

Tambo 903275

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
Secretaria de Minas e Metalurgia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais



CPRM - Serviço Geológico do Brasil



RELATÓRIO TÉCNICO FINAL
GRUTA DEL PALÁCIO
FLORES - URUGUAY



Telmo Luiz das Neves Rodrigues - SUREG/PA
Paulo Fernando Pereira Pessoa - SUREG/BH

MAIO/97

Agradecimientos

Os autores agradecem ao Exmo. Sr. Professor Antonio Guerra Caraballo, Vice Ministro de Educación y Cultura de Uruguay; ao Lic. Kimal Amir, Assessor do Sr. Vice Ministro; à Professora Ana Maria Renna Valdéz, Assessora en Cooperación Externa del MEC; à Professora Alicia Durán Coirolo, Coordinadora para *el* Desarrollo de la Arqueología *del* MEC; à Lic. Elianne Martínez, del Dep. de Arqueología del MEC; ao Sr. Juan Carlos Fernández, Assessor del Sr. Ministro del MEC. Ao Dr. Carlos Gomez Rifas e a Lic. Geografa Vilma Maria Dáudy, de Ministério de Indústria y Energia, DINAMIGE.

Ao Ilmo. Sr. Intendente Municipal de Flores, Carlos A. Mazzulo Gaitán; ao Escrivão da Intendencia de Flores, Sr. Atilio Jorge Grezzi Listrur; à Sra. Maria Cristina Pérez Rossi, Diretora del Turismo da Intendencia de Flores. À Junta Parlamentar de Flores. Ao Sr. Mario Magallanez e ao Professor José Aldecon, de la Comisión del Patrimônio Artístico, Histórico y Cultural de la Nación en el Departamento de Flores.

Os autores agradecem ainda, ao Serviço Geológico do Brasil -CPRM, pelo empenho em disponibilizá-los para colaborar com o diagnóstico sobre a *Gruta del Palacio*. Em especial, ao Diretor Presidente da CPRM, Dr. Carlos Oiti Berbert e demais titulares da Diretoria Executiva; ao Dr. Samir Nahass, chefe da Assessoria para Assuntos Internacionais - ASSUNI; e aos Superintendentes Regionais de Porto Alegre, Sr. Cladis Antônio Presotto, e de Belo Horizonte, Sr. Osvaldo Castanheira.

ABSTRACT

A geological and speleological survey was performed to evaluate the main attributes of the Gruta del Palacio cave and here are presented some important aspects about its particularities with respect to the original and singular occurrence of the conspicuous rock formed by the iron supergenic alteration which was derived from the sandy formation called Asencio - Upper Cretaceous.

CAPA - Entrada da Gruta del Palacio (Alejandro Olmos 1993)

ABSTRACT

A geological and speleological survey was performed to evaluate the main attributes of the Gruta del Palacio cave and here are presented some important aspects about its particularities with respect to the original and singular occurrence of the conspicuous rock formed by the iron supergenic alteration which was derived from the sandy formation called Asencio - Upper Cretaceous.

CAPA - Entrada da Gruta del Palacio (Alejandro Olmos 1993)

I - INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação feita pelo Ministério de Educação e Cultura do Uruguai à CPRM - Serviço Geológico do Brasil, foi realizada visita técnica àquele país, pelos geólogos senior Telmo Luis das Neves Rodrigues e mestre Paulo Fernando Pereira Pessoa, no período de 27.04.97 a 02.05.97, com o objetivo de elaborar um diagnóstico geológico, espeleológico e hidrogeológico sobre a *Gruta del Palacio*.

A primeira fase de reconhecimento da área de estudo destinou-se à elaboração de um documento preliminar, versando sobre as principais características geológicas e espeleológicas do maciço onde se situa a *Gruta del Palacio*. Nesse contexto, direcionou-se a abordagem técnica de forma a permitir o entendimento dos processos morfogenéticos responsáveis pelo desenvolvimento das feições estruturais, sedimentológicas, hidrogeológicas e supergênicas, atualmente perceptíveis em todo o corpo rochoso.

De acordo com as observações referentes a dois dias de visita ao local, foi possível verificar algumas particularidades de tal ambiente, que em sua maioria, mostravam-se concordantes às descrições anteriormente elaboradas por técnicos que estudaram a área. Contudo, há de se ressaltar que certos pontos levantados não puderam ser comprovados, merecendo maior detalhamento posterior através de prospecção dirigida ao enfoque de atributos específicos, relacionados à bioespeleologia, à hidrogeologia e à arqueologia. Esses tópicos são tratados nos capítulos seguintes, de forma a consubstanciar a análise preliminar, estando aqui apresentada e ampliada, conforme as necessidades de inclusão de novos dados e esclarecimentos a respeito da investigação realizada.

Quanto a seus próprios valores paisagísticos, culturais e científicos, a *Gruta del Palacio* está enquadrada em um modelo de conservação como monumento natural, devendo, através de critérios específicos de ordenação do uso e ocupação do ambiente ao qual se insere, fazer parte de um programa de gestão para circuitos turísticos, capaz de manter suas características físicas e de seu entorno, que visem o aproveitamento sócio-econômico da região de forma compatível com os vetores de expansão dos centros urbanos e das estâncias que ali se desenvolvem (*Proyecto Eco-Turístico , Caverna Gruta del Palacio, Departamento de Flores , 1995*). A *Gruta del Palacio* constitui-se em um Monumento Geológico inserido em um contexto arqueológico, o

qual registra a maior concentração pictográfica do Uruguai, conformada por sete sítios e treze murais (CONSENS 1981).

A *Gruta del Palacio* é formada por arenitos do Cretáceo Superior, pertencentes à Formação Asencio, Membro Palacio, cujos processos de intemperismo (laterização) desenvolveram caprichosa arquitetura, caracterizada por colunas polimórficas cimentadas por oxi-hidróxido de ferro, alinhadas segundo 115°, formando um pórtico exposto entre 40 e 50 metros de comprimento por 3 metros de altura média (foto 01).

II - OBJETIVOS

Este estudo objetiva apresentar, em função das observações coletadas *in loco*, e também através dos dados obtidos nos documentos existentes, um diagnóstico dos principais atributos que concorrem para o estabelecimento de premissas básicas, dirigidas ao enquadramento da referida gruta em uma categoria de suma relevância no cenário geológico regional, nacional e internacional, como Patrimônio da Humanidade diante à UNESCO.

