mesmo método, ao "Homem de Lagoa Santa", fato que coloca tais testemunhos da presença humana neste continente nos albores da época geológica Recente ou Holoceno.

Restos fósseis de mamíferos extintos, do Pleistoceno, achados, há alguns anos passados, numa associação correspondente, segundo parece, a uma biocenose normal, na Venezuela, e submetidos a dosagem de C14, revelaram ter a idade absoluta de, aproximadamente, 16.000 anos. Como a maioria deles estivessem partidos, raspados e queimados de modo aparentemente intencional e em associação com restos de uma indústria humana primitiva, concluiu-se que o homem já estava presente ali, então. Tal hipótese ainda carece de confirmação.

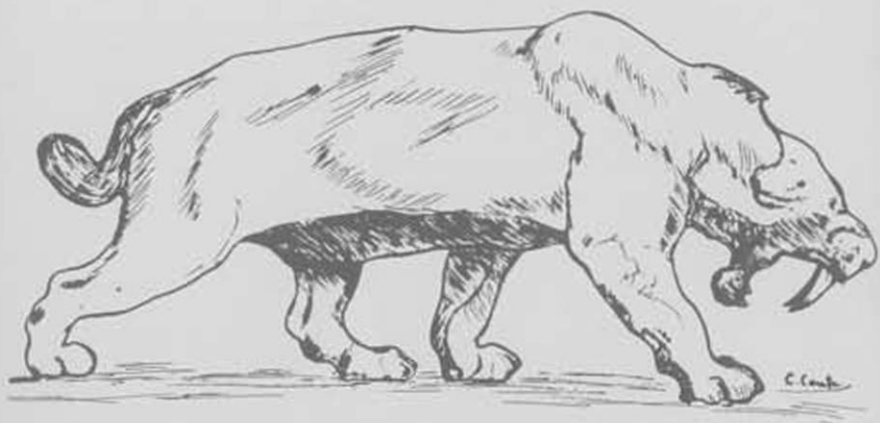


FIGURA 9



FIGURA 10