

ESTUDOS ESPELEOLÓGICOS NA SERRA DOS CARAJÁS, MUNICÍPIO DE PARAUPEBAS-PA

Walter Roberto CUNHA JR.¹; Noé von ATZINGEN²; Genival CRESCENCIO³

¹ - Fundação Casa da Cultura de Marabá/Membro do GEM - fccm@leolar.com.br

² - Fundação Casa da Cultura de Marabá/Conselheiro do GEM

³ - Fundação Casa da Cultura de Marabá/Membro do GEM

Abstract

Brasil hosts the largest iron deposits in the world and undoubtedly also contains the greatest potential in terms of number of caves in this type of rock. This paper report a espelological study in Serra dos Carajás region Para State, Brasil with hundreds caves in this typology.

Palavras-chave: CECAV, caverna, diagnóstico espeleológico.

Introdução

Em 1985, iniciou-se o cadastramento das inúmeras cavernas localizadas nas encostas dos platôs da Serra Norte concomitantemente com os levantamentos arqueológicos promovidos pelo Museu Paraense Emilio Goeldi com a participação do Grupo Espeleológico Paraense (Pinheiro et al., 1985; Pinheiro & Maurity, 1988).

Em 2004 a Fundação Casa da Cultura de Marabá (FCCM) e o Grupo Espeleológico de Marabá (GEM) dão início aos levantamentos de prospecção espeleológica de cavidades naturais na Serra dos Carajás e surpreendem a comunidade espeleológica com a descoberta de centenas de cavernas, grutas e abrigos inseridas a grande maioria no minério de ferro, canga, e uma pequena parcela em rocha máfica. O presente trabalho apresenta uma síntese dos levantamentos espeleológicos desenvolvidos na Serra dos Carajás, nas áreas conhecidas como Serra Sul e Serra Norte, localizadas na Floresta Nacional do Tapirapé-Aquirí, na porção oeste do município de Parauapebas.

Através do convênio firmado entre a CVRD e FCCM visando atender a Legislação de Proteção ao Patrimônio Cultural Nacional e Ambiental, através do decreto nº 99.556 de 01/10/1990; portaria IBAMA nº 887/90 de 15/06/1990 e resoluções do CONAMA, o estudo do patrimônio espeleológico visa a análise do impacto ambiental da atividade de mineração de ferro na Serra dos Carajás pela Companhia Vale do Rio Doce, nas cavidades naturais subterrâneas que se encontram nos platôs.

Este trabalho em área de mineração é necessário devido ao decreto, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional, que em seus artigos 2º e 3º, prevê:

Art. 2º - A utilização das cavidades naturais subterrâneas e de suas áreas de influência deve fazer-se consoante a legislação específica, e somente dentro de condições que assegurem sua integridade física e a manutenção do respectivo equilíbrio ecológico.

Parágrafo único - A área de influência de uma cavidade natural subterrânea há de ser definida por estudos técnicos específicos, obedecendo às peculiaridades e características de cada caso.

Art. 3º - É obrigatório a elaboração de estudo de impacto ambiental para as ações ou empreendimentos de qualquer natureza, ativos ou não, temporários ou permanentes, previstos em áreas de ocorrência de cavidades naturais subterrâneas ou de potencial espeleológico, os quais, de modo direto ou indireto, possam ser lesivos a essas cavidades, ficando sua realização, instalação e funcionamento condicionado á aprovação, pelo órgão ambiental competente, do respectivo relatório de impacto ambiental.

Parágrafo único - No que concerne às ações e empreendimentos já existentes, se ainda não efetivados os necessários estudo e relatório de impacto ambiental, devem estes ser realizados, em prazo a ser fixado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

O trabalho proposto tem por objetivo a prospecção e o levantamento topográfico das cavidades naturais naquela área. Para a realização deste projeto tomamos como base o termo de referência para elaboração de Estudos Espeleológicos vinculados ao EIA/RIMA, CECAV/IBAMA, 2004.