A Gruta del Palacio localiza-se em terrenos pertencentes à Intendência Municipal do Departamento de Flores, Uruguai. Dista aproximadamente 46 km da cidade de Trinidad, capital departamental, e 230 km de Montevideú, capital da República Oriental do Uruguai. O acesso ao local, desde Trinidad, é feito no quilômetro 230 da *Ruta* nº 3, pelo traçado antigo, percorrendo-se cerca de 700 metros por caminho aberto em área reflorestada (Figura 01).

O conhecimento sobre a geologia e a espeleologia da Gruta del Palacio foi adquirido através de pesquisa bibliográfica realizada com base em diversos trabalhos existentes, remetidos pelo *Ministerio de Educacion y Cultura de Uruguay* ao Serviço Geológico do Brasil. Prosseguiu-se com pesquisa bibliográfica complementar, realizada em Montevideú, na sede do MEC, e enriquecida pelo relato de especialistas uruguaios desse Ministério; da DINAMIGE, vinculada ao *Ministerio de Industria y Energia, Uruguay*, e da *Comisión del Patrimonio Artístico, Histórico y Cultural de la Nación*. Culminou com a visita para estudos à *Gruta del Palacio*, realizada nos dias 29 e 30 de abril, que permitiu, pela observação direta do objeto geológico, a formação de opinião, aqui relatada.

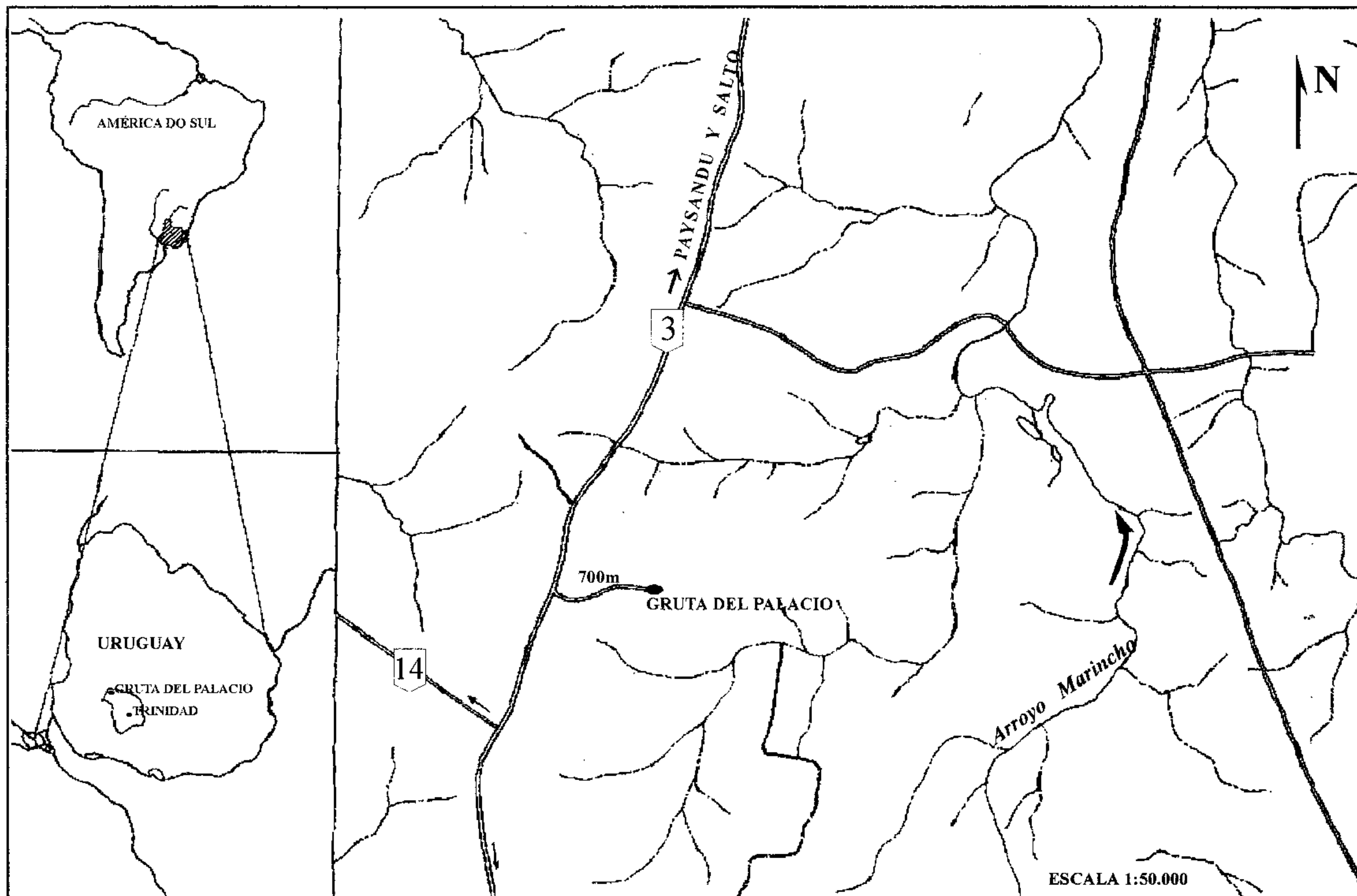


Figura 01 - Mapa de Localização da Área de Estudo

III - CONTEXTO GEOLÓGICO - GEOMORFOLÓGICO REGIONAL

Quanto ao contexto geomorfológico, a área na qual se encontra a *Gruta del Palacio*, situa-se na região Centro Sul do Uruguai, caracterizada por uma topografia bastante arrasada, muito suavemente ondulada, com pequenas cochilhas de formatos arredondados.

Ocorrem, predominantemente, metamorfitos profundos com intercalações graníticas do Complexo Basal, pertencentes ao Escudo Brasileiro, de idade precambriana superior. Sobre estas rochas cristalinas assentam, discordantemente, sedimentos mesozóicos do Cretáceo Superior e do Cenozóico (Figura 02).

A partir do Cretáceo Superior o desenvolvimento de tectônica de direção NW favoreceu a renovação da subsidência e a instalação de uma nova área de sedimentação detrítica em ambientes continentais sob condições climáticas áridas. Neste contexto, estão depositadas as formações Guichon, Mercedes e Asencio, totalizando uma espessura da ordem de 250 metros de sedimentos predominantemente clásticos arenosos, e com alguns calcários arenosos no topo do pacote. A Formação Asencio, de interesse neste trabalho, repousa em contato não bem definido sobre a Formação Mercedes e, discordantemente, sobre as rochas do embasamento cristalino. No topo, está coberta discordantemente por sedimentos cenozóicos. Apresenta uma espessura registrada que varia de 10 metros a 32 metros. Contém ossos, ovos de dinossauros e ninhos de insetos fossilizados (Olmos 1993). É subdividida em três membros, sendo da base para o topo:

- Membro Yapeyú, constituído por arenitos finos a médios, com areia grossa e cascalho dispersos, feldspáticos, de grãos subangulares a subarredondados, seleção regular, matriz argilosa e calcífera, maciços, de cores rosada pálida a branca;
- Membro Palacio, representado por arenitos finos a médios, com escassa areia grossa disseminada, com grãos subangulares a subarredondados, seleção regular, matriz argilosa ferruginizada e/ou silicificada, maciços, de cor avermelhada. Excepcionalmente, e em função de seus contatos com rochas do embasamento, desenvolvem-se níveis rudáceos de matriz calcífera, em parte feruginizada;
- Membro Algorta, formado por níveis de calcários, calcários arenosos e calcários silicificados, depositados em bancos lenticulares de possança variável.



Figura 02 - Contexto Geológico da região Centro Sul do Uruguay.

LEGENDA DO MAPA GEOLÓGICO

CENOZOICO

QUATERNÁRIO - PLEISTOCENO

Q_I Formación Libertad. Loditas, Loess y Fangolitas. Continental predesértica.

Q_i Arenas Indiferenciadas.

TERCIARIO - OLIGOCENO

T_{fb} Formación Frey Bentos. Areniscas e Loess; Loditas, Fangolitas y Brechoides. Continental predesértica.

MESOZOICO

CRETACICO SUPERIOR

K_{sa} Formación Asencio. Areniscas Finas, Masivas, com ferrificacion y silicificacion secundaria. Continental desértica.

K_{sm} Formación Mercedes. Areniscas medias a conglomerádicas, silicificadas, estratificación cruzada. Intercalaciones de lutitas y calizas. Continental fluvio torrencial.

CRETACICO INFERIOR

K_{lar} Formación Arapey. Lavas tipo basaltos toleiticos. Intercalaciones de areniscas eólicas.

PALEOZOICO

CARBÓNICO - PÉRMICO

CP_{sg} Formación San Gregorio. Limolitas, Fangolitas, Lutitas varvicas y Tilitas. Intercalaciones de conglomeradas e areniscas. Continental fluvio-torrencial y glacial.

DEVÓNICO INFERIOR

D_{ice} Formación Cerrezuelo. Mb. Sup. Areniscas finas y medias, masivas. Estratificacion cruzada. Mb. Inf. Areniscas Gravillosas a conglomerádicas. Estratificacion cruzada. Continental fluvial.

PROTEROZOICO

PRECAMBRICO MEDIO

p ∈ C_y Granitoides Tardipostectónicos. Microgranodioritos (gd) e dioritas (g).

p ∈ C_{cb} Complejo Basal. Neisses y Anfibolitas. Ortoneisses, Cuarzitas, Leptinitas y Esquistos. Migmatitas. Intercalaciones graníticas. Facies granulitas.

p ∈ C_G Granitos Indiferenciados. Granitos calco alcalinos, leucogranitos, granodioritas, metagranitos y granitos orientados.

p ∈ C_O Anfibolitas granonematoblásticas (Unidad Berrondo).

IV- CONTEXTO GEOLÓGICO LOCAL

Na região de Porongos, onde se situa a Gruta del Palacio, os arenitos da Formação Asencio, Membro Palacio, aparentemente repousam sobre rochas do embasamento cristalino. São quartzosos, de grãos hialinos, finos a médios, mal selecionados, subangulares, de baixa esfericidade, com raros grãos grosseiros, subarredondados e subesféricos dispersos. A matriz é argilosa avermelhada a acinzentada constituindo entre 5 - 10% da rocha.

Esses arenitos, quando estão formando as colunas, são aparentemente maciços, bastante ferruginizados, de cor ocre escura e estrutura concrecionária, produzidas por processos secundários, seguida de desagregação. Quando está ocupando o espaço intercolunas o arenito aparentemente, tem maior percentagem de matriz, aspecto lixiviado e cor acinzentada a levemente rosada, contendo manchas irregulares, ferruginizadas, esparsas, de cor vermelha intensa.

É notável o sistema de fraturas sub-horizontais de descompressão das colunas, que aparentemente se superimpõem ao acamamento totalmente obliterado (fotos 02 e 03).

Os arenitos que ocupam, supostamente, a porção superior do Membro Palacio, como se pode ver nos bancos que formam o teto da caverna (fotos 04 e 05), estão arrançados em grandes lentes, com um comprimento de até 30 metros, espessura máxima de 1,5 metros e mínima de 0,10 metros. Suas lentes se sobrepõem, compensando-se e não possuem material lamoso interposto. Em seu conjunto delineiam uma estratificação planoparalela a de baixo ângulo. Internamente as camadas de arenito não apresentam quaisquer estruturas primárias preservadas.

Na área da Gruta del Palacio existe um sistema principal de fraturas verticais, segundo o azimute de 320° e 115°, afastadas cerca de 1,0 - 2,0 metros. Estas fraturas têm permitido a passagem de águas meteóricas e são também o caminho preferencial para as raízes de árvores de porte, que contribuem para seu alargamento e o conseqüente desmantelamento da frente não sustentada da caverna.

V - CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA GRUTA DEL PALACIO

O Monumento Geológico denominado *Gruta del Palacio* é caracterizado por uma série de colunas polimórficas, em parte soldadas e constituídas por arenitos ferruginizados, que sustentam um teto em formato de abóbada semigótica (foto 06). Na frente da caverna, as colunas estão alinhadas segundo o azimute de 115°, formando um pórtico que se expõe entre 40 e 50 metros de extensão e uma altura média de 3 metros.

O teto da caverna é formado inicialmente por uma camada com cerca de 5 a 10 centímetros de espessura, de textura fina, constituída de abundante oxi-hidróxido de ferro, que reveste externamente e suporta toda a abóbada (foto 07). Sobre ela ocorre arenito vermelho muito ferruginizado, duro, que na superfície do terreno apresenta-se com aspecto ruiforme. Ambas as camadas formam o que comumente se denomina de canga ferruginosa ou canga laterítica apresentando uma espessura de até 1,5 metros na área exposta .

As colunas ferruginizadas apresentam-se com uma seção quase circular a raramente elíptica e espaçamento bastante variável (foto 08). Em cortes transversais evidenciam uma estruturação esferulítica, geralmente concêntrica; em parte apresentam uma estrutura mosqueada sugerindo pseudo boxworks, tendo algumas vezes o seu centro formado por material não ferruginizado e igualmente arenoso, embora mais argilosos (foto 09).