Além de atender a legislação é também nosso objetivo, ajudar na definição de uma área para

preservação das cavidades naturais, contribuindo assim para conservação deste fabuloso patrimônio espeleológico da Amazônia e do Brasil.

Localização da área de estudo

A Serra dos Carajás localiza-se integralmente no município de Parauapebas, no sudeste do estado do Pará. O acesso terrestre a Serra Sul é feito partindo da portaria na entrada da Floresta Nacional de Carajás, na sede do município, seguindo por 50 km em estrada asfaltada até a mina N4, dali seguir por mais 80km em estrada de terra, passando pelo acampamento de Águas Claras. O acampamento de Serra Sul, com estruturas das empresas: (Geosol, Geoexplore e Geoserv) está localizado no Corpo D. A Serra Norte está localizada a W do núcleo urbano de Carajás, cerca de 15 km, e seu acesso terrestre se dá a partir da portaria da Floresta, em Parauapebas, seguindo pela rodovia principal (Raymundo Mascarenhas) por aproximadamente 50 km até a portaria que dá acesso às áreas das minas de exploração da Companhia Vale do Rio doce. A partir deste ponto, encontram-se nas proximidades as minas de N4E, N4WS e N5S.

Características físicas de Carajás:

A Serra de Carajás localiza-se entre os rios Itacaiúnas e Parauapebas (5° 54' - 6° 33' S lat. e 49°53' - 50° 34'. W long). Caracteriza-se por uma série de serras descontínuas e morros, afastados por extensos vales. As principais elevações são a Serra Norte e Serra Sul. A Serra dos Carajás constitui-se de vários morros de minérios de ferro, emergentes acima da planura florestada com elevações de 600 a 800m. A uniformidade da altura dos platôs sugere que sejam remanescentes de uma antiga e extensa superfície de erosão. A formação de crosta de canga recobrando os platôs impediu o desenvolvimento da densa floresta pluvial, ocasionando espaços salientes, contrastando com a vegetação circundante. Escarpas abruptas circundam os platôs e as áreas situadas entre os mesmos constituem vales densamente revestido pela floresta, com igarapés profundamente encaixados. Em alguns locais existem lagos onde o concrecionamento ferruginoso revestiu áreas rebaixadas ou irregulares da superfície de aplainamento, a maioria mantida pelas variações de pluviosidade invernal (Tolbert *et al.*, 1968:253; 1971:985).

O clima em Carajás é tropical úmido nas áreas baixas revestidas pela floresta, mas nos platôs da Serra Norte há um período muito seco. A pluviosidade anual é elevada, com a média anual, em onze anos, de 2.236mm, variando de 382mm em março, o mês mais chuvoso, a 26mm, em agosto, o mais seco. Durante o dia, a temperatura eleva-se a

28°C e à noite ou ao amanhecer desce a 20°C nos platôs, sendo a temperatura média anual de 24°C, de acordo com os dados obtidos pela CVRD e também por Tolbert *et al.* (1971:986). A variação pluviométrica na região tem um fator importante para a ocorrência de formações vegetais do tipo densa de canga e campo natural, no topo da Serra (N1, N2, N3, N4, N5). (Cunha, *et al.*, 1985).

A Serra Norte faz parte do Planalto Dissecado do Sul do Pará e é constituída por platôs interligados com encostas íngremes e superfície levemente ondulada. Esta última é sustentada por uma espessa cobertura laterítica, desenvolvida sobre metalvulcanitos básicos e ácidos e formações ferríferas bandadas do Grupo Grão Pará (DOCEGEO, 1988), e por metarenitos e metapelitos da Formação Águas Claras. As altitudes desses platôs variam entre 650 e 700 m, havendo um desnível de 400 a 450 m em relação às áreas aplainadas circunvizinhas. Sobre as formações ferríferas o relevo é mais acidentado, ocorrendo localmente morros residuais com cotas acima de 750 m e alcançando, em alguns locais, mais de 800 m. A superfície da Serra Norte foi interpretada por Boaventura *et al.* (1974) como testemunho de um pediplano de idade pliocênica coincidindo, parte, com um pediplano cretáceo. No entanto, segundo Souza & Kotschoubey (1991), trata-se mais provavelmente da superfície Sul-Americana do Terciário Inferior, em parte retrabalhada durante o Neoceno, que foi reconhecida nos diferentes distritos bauxíticos da Amazônia Oriental (Truckenbrodt *et al.*, 1982).