VI - INTEMPERISMO

Intemperismo é um termo geral que compreende todas as transformações físicas e químicas efetuadas por agentes da superfície ou próximo da superfície (água, ar, biota) em rochas expostas.

Após a deposição da Formação Asencio, Membro Palacio, em um tempo ainda não conhecido, mas possivelmente do Terciário Inferior, prevaleceram condições particulares de evolução que permitiram a instalação de processos de intemperismo condicionantes do desenvolvimento de um perfil laterítico que se pode considerar imaturo.

As reações do intemperismo estão sujeitas às mesmas leis básicas do equilíbrio químico, como em quaisquer outras reações químicas. O número de rochas e minerais geralmente encontrados

no campo é bem pequeno. Enquanto o número total de componentes químicos nas rochas comumente pode ultrapassar a trinta ou quarenta, o intemperismo é controlado por reações que envolvem apenas um pequeno número de oito componentes : oxigênio, silício, alumínio, ferro, manganês, cálcio, sódio e potássio, que compõem 98,6% da crosta terrestre em peso (HURST 1975).

As águas meteóricas contém dissolvidos nitrogênio, oxigênio, gás carbônico e traços de outras substâncias como amônia, ácido nítrico, ácido sulfúrico, cloretos, sulfetos etc, que facilitam o ataque aos minerais constituintes das rochas. O movimento das águas subterrâneas e a mobilidade iônica são os principais agentes do intemperismo (redução de tamanho e transformação química), removendo os constituintes mais solúveis e auxiliando a recristalização de constituintes latentes em minerais secundários mais estáveis ao ambiente de intemperismo. Os fatores que influenciam nas reações químicas e lixiviação pela água são os que determinam a razão (ritmo) de intemperismo e as características dos produtos secundários que são obtidos. A formação de solos é uma das maiores conseqüências do intemperismo.

Minerais expostos a condições atmosféricas pela primeira vez, especialmente aqueles de rochas ígneas e metamórficas, tendem a mudar para novas fases mais estáveis ao intemperismo do ambiente. O ponto de novo equilíbrio é determinado pela razão das reações, do tempo durante o qual prevaleceram determinadas condições, da concentração dos reagentes e de seus produtos, e da mobilidade dos vários constituintes (razões de difusão e solubilidade).

Os diferentes tipos de perfis de intemperismo se relacionam diretamente com o clima, temperatura, precipitação e razão de precipitação para evaporação, variações sazonais no tempo e topografia. Flora e fauna são importantes; seus tipos e extensão da interação com os materiais do intemperismo dependem muito do clima e da topografia.

A acidez das águas de percolação influencia grandemente a razão e os produtos do intemperismo. A lixiviação acentuada por águas ácidas pode remover a maioria do ferro e formar um produto de alteração *in situ* (saprólito) de coloração clara. A lixiviação por águas moderadamente básicas faz com que a maioria da sílica seja removida, deixando um resíduo enriquecido em ferro e alumínio.

A razão de intemperismo depende da composição geral da rocha, da sua mineralogia, textura e condições de sua exposição ao ar livre. Em regiões tropicais é consideravelmente mais rápida do que em outras regiões. Uma rocha porosa ou com muitas fraturas permite fácil penetração dos agentes de intemperismo. As rochas contendo sulfetos de ferro disseminados são intemperizadas mais rapidamente devido à geração de ácido sulfúrico, à medida que os sulfetos se decompõem, e ao ataque do ácido a outros minerais.

VII - LATERITAS

Lateritas são rochas superficiais de característica coloração vermelha a amarelada que guardam um certo parentesco com as rochas sedimentares. Resultam da atuação de processos de intemperismo sobre quaisquer tipos de rochas, estando estes processos relacionados a eventos de peneplanização e pediplanização que podem ser cíclicos ou não.

Composicionalmente são materiais ricos em oxi-hidróxidos de ferro e/ou alumínio, não coesos e compactados, que resultam de intensos processos de intemperismo *in situ*, provocando a hidrólise, oxidação e hidratação de minerais, sob condições especiais de pH e Eh reinantes na superfície.

Para que se desenvolva um perfil laterítico são necessárias condições particulares do ponto de vista climático, geomorfológico, geográfico e tectônico, em que esteja inserida a região em questão, durante um longo período de tempo.

As lateritas modernas são de idade cenozóica e situam-se em regiões equatoriais, sobre plataformas estáveis, submetidas a lentos movimentos verticais, apresentando as seguintes características :

- constituem platôs elevados;
- caracterizam superfícies peneplanizadas;
- têm altitudes entre zero e cem metros;
- apresentam-se em horizontes (camadas) de mergulho sub-horizontal.

De acordo com COSTA (1984), o estudo das condições de formação das lateritas tem mostrado a grande importância das águas percolantes na constituição dos perfis lateríticos. Seu

desenvolvimento depende de fatores externos (clima, atividade biológica, tectônica, morfologia e tempo geológico) e de fatores internos (águas percolantes, pH, Eh, temperatura, transformações químicas e mineralógicas e da rocha mãe), os mesmos que atuam na formação de outros solos, porém com intensidade diferente. Modernamente o avanço técnico de análises mineralógicas e químicas e o estudo da distribuição geoquímica dos elementos, têm permitido entender os processos de laterização e as relações que as lateritas guardam com as rochas mães.

Lateritas têm sido pesquisadas em várias partes do mundo, seja pela sua importância econômica, pois podem conter jazidas de ferro, alumínio, caulim, fosfatos aluminosos, argilas etc., seja do ponto de vista científico, buscando-se desvendar seu contexto e processos geológicos de formação (COSTA 1984).

No desenvolvimento das lateritas, a erosão superficial tem um papel relativamente secundário. Além da natureza da rocha mãe, são importantes quatro fases que representam processos dinâmicos de natureza físico-química, responsáveis pelo desenvolvimento de perfis lateríticos maduros ou imaturos. Estas fases são :

- podzolização tropical;
- formação e acúmulo de minerais de argila;
- formação e acúmulo de gibbsita;
- alcance do equilíbrio.

O perfil laterítico é caracterizado por uma grande profundidade de intemperismo, depleção de sílica na parte superior e desenvolvimento de um horizonte concrecionário de oxi-hidróxido de ferro. Forma-se sob condições de flutuação do lençol freático em áreas subtropicais e tropicais, geralmente onde existe uma alternância de estações secas e chuvosas quentes. A espessura dos perfis desenvolvidos é limitada pelo lençol freático.

As lateritas desenvolvem-se melhor em superfícies erosionais maduras, onde a lixiviação lateral está num mínimo e a redistribuição de ions no perfil de intemperismo está relacionada ao movimento ascendente e descendente do lençol freático. Um perfil laterítico imaturo completo apresenta o seguinte zoneamento, da base para o topo :

- rocha mãe;

- horizonte pálido;
- horizonte mosqueado;
- horizonte concrecionário, com zonas esferulítica e colunar;
- couraça.

O limite superior do horizonte pálido é tomado como posição do lençol freático. O topo da zona mosqueada é tomado como sendo a posição do lençol freático durante a estação chuvosa. O ferro é removido da zona pálida e concentrado na zona superior do perfil, notadamente na parte superior do horizonte concrecionário.

O tempo de duração dos processos responsáveis pelo desenvolvimento do perfil de laterização e dos processos de desagregação que constituem a arquitetura encontrada na *Gruta del Palacio*, também não é conhecido. Perfis lateríticos maduros, que já atingiram o estágio de equilíbrio, podem requerer um tempo da ordem de 2,8 milhões de anos para se completarem (depósitos de bauxita da Amazônia). Um perfil imaturo, como o que se desenvolveu sobre a Formação Asencio, possivelmente demandou um tempo bem menor.

A Formação Asencio, após a sua deposição, foi afetada por processos de laterização. Esses processos teriam desenvolvido um perfil laterítico imaturo, que não se encontra completamente exposto. Na área da gruta afloram apenas a zona esferulítica do horizonte concrecionário e a couraça. Presume-se que abaixo ainda existam os horizontes mosqueado e pálido, antes de se chegar à rocha mãe.

Esse perfil não atingiu o ponto de equilíbrio e muito possivelmente apresenta um desenvolvimento muito pobre da fase de formação e acúmulo de gibbsita. Seu conhecimento completo deveria ser alvo de estudos para uma melhor avaliação do desenvolvimento e do tempo em que o processo de laterização afetou toda a porção meridional da placa Sul-Americana em que se insere a região da *Gruta del Palacio*.

VIII - DEGRADAÇÃO DAS LATERITAS

A *Gruta del Palacio*, em uma primeira análise, teria sido originada pela degradação da crosta laterítica que se constituiu sobre a Formação Asencio, Membro Palacio, como resultado da evolução mais recente do contexto supergênico.

Muito possivelmente, após a formação dessa crosta laterítica, toda a porção meridional da placa Sul-Americana foi submetida a levantamento epirogenético, em um tempo não bem conhecido, mas possivelmente Terciário Superior. Como resultado, ocorreu a reativação dos processos erosionais que construíram o relevo atual.

Sob essas novas condições a crosta laterítica, anteriormente formada, teria sido submetida a processos de degradação que geraram feições pseudocársticas do tipo cavidades subterrâneas, depressões e cavernas, cujo desenvolvimento teria sido controlado pela existência de zonas de baixa densidade e por fatores estruturais. De acordo com MAURITY e KOTSCHOUBEY (1995), essas feições pseudocársticas que ocorrem em terrenos de crostas lateríticas são originadas pela percolação e migração de águas subterrâneas especialmente ao longo da interface crosta/ saprólito (rocha alterada *in situ* em ciclo de intemperismo). Essas feições são resultantes da evolução mais recente do contexto supergênico. As nascentes existentes abaixo da crosta laterítica são importantes agentes que promovem a remoção de material por eluviação, física e quimicamente, gerando cavidades (VANN, 1963 e MOSS, 1965, *in* MAURITY e KOTSCHOUBEY, *op. cit.*).

As diferenças de consistência, permeabilidade e porosidade entre crosta e horizonte argiloso sotoposto, seriam as principais responsáveis pela formação das feições pseudocársticas nas lateritas (THOMAS, 1974, *in* MAURITY e KOTSCHOUBEY, *op. cit.*).

Essas feições pseudocársticas evoluem e se desenvolvem somente na presença de crostas litificadas, devido a degradação progressiva da crosta laterítica sob efeito de clima úmido com curtos períodos secos intercalados, quando do rebaixamento do nível de base (BOWDEN 1980, *in* MAURITY e KOTSCHOUBEY, *op. cit.*).

As cavernas desenvolvidas podem ter uma ou várias entradas que podem se situar na superfície ou não, e exibirem formas e tamanhos variáveis. A morfologia destas cavernas pode ser simples, retilínea ou constituída por uma série de salões e galerias interligadas, formando um sistema anastomosado complexo.

As fraturas existentes nas rochas são condutos naturais para a percolação das águas subterrâneas, definindo as direções das galerias. O desenvolvimento lateral de cavernas pode resultar da individualização de zonas altamente porosas e permeáveis existentes na interface crosta/saprólito, por onde se verifica uma intensa migração de águas subterrâneas oxigenadas, ou dentro da própria crosta.

IX - CENÁRIO ESPELEOLÓGICO, GEO-AMBIENTAL E HIDROGEOLOGICO

A *Gruta del Palacio* está inserida em um domínio de rochas lateríticas (conforme citado anteriormente) oriundas de um processo de alteração supergênica de arenitos da Formação Asencio. Este corpo rochoso estende-se por cerca de 250 metros como fachada total de interesse neste estudo, sendo 40 a 50 metros sua zona central de colunas aparentes (zona núcleo), com o restante cobrindo 100 metros de rochas encobertas a direita, e aproximadamente 100 metros de rocha encoberta a esquerda (zonas tampão), mirando-se a fachada. O material de cobertura é constituído por uma carapaça ferruginosa de espessura variando entre 0,5 a 1,5 metros (fotos 10 e 11), sendo os solos quase ausentes, ou muito incipientes, localmente. Há existência de sedimentos alterados (arenitos intemperizados) intercalados entre as colunas, que possivelmente, decorrem da ação diferenciada do processo de intemperismo, estando os mesmos associados com a própria conformação atual da gruta, e não correspondendo assim, a nenhum fenômeno de preenchimento por material alóctone. Nesse momento, cabe inserirmos uma visão global de todo o cenário paisagístico natural, ao qual a gruta se projeta, contemplando hipóteses que, até certo ponto, estão mais associadas a fatores místicos sobre a ocupação local, no passado, questionando-nos a respeito das possibilidades do homem que ali possa ter vivido, ter se adaptado àquele meio, e aí sim, se beneficiado das condições geológicas existentes, acelerando o processo natural de esvaziamento dos materiais friáveis que preenchiam os espaços entre as colunas. Especulações nesse sentido são necessárias, até que realmente sejam comprovados, através de alguma evidência arqueológica, o uso ou a ocupação do referido local.