A cobertura laterítica da Serra Norte sofreu uma evolução polifásica controlada principalmente por variações climáticas e envolvendo tanto processos de alteração “in situ” e a redistribuição subsequente de Al e Fe como períodos de retrabalhamento físico dos produtos do intemperismo (Kotschoubey & Lemos, 1985; Souza & Kotschoubey, 1991). Após a formação da cobertura laterítica, possivelmente a partir do início do Terciário Superior, a região toda foi submetida a um progressivo soerguimento, resultado de uma epirogênese descontínua, segundo Ab'Saber (1986). A conseqüente reativação dos processos erosivos levou ao desenvolvimento de uma densa rede de drenagem e à individualização dos platôs residuais conhecidos hoje.

A crosta laterítica exhibe atualmente expressivas feições de degradação e, em particular, marcantes feições pseudocársticas devido a processos de alteração mais recentes. Essas últimas consistem essencialmente em depressões doliniformes subcirculares, cavidades subterrâneas

e, nas bordas dos relevos tabulares, em numerosas cavernas. A evolução dessas feições pseudocársticas foi controlada pelo desenvolvimento de zonas de baixa densidade. Especificamente nas cavernas, a neoformação de oxi-hidróxidos, fosfatos e sulfatos de Fe e Al levou à geração de diferentes tipos de espeleotemas. Na Serra dos Carajás, a presença de abundantes feições pseudocársticas levou *Barbosa et al.* (1966) a interpretar aquela região como predominantemente calcária. A primeira menção de cavernas nessa região é, no entanto, devida a *Tolbert et al.* (1971). Em 1985, iniciou-se o cadastramento das inúmeras cavernas localizadas nas encostas dos platôs da Serra Norte concomitantemente com os levantamentos arqueológicos promovidos pelo Museu Paraense Emílio Goeldi com a participação do Grupo Espeleológico Paraense (*Pinheiro et al.*, 1985; *Pinheiro & Maurity*, 1988).

Materiais e Metodologia

Podemos diferenciar as atividades espeleológicas gerais em três ações principais: a prospecção sistemática, documentação e topografia das cavidades.

A - Prospecção Sistemática/Caminhamentos

Os caminhamentos diários foram feitos com subgrupos caminhando em linhas paralelas em distâncias de 15-20m um do outro, tendo mais atenção nas áreas com drenagens, bordas de platôs, desníveis, afloramentos rochosos e vegetação distinta dos arredores. Os caminhamentos foram todos feitos com uso de GPS Garmin V e foram plotados em mapa ao final de cada dia de trabalho. Os grupos mantinham comunicação visual ou através de apitos ou rádios. Nos terrenos de maior declividade ou com vários níveis de paredes paralelos, o grupo fez duas ou até seis linhas paralelas para que pudéssemos ter plena convicção de ter feito uma boa varredura. A equipe faz em média 7.6km de caminhamentos diários, houve dias em que os caminhamentos chegaram a 14,2km. O trabalho efetuado prospecta as várias escarpas, vales, desníveis e drenagens não só na linha de limite do platô como também no interior do mesmo.

Com o GPS, tomávamos um ponto inicial e a cada mudança de rota, cavidade natural ou algum local de referência, novo ponto era tomado. Ao final do dia, todos os pontos eram plotados em mapa 1:10.000 e passados para a planilha diária de caminhamentos.

Conforme orientação do CECAV/IBAMA documentamos as cavidades naturais com:

- 1- Qualquer proporção desde que apresente material arqueológico superficial ou probabilidade de ser sítio arqueológico.
- 2- Cavidade com boca de no mínimo 10m de largura, mesmo que tenha pequena profundidade.
- 3- Cavidade com profundidade mínima de 5m e altura do teto de pelo menos 0,5m.