O relevo, no local onde está a zona núcleo, está marcado por uma quebra de declive, cuja ruptura pode representar, muito localmente, o processo de recuo de cabeceiras da pequena

Zona Núcleo - é definida como sendo a principal área de interesse para conservação, por conter os atributos mais importantes do ponto de vista espeleológico; Zona Tampão - considerada a área a ser protegida, em função de seu caráter mitigador de impactos.

drenagem atual, a qual se origina, em parte, através de águas provenientes do interior da gruta e do maciço rochoso (laterito) que avança para o fundo (zona de recarga local), e que “um dia” pode ter alcançado algumas dezenas de metros da fachada atual, onde hoje há um pequeno lago à frente. Esta hipótese leva a crer que, no passado, pode ter havido maior área de vazios entre colunas situadas à frente das atuais, como citado por Mário Isola (1877). A zona superior da gruta, marcada pela presença de um relevo bastante plano, prolonga-se por uma centena de metros na direção nor-nordeste, e constitui uma zona de recarga local, entre as vertentes que drenam sub-bacias tributárias do *arroyo Marincho*.

Portanto, essa zona tem importância fundamental na proteção dos mananciais ali existentes, não podendo sofrer nenhum tipo de intervenção que seja prejudicial à qualidade de todo o sistema hídrico superficial e subterrâneo. Por assim dizer, deverá constar nos planos iniciais de manejo e de conservação, ao que se poderá denominar Área de Intervenção da Gruta del Palacio. Introduce-se nessa etapa, a possibilidade de criação da Área de Influência, que representará toda a região de entorno da gruta (física e/ou política), a qual estejam vinculadas as atividades de impacto direto e indireto sobre seu ambiente interno e externo.

Em se tratando de um ambiente cavernícola já estudado anteriormente por vários técnicos, e também já haver sido comentada por curiosos e pessoas que residem próximo ao local há muitos anos, é natural que surjam inúmeras hipóteses a respeito de suas feições endógenas e exógenas, suas características genéticas, seus valores culturais e científicos, de forma a se ter um agrupamento de idéias e fatos questionados por alguns e confirmados por outros. Na verdade, o que se percebeu da primeira visita a *Gruta del Palacio* (29 e 30/04/97), como traços mais marcantes de seu potencial espeleológico/hidrogeológico, podem ser descritos a seguir :

1. as primeiras observações revelam uma fachada amplamente deteriorada por processos induzidos pelo homem (há de se considerar aqui os animais de criação e as raízes das árvores em crescimento), e também por processos naturais, os quais, com o decorrer do tempo, alteraram significativamente as condições de sustentação do corpo rochoso onde está inserida a gruta, sendo principalmente denotadas modificações do assoalho da entrada da caverna com material estranho (alóctone) ao seu ambiente natural (fatias de tronco de eucalipto, britas de granito etc.), o que prejudica sobremaneira futuras investigações arqueológicas, e acelera o processo de colmatação das zonas de entrada; entupindo os condutos naturais de saída do

fluxo de água da gruta, e diminuindo a taxa de infiltração natural de águas pluviais. Além do mais, altera as condições microclimáticas da entrada da gruta, podendo causar um desequilíbrio nas condições naturais de sobrevivência da fauna que ali se encontra. Cabe ressaltar os processos naturais de colmatação das zonas de entrada da gruta, oriundos da própria lavagem do material intemperizado de arenitos finos, os quais são carreados para fora, pouco a pouco, considerando que as fraturas do teto da gruta, instaladas nas carapaças ferruginosas, potencializam o aporte das águas meteóricas para seu interior (foto 12);

2. ainda com relação às características externas, pode-se notar um evidente recuo da gruta, no que diz respeito ao seu desenvolvimento em relação ao passado; estando presente restos basais de colunas numa zona em frente à fachada, as quais foram degradadas tanto naturalmente, como pela ação do homem (foto 13). Há de se salientar que os processos naturais de desenvolvimento da gruta levam a crer num modelo auto-destrutivo, ou seja, à medida que a mesma avança sua projeção em profundidade, ao passar do tempo, desmoronam-se suas frentes pela própria instabilidade gerada por processos de desagregação química e mecânica do material rochoso (intemperismo);
3. as incursões ao interior da gruta puderam ser caracterizadas em duas etapas de investigação: a primeira destinou-se ao reconhecimento dos condutos localizados na porção principal (zona núcleo). É pequena a dimensão dos mesmos, embora apresentassem peculiaridades quanto à sua forma irregular das direções, e se mostrassem bastante distintos, quanto à zona de entrada, podendo-se mesmo observar uma gradual diminuição da altura, à medida em que se aprofundavam. Em geral, estas características podem estar associadas ao material presente entre as colunas (foto 14), resultante da alteração dos arenitos lateritizados pelo processo de alteração supergênica mais recente (foto 15). O padrão de fraturamentos mais proeminente correspondeu aos alinhamentos de diáclases nas direções entre 340 e 100 graus de azimute, ou N20W e S10E. São fraturas de espaçamento variando entre 1 e 2 metros, sendo observadas mais comumente nas carapaças ferruginosas. As colunas apresentam fraturas de distensão, possivelmente por degradação de sua base, materializadas por superfícies de fraqueza e superimpostas ao longo de relictos do acamamento plano paralelo (foto 16). Com a percolação de água das chuvas por entre as fraturas em superfície, os pacotes de sedimentos alterados de arenitos friáveis são lavados, podendo assorear as porções mais baixas. Diversos condutos foram explorados, em diferentes direções, mas apenas uma ramificação alcançou mais de 25 metros, terminando como as outras, entupida ou fechada por blocos abatidos, ou

ainda, com seu tamanho reduzido a ponto de não permitir uma continuidade da exploração. A segunda etapa caracterizou-se pela incursão numa zona distante cerca de 100 metros da entrada principal (zona tampão a esquerda), cujos aspectos diferem um pouco da primeira situação. Essa entrada, localizada numa porção geomorfologicamente distinta da outra, insere-se num domínio plano do terreno, aparentemente mais imaturo quanto às condições de cavernamento, pressupondo seu atual estágio de desenvolvimento, o qual se apoia basicamente nos condutos originados a partir de desmoronamentos recentes e atividades de fluxos pluviais percolando em sub-superfície e rompendo caminhos nas zonas de fraqueza do material laterítico. Encerra em um conduto labiríntico com extensão não maior a 35 metros, excetuando-se alguns trechos menores, inatingíveis pelo homem (fotos 17 e 18).

Conforme citado por SENNA HORTA, *in* BERBERT-BORN & SENNA HORTA 1995, diante de características específicas em cada gruta, pode-se ter uma fauna extremamente variada. Os parâmetros intrínsecos de cada ambiente, como extensão, número de aberturas, dimensões de entrada, tipo de depósito, ocorrências de água, vegetação e a própria presença do homem, são fatores que condicionam a fauna cavernícola, qualitativa e quantitativamente.

Em ambos os trechos puderam ser observados (a olho nu) alguns elementos da fauna cavernícola local, representada por anfíbios anuros (rãs), insetos não despigmentados e com olhos (grilos, possivelmente *Endecous* sp.), formigas e aracnídeos (aranhas), e pela presença de guano de morcego, embora não se percebesse a existência dos mesmos na gruta. Cabe ressaltar que, para uma investigação mais detalhada de uma possível fauna adaptada à caverna (troglóbios), a presença de um bioespeleólogo seria plausível. Contudo, é evidente a existência de pequenos animais que sobrevivem nesse ambiente, formando um ecossistema hipógeo, e cuja cadeia alimentar desenvolve-se a partir de material orgânico vegetal (raízes de árvores, etc.), e animal (fezes, etc.). Com relação à presença de um lago em seu interior (OLMOS 1995), o qual abrigaria uma espécie rara de “lagostim” - *Parastacus pilimanus* - , não fora encontrado nas prospecções efetuadas, nem mesmo a existência de tal lago.

As características que estão intimamente ligadas e perceptíveis no contexto geral da evolução de tal ambiente, são pertinentes ao processo da dinâmica hídrica pluvial e subterrânea, considerando-se as taxas de escoamentos superficial e de infiltração, e os elementos intrínsecos

do próprio meio físico (fraturas e pouca espessura de solo) interagindo em um regime, onde a maior preponderância dos fenômenos morfogenéticos sobressaem localmente no conjunto do modelado atual, em que predominam os fatores da evolução por pedogênese. Daí o grande contraste no cenário regional, e a possibilidade da formação de uma paisagem conspícua entre as demais. As causas desses elementos estarem agindo em conjunto nesse local podem ser atribuídas às condições passadas, referentes aos eventos erosivos de pediplanização, que permitiram anteriormente, a elaboração de um modelado estruturado sobre carapaças lateríticas, as quais sustentaram todo o arcabouço topográfico correspondente à cota de 100 metros de altitude. Assim, através das alternâncias climáticas em um passado remoto, possibilitou-se a instalação dos processos de inversão do relevo, e o que ocorre atualmente é o recuo das cabeceiras instaladas nas rochas areníticas da Formação Asencio, como pode ser observado pelas formas de contorno das curvas de nível no mapa geológico em escala 1.500.000, quando demarcam tais formações, conforme mostrado na figura 02.

As características da hidráulica subterrânea local sugerem um comportamento a partir de fluxos por condutos nos ambientes de rocha laterítica, onde a infiltração rápida é facilitada pela presença de diáclases e orifícios abertos por atividade biológica em sub-superfície. No contato com a rocha detrítica alterada, mais fina e argilosa, há uma constante zona de encharcamento natural, a qual pode infiltrar-se vagarosamente até atingir zonas mais permeáveis e porosas de arenitos maciços em profundidade, ou escoar em rotas alternativas, dando origem a fontes pontuais (nascentes). Também, podem ser responsáveis pela formação de depressões ou vazios em sub-superfície, conforme citado por THOMAS (1974, *in* MAURITY e KOTSCHOUBEY 1995), as quais foram denominadas de feições pseudocársticas. Estas feições são amplamente caracterizadas em contextos geológicos semelhantes, embora as condições encontradas na *Gruta del Palacio*, diante do pesquisado e conhecido, revela ser naturalmente distinta das demais, principalmente, no que se refere à dimensão das colunas. Nesse sentido, cabe ressaltar, que os processos conhecidos a respeito da gênese de cavernas, as quais apresentam fantásticos espeleotemas (ornamentos de cavernas), estão predominantemente relacionadas à dissolução de rochas carbonáticas, cujos fenômenos de formação dos ambientes realmente cársticos, são facilitados pelas próprias condições físico-climáticas e geológicas reinantes em determinadas regiões. Outrossim, observando os fenômenos existentes na região de Flores, *Gruta del Palacio*, não associamos sua gênese a um processo isolado de dissolução/reprecipitação, mas sim uma

complexa sequência de eventos geoquímicos, associados a determinados ciclos de variações climáticas, que permitiram um notável exemplo de neoformação e de transformações de minerais, compondo excepcionais espeleotemas, como tais colunas podem ser enquadradas, sendo para a referida gruta, seu principal atributo.

No sentido de serem reconhecidas as características qualitativas das águas locais, foi proposto um diagnóstico expedito dessas águas, baseado em algumas medições de condutividade elétrica (C.E.) e Temperatura. Tomaram-se amostras da água de poços, de pequenos lagos ao redor da gruta, e do curso d'água denominado *arroyo Marincho*. Pretendia-se estudar as possíveis interconexões entre águas abaixo da gruta e os cursos superficiais, valendo-se de seus conteúdos de sais dissolvidos. Os valores observados revelaram uma similaridade para os lagos adjacentes à gruta, com baixos teores de C.E. (média de 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperatura em torno de 13.6 °C, o que pode justificar-se pela menor contribuição de sais dissolvidos, pelo próprio tempo de residência do aquífero freático, e também pela maior diluição promovida por águas meteóricas. No entanto, as águas dos lagos não exprimem valores muito confiáveis, devendo ser substituídas pelo valor coletado em um poço escavado próximo à gruta, cujo valor de 91 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e temperatura de 17 °C, está mais próximo do contexto de águas do lençol freático de terrenos areníticos. Para o *arroyo Marincho*, cujo valor tomado abaixo de uma ponte que liga a *ruta 3* à *ruta 14*, com coordenadas (33°15'25" S - 57°06'34" W), obteve-se um valor de 497 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e temperatura de 14,6 °C, considerado para as condições locais, muito elevado, o que descarta qualquer possibilidade de correlação com águas meteóricas. Outro poço (tubular) situado próximo à gruta, que se queria medir tais parâmetros, estava lacrado, e não permitiu a leitura dos valores. Contudo, os parâmetros hidráulicos medidos na época de sua perfuração revelam características potenciométricas satisfatórias, onde :

-profundidade = 40.00m; nível estático = 8.00m; nível dinâmico = 16.00m; vazão = 8 m³/h.