Na realização dos trabalhos de campo toda a equipe usou macacões de mangas compridas, capacetes com iluminadores a baterias, luvas, perneiras, máscaras com filtro simples nas cavidades secas e máscaras de carbo-grafite com filtro para gases nas cavidades úmidas, com exalação de gases.

B - Documentação da cavidade natural

A documentação de cada cavidade constituiu-se em registrar todas as informações possíveis em ficha apropriada, e o GEM ao longo das atividades desenvolveu uma ficha, cujos itens a serem preenchidos são: CECAV N°, SBE N°, GEM N°, N° Sequencial, Tipo (caverna, gruta, clarabóia e abrigo), Município, Local, Estado, Coordenadas geográficas, Nome e Sigla do documento cartográfico, Acesso, Fonte de referência, Altitude, Água mais próxima, Fotografia, Croqui, Surgência/Ressurgência, Unidade Geomorfológica, Desenvolvimento, Desnível, Litologia, Espeleotemas/descrição e localização, Vestígios arqueológicos, Solo, Colônias de morcegos, Guano, Descrição da cavidade, Uso do solo no entorno, Uso do ambiente endógeno e intervenções realizadas, Equipe, Responsável pelo cadastro, Ficha preenchida por, Local/dia/mês e ano do preenchimento da ficha.

C - Topografia

A topografia das cavidades é iniciada a partir da entrada principal. A equipe de topografia, normalmente é formada por três espeleólogos: um desenhista, cuja função consiste na elaboração do desenho, onde devem constar às bases topográficas, os contornos dos salões, condutos e as principais características da cavidade (espeleotemas, drenagens, entradas, clarabóias, etc.); um anotador, responsável pela leitura dos dados relativos ao azimute e inclinação entre as bases topográficas que anota em caderneta manual os dados de cada visada, além das características de cada base, com as medidas de alturas e das laterais relativas às paredes da galeria ou salão; um ponta de trena, que tem a função de marcar os pontos e medir a distância entre eles, o mesmo também é responsável pela exploração prévia da cavidade.

Nas cavidades menores trabalhamos com método de radiação. Em todas as cavidades fizemos

as plantas baixas e pelo menos uma secção vertical de perfil.

A topografia da cavidade é elaborada com a marcação de bases topográficas fixas e flutuantes interligadas por visadas (azimutes) seguindo a configuração da cavidade. Sobre a mesma são localadas as entradas, clarabóias, drenagens, espeleotemas, vestígios arqueológicos, etc. A produção final do croqui consiste na leitura das distâncias e azimutes, lançados em folha de papel milimetrado como também as bases topográficas e as visadas. Os dados do desenho elaborado no campo são inseridos especificando a forma, contorno e detalhes da cavidade, que em seguida é transferido para uma folha de papel vegetal, escaneados e trabalhados no programa corel draw 12.

A topografia em cavidades naturais com interferência magnética é realizada com o auxílio de um transferidor de 360°, que é utilizado em bases topográficas fixas a partir de visadas obtidas com a bússola, sempre pegando contra o azimute (rê).

A produção da seção vertical é obtida com medidas de desníveis e altura do teto em relação ao plano horizontal, que ocorre da seguinte forma: nivela-se uma trena no local da seção, e a cada metro (existe algumas exceções) mede-se a profundidade e a altura que resulta na produção da seção. O cálculo do desenvolvimento da cavidade corresponde à soma dos comprimentos de todos os condutos nela existentes. Os instrumentos utilizados no decorrer das atividades de topografia são: bússola brunton, clinômetro, trena de 50m em nylon, caderneta topográfica, trena laser classic tools 50m/ Leica disto A5.

O grau de precisão do nosso mapeamento de cavernas, segundo o método BCRA é o grau 3D, porém uma pequena parcela de cavidades naturais da Serra Norte possuem mapeamento no grau 5D, elaborados por integrantes do Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, de Minas Gerais.

Ao todo estiveram envolvidos neste projeto trinta técnicos do Grupo Espeleológico de Marabá e da Fundação Casa da Cultura de Marabá.

Resultados e Discussões

Em um período inferior a três anos de trabalhos na região da Serra dos Carajás, superamos quatro centenas de cavidades documentadas, sendo que em Serra Sul, concluímos os levantamentos, com um total de 233 cavidades, distribuídas em: 24 cavernas, 67 grutas e 142 abrigos, enquanto que até o momento na Serra Norte, foram concluídos os levantamentos nas minas de N45, N5S e N4WS, que

perfazem um total de 199 cavidades (28 cavernas, 51 grutas e 120 abrigos).

No decorrer das atividades na Serra Sul, descobrimos duas cavidades naturais subterrâneas, na forma de clarabóia, sendo impossível sua exploração devido à pequena entrada, provavelmente as cavidades há algumas décadas atrás eram completamente oclusas. A relevância deste trabalho pode ser observada principalmente em virtude da litologia das cavidades serem pouca conhecida pela comunidade espeleológica, e que a partir deste, estudos mais específicos serão realizados por outras equipes de profissionais nas áreas de Bioespeleologia, Espeleotopografia, Geoespeleologia e Arqueologia.

Meio Ambiente

Na área trabalhada identificamos seis ecossistemas distintos:

- A. Floresta Ombrófila Densa Submontana (Floresta Densa).
- B. Floresta Ombrófila Aberta Submontana (Floresta de Encosta)
- C. Floresta Estacional Decidual Submontana (Floresta Decídua)
- D. Floresta Galeria
- E. Savana Metalófila
- F. Vegetação Lacustre e Campos Alagados

Fauna Cavernícola

O ambiente subterrâneo compreende o conjunto de espaços interconectados do subsolo, com tamanhos variados, mantidos na ausência permanente de luz, com temperatura tendendo a constante (próxima da temperatura média anual da superfície) e com umidade relativa do ar geralmente alta, próxima da saturação. Dentre as características deste ambiente estável, a condição da ausência de luz pode ser considerada a mais marcante, pois influencia direta e indiretamente não apenas o tipo de comunidade presente, mas também as particularidades ecológicas e evolutivas dessas populações. Não são todos os organismos que conseguem o meio subterrâneo. Animais que no meio externo (epígeo) apresentam uma série de características como dieta generalista, baixo metabolismo e, mais importante, a capacidade de se orientar no escuro através de outro sentido que não o visual, tem maior chance de estabelecer populações no meio cavernícola. Essas características morfológicas, fisiológicas e mesmo comportamentais, que surgem em linhagens ancestrais no meio epígeo e que proporcionam a colonização e a permanência no meio das cavernas (hipógeo) são conhecidas como pré-adaptações. São

considerados cavernícolas os organismos que passam pelo menos uma parte do seu ciclo de vida no ambiente subterrâneo, apresentando uma relação direta com esse meio. De acordo com a relação com o ambiente subterrâneo, podem ser agrupados em três categorias ecológico-evolutivas:

Os **trogloxenos** passam parte de sua vida em cavernas, mas devem retornar regulamente à superfície para completar seu ciclo. Nesta categoria se encaixam, por exemplo, os morcegos, que utilizam cavernas como abrigo e saem periodicamente para se alimentar.

Os **troglófilos** possuem populações tanto fora quanto no interior das cavernas, que podem completar seu ciclo em um ambiente ou passar de um para outro. Diversos organismos pertencem a essa categoria, como besouros e grilos.

Os **troglobios** são restritos aos ambientes cavernícolas, onde completam todo o seu ciclo de vida. Embora o critério utilizado para a definição desta categoria seja geográfico (ausência em outros ambientes) sua aplicação é difícil, particularmente em regiões tropicais, onde a fauna de invertebrados fora das cavernas é pouca conhecida. Assim, muitas vezes utiliza-se a presença de modificações típicas, como redução dos olhos/pigmentação e o aumento do tamanho/números de estruturas sensoriais que não a visão como critério para definir se uma população é troglóbia. Essas modificações surgiram após a colonização e subsequente isolamento no ambiente cavernícola. Ocorrem no Brasil diversos grupos de invertebrados nesta categoria, como moluscos, gastrópodes, pseudoscorpídeos, aranhas, opiliões, besouros, diplópodes (piolhos-de-cobra), e crustáceos, além de peixes (Trajano & Andrade, 2005).

Os levantamentos preliminares de fauna cavernícola em Carajás apresentam trogloxenos e troglófilos, já que as cavidades são de médio e pequeno porte, limitando assim a existência de troglóbios. De um modo geral as cavidades não apresentam grande diversidade faunística. Identificamos pelo menos seis espécies de Quirópteros (*Desmodus rotundus*, *Furipterus horrens*, *Cornura brevirostris*, *Pteronotus parnellii* e *Phyllostomus sp*) sendo que em apenas treze cavidades há grandes colônias. Pelo menos duas espécies de ratos habitam algumas das cavidades e *Monodelphis doméstica* foi identificado em uma cavidade. Outros sete mamíferos observados nas cavidades, apenas as usam esporadicamente (anta, capivara, cutia, gato do mato, onça parda, paca e porco do mato). Apenas uma ave foi observada na boca de cavidade: Urubu: *Cathartes burrovianus*. Uma espécie de lagarto (*Plica sp*) foi observada e

uma única espécie de Quelônio (*Chelanoidis denticulata*). Quanto aos anfíbios pelo menos quatro espécies foram observadas no interior de várias cavidades. Ainda identificamos os seguintes grupos de entomofauna, a maioria, pertencentes aos seguintes grupos: Gastropada, Diplopoda, Aracnida (Araneae, Opiliones, Acarina e Amblypygi), Coleóptera (Carabidae), Díptera (Tabanidae, Tipulidae, Simuliidae, Drosophilidae, Culicidae e Phlebothominae), Heteroptera (Reduviidae e Gerridae), Hymenoptera (Formicidae, Vespidae, Meliponidae e Pompiliidae), Isoptera, Lepidoptera (Heterocera e Hesperiiidae), Orthoptera (Phalangopsidae, Tetigoniidae), Blatariál (Blatidae), Neuroptera (Myrmeleontidae).

Arqueologia

De todos os sítios arqueológicos levantados até 1995 em Carajás, a Gruta do Gavião revelou-se uma descoberta arqueológica de enorme importância, pelo fato de evidenciar uma ocupação humana de grupos de caçadores-coletores pré-ceramistas, na ocasião pouco conhecidos na Amazônia. Com o tempo, os ribeirinhos de Carajás viriam a oferecer uma nova teoria sobre a presença do homem na Amazônia, ajudando a destruir antigos preconceitos sobre os nativos da região, fortemente arraigados na sociedade brasileira.

Como resultado da importância das descobertas feitas em Carajás, um novo Projeto de Pesquisa Arqueológica teve início em 1993. Durante as pesquisas de campo em agosto do mesmo ano, foram localizados e prospectados, no N1, mais de dez grutas e abrigos-sob-rocha, todos com vestígios arqueológicos antigüíssimas sociedades de caçadores-coletores pré-ceramistas.

A descoberta da Gruta Gavião, com a ocorrência de cerâmica na superfície e em todos os níveis arqueológicos, das lascas e artefatos líticos, revelou o primeiro sítio pré-cerâmico da Amazônia cujo contexto, às quais se atribuíram classificação e idades relativas. A partir da Gruta do Gavião ficou evidenciado que culturas paleolíticas na Amazônia brasileira não só eram possíveis, como também poderiam ser pesquisadas.

O material lítico se caracteriza pela grande quantidade de núcleos, lascas e microlascas de quartzo hiliano, citrino, opala e ametista. Além das lascas, foram encontrados outros artefatos feitos das mesmas matérias-primas: foleáceas, raspadores e furadores. Ocorrem ainda “quebra coquinhos” e percutores em granito, arenito e canga. Com exceção da canga, nenhuma destas matérias-primas poderia ser encontrada num raio de menos de vinte quilômetros.

Com a coleta de diversas amostras obtivemos, através da análise do C.14, algumas datações absolutas da ocupação humana na gruta. A mais antiga atingiu 8.140 ± 130 AP e a mais recente 2.900 ± 90 AP. Ou seja: a Gruta do Gavião foi ocupada há mais de oito mil anos atrás, e esta presença humana se estendeu por mais de cinco mil anos.

Estas datações confirmam que a ocupação humana da região de Carajás é uma das mais antigas da Amazônia. Apesar desta antiguidade, tal como a cultura material lítica parece indicar, a presença do Homem em Carajás não é pleistocência, e sim correspondente a mais ou menos ao fim desta época, e ao início do Holoceno (*Magalhães, 1994*).

Entre as cavidades naturais que documentamos, em 60 detectamos vestígios arqueológicos na superfície (artefatos líticos, fragmentos de artefatos líticos e cerâmicos, etc.), o que caracterizará a grande maioria como sítios arqueológicos.

Espeleotemas

A Serra Norte, como as outras áreas da Serra dos Carajás (Serra Sul, Serra Leste, etc.), comporta uma cobertura laterítica reliquiar que exhibe feições de degradações pseudocársticas resultando da evolução mais recente do quadro supergênico. Estudadas em detalhe no platô NI da Serra Norte, essas feições revelaram que a couraça laterítica sofreu, em superfície, uma intensa pseudopisolitização, enquanto que, dentro dela, desenvolveram sistemas complexos e anastomosados de túbulos e fissuras sob efeito de periódica dissolução do ferro e remoção dos produtos aluminosos ao longo desses condutos. A mobilização de Fe e Al permitiu a sua transferência lateral e, sobretudo “per descensum”, seguida por sua reprecipitação e formação de cutanes e de acumulações pseudo-oolíticas.

Na interface crosta/saprólito ou eventualmente na própria crosta, sob efeito conjunto de fluxos laterais de águas subterrâneas e das soluções percolantes enriquecidas em ferro e/ou alumínio, individualizaram-se zonas de baixa densidade. Estas zonas, marcadas por estruturas de tipo “box work” ou celulares e apresentando alta porosidade e permeabilidade, permitiram a geração de feições pseudocársticas. Assim, depressões doliniformes formaram-se e nos locais onde zonas

de baixa densidade cederam sob a pressão da crosta. Por outro lado, cavernas puderam se desenvolver lá onde a crosta, permanecendo estável, tornou possível a evolução das zonas de baixa densidade para cavidades maiores através da dissolução de minerais, da remoção de produtos sólidos por águas de escorrimento e do abatimento de blocos do teto.

Espeleotemas consistindo em revestimentos de pisos, blocos abatidos, paredes e tetos, produtos preenchendo fendas e fraturas, e raras eflorescências encontram-se nas grutas investigadas. Além de depósitos, geralmente delgados e pouco abundantes de goethita, hematita e gibbsita, destacam-se espeleotemas compostos de fosfatos e de sulfatos. Os primeiros consistem essencialmente em fosfatos de ferro (estregita e fosfossiderita) e, muito subordinadamente, em fosfatos de ferro e alumínio (leucofosfita e Al-estregita ou barrandita). Formam revestimentos de pisos, blocos, raramente de paredes bem como o cimento de paleopavimentos. Observa-se que estes produtos podem também resultar da fosfatização da laterita, isto é, da substituição metassomática dos oxí-hidróxidos de ferro (e alumínio) originais. Os sulfatos são menos abundantes porém bastante diversificados. Trata-se basicamente de sulfatos de alumínio (basaluminita e meta-aluminita), de alumínio e potássio (alunita) e de cálcio (gipsita). Estes minerais formam revestimentos de pisos, paredes e tetos bem como eflorescências.

No que diz respeito à gênese, tanto dos fosfatos como dos sulfatos, a fonte do ferro e do alumínio foi obviamente o meio laterítico. Acredita-se, no entanto, que fósforo, enxofre, potássio e cálcio foram fornecidos por excrementos de morcegos que, como hoje em dia, habitavam as cavernas. Depósitos bastante espessos de guano decomposto foram, com efeito, encontrados em várias grutas, muitas vezes próximos aos espeleotemas. Os baixos teores dos citados elementos na cobertura laterítica e a ausência de outra alternativa plausível apóiam a idéia de uma origem coprogênica para os espeleotemas de fosfatos e de sulfatos. A presença de depósitos de consistência gelatinosa, em superfícies de escorrimento de águas sugere que pelo menos espeleotemas de oxí-hidróxidos e de fosfatos estão se desenvolvendo atualmente (*Maurity & Kotschobey, 1995*).

Bibliografia:

AB'SABER, A. N. Geomorfologia da região. In: ALMEIDA iR., J. M. G. (org). Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo, Brasiliense. cap. 5, p. 88-124. 1986



- ATZINGEN, N. – Espeleologia, Relatórios das 1.^a e 2.^a Etapas de Campo em Carajás - Serra Sul/ Corpo D, 2004. Marabá, outubro de 2004 e Janeiro de 2005 (Inéditos).
- ATZINGEN, N. – Prospecção e levantamentos Espeleométricos de Cavidade naturais no Níquel do Vermelho – Canaã dos Carajás/PA. Marabá, fevereiro de 2005 (inédito).
- BARBOSA, O.; et al. Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do “Projeto Araguaia“. MME DNPM. 95p. (Monografia 19). 1996
- CECAV/IBAMA, Termo de referência para elaboração de Estudos Espeleológicos vinculados ao EIA/RIMA, 2004.
- CUNHA, O. R. et al – Os répteis da área de Carajás – Pará-Brasil . Publ. Avulsas do Museu Paraense Emílio Goeldi. N° 40, 1985
- DOCEGEO. Revisão lito-estratigráfica da Província Mineral de Carajás. CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 35. Anais. Belém, SBG: 10-54. Anexo, 1988
- KOTSCHOUBEY, B. & LEMOS, V.P. Considerações sobre a origem e gênese das bauxitas da Serra dos Carajás. SIMPÓSIO GEOLOGIA AMAZÔNIA, 2. Anais. Belém, SBG/NN, 3:48-61, 1985.
- PINHEIRO, R.V.L. & MAURITY, C.W. As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás Brasil. CONGRESSO ESPELEOLÓGICO AMÉRICA LATINA/ CARIBE, 1. Anais. Belo Horizonte, SBE: 179-186, 1988.
- PINHEIRO, R. V. L, et all; Considerações preliminares sobre a espeleologia da Serra dos Carajás (PA): Relatório do Grupo Espeleológico Paraense - GEP. 138p, 1985.
- SILVA, A.S.L. *A flora rupestre de Carajás*. Bol. Mus. Paraense Emílio Goeldi -Série Botânica- 9(1) 1993.
- SOUZA, C.I.J. & KOTSCHOUBEY, B. Alguns aspectos micromorfológicos e gênese da cobertura residual sobre as rochas sedimentares da Serra dos Carajás - PA. SIMPÓSIO GEOLOGIA AMAZÔNIA, 3, Anais. Belém, SBG/NN. 1:569-583, 1991.
- TOLBERT, G. E.; et all C.B. The recently discovered Serra dos Carajás iron deposits, northern Brazil. *Econom. Geol.* 66(7): 985-994, 1971.
- TRUCKENBRODT, W.; KOTSCHOUBEY, B.; GÔES, A. M. Considerações a respeito da idade das bauxitas na parte leste da região amazônica. SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 1. Anais. Belém, SBG/NN, 1:201-207, 1992.