Esses dados indicam um rebaixamento de apenas 8.00m, determinando uma vazão específica de 1m³/h, o que implica no fato de se poder aumentar a vazão inicial, para um maior rebaixamento. Seria conveniente, caso houver necessidade, e de acordo com a demanda, avaliar as condições ótimas de exploração do referido poço, o que permitiria se obter um valor máximo de sua capacidade de produção. De acordo com os dados coletados no Mapa Hidrogeológico da América do Sul, texto explicativo (CPRM 1996), a área de entorno à cidade de Trinidad situa-se em um domínio cujas características são as seguintes :

- *acuíferos continuos generalmente de extensión regional limitada. Libres y/o confinados. Constituidos por sedimentos clásticos no consolidados y consolidados. Permeabilidad generalmente media a baja. Calidad química de las aguas generalmente buenas.*

O panorama atual da *Gruta del Palacio* revela através de todos os fatores naturais e/ou induzidos aqui levantados, uma preocupação com sua conservação, no sentido de se estabelecerem medidas preventivas e de controle do processo de transformação ao qual está integrada, que possam ser introduzidas em um plano de gestão geo-ambiental consistente, capaz de viabilizar um programa turístico e educacional para o aproveitamento futuro de um espaço destinado ao conhecimento de aspectos culturais da região, e também de processos geológicos pouco comuns, envolvidos naquele sítio. Desta forma, faz-se a seguir um breve resumo de algumas recomendações para a criação de um plano de proteção daquele ambiente. Cabe ressaltar que esse espaço serve como recurso para elaboração de um documento guia, que resulte em avaliação de impacto ambiental, quando da instalação de um possível empreendimento turístico nos arredores da gruta.

X. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Do ponto de vista geológico a *Gruta del Palacio* constitui-se em feição ímpar, caracterizando-se como um Monumento Geológico sob todos os aspectos dessa ciência. Foi construída por caprichosos processos de intemperismo, muito especiais e raros, dentro da evolução de ciclo laterítico e pós-laterítico.

Os processos de laterização envolvem todo um contexto paleoclimático, paleogeográfico, paleogeomorfológico e paleotectônico. A *Gruta del Palacio* é o próprio registro destes condicionamentos geológicos, merecendo ser estudada mais aprofundadamente.

A Época de atuação destes processos de laterização poderá ser determinada a partir de estudos amplos que venham a ser realizados com o intuito de desvendar a história evolutiva dessa porção meridional da placa Sul-Americana. A priori, estes processos de laterização possivelmente datariam do Terciário Inferior, podendo estar ligados a história de evolução da Cadeia dos Andes e/ou à dos glaciares do Terciário Superior.

Após a formação da crosta laterítica no Terciário Inferior, a região teria sofrido um provável soerguimento no Terciário Superior. O conseqüente rebaixamento do nível de base e condições favoráveis de clima resultaram em reativação do intemperismo e na degradação e erosão dos produtos da laterização anterior.

Na interface crosta/saprólito e eventualmente na crosta, sob o efeito conjunto de fluxos laterais de águas subterrâneas e das soluções percolantes, teriam se individualizado zonas de baixa densidade. Estas zonas que têm alta porosidade e permeabilidade permitiram a geração de feições pseudocársticas do tipo cavernas (MAURITY e KOTSCHOUBEY 1995).

Torna-se necessário, diante das atuais condições de conhecimento da geologia local, uma investigação geofísica que possa dar subsídios ao entendimento das circunstâncias estruturais e hidrogeológicas, no sentido de se estabelecer uma confirmação das características visualizadas em superfície, em termos de continuidade do processo e seu perfil completo de laterização. Além disso, poderá esclarecer as formas estruturais em subsuperfície, diagnosticando vazios e preenchimentos de material de densidades diferenciadas ao das colunas, como também a profundidade do lençol freático na área (esse nível d'água pode coincidir com aquele encontrado no poço escavado situado no local, em torno de 2,0 metros).

A integração do quadro natural da região, diagnosticadas as relevantes presenças de pinturas e pictogravuras em todo o entorno de uma área comum de influência, e por sua vez, de sustentação de um projeto maior, deveriam ser enquadrados no contexto de preservação e de conservação dos remanescentes rupestres (incluindo o *Pueblo Andresito*, a zona dos lagos e os sítios arqueológicos) e até mesmo fazer parte de um circuito onde estejam inseridos os argumentos necessários à criação de uma Área de Proteção Ambiental - APA (como ocorre em vários locais no Brasil), sendo a mesma protegida por lei federal, estadual ou municipal. As citações anteriores como zonas núcleo e tampão referem-se, já, a uma nomenclatura adotada neste tipo de legislação, e permite a adequação da região em termos de uso e ocupação dos terrenos, no que se refere ao controle e gestão de determinada área, restringindo-se, tolerando-se ou proibindo-se certas atividades, de acordo com a aptidão do meio ambiente e sua vulnerabilidade natural, em relação ao empreendimento proposto.

Sugere-se o mapeamento geológico sistemático acompanhado de análises mineralógicas por difração de raios-X, microscopia ótica e eletrônica e análises térmicas diferenciais. As análises químicas para minerais e rochas através de fluorescência de raios-X, absorção atômica, espectrografia de emissão, fotometria de chama e colorimetria, incluindo elementos maiores e traços. Para análise de textura e estrutura, lâminas delgadas e seções polidas de amostras de mão.

Outra medida importante, a ser desempenhada previamente a qualquer atividade, seria o reconhecimento topográfico de sua porção interna, através de mapeamento detalhado de todas suas galerias, ressaltando-se perfis, extensão de condutos, local registrado de fauna hipógea e demais feições características de todo o seu volume, o que possibilitaria, além de sua visualização total em três dimensões, uma melhor compreensão do comportamento estrutural do maciço e da dinâmica envolvida em seus processos naturais de formação.

O contexto geológico/espeleológico analisado e estudado para esse documento enfatiza os atributos principais concernentes à individualização da área de entorno da *Gruta del Palacio*, levantando importantes aspectos que a incluem em um ambiente *sui generis*, do ponto de vista cultural e científico, revelando ser importante sua preservação para investigação em diversos campos da ciência. Na realidade, o que a faz ser especial, é o seu caráter particular de ornamentação através de colunas de dimensões excepcionais, tanto geológica como esteticamente, além do que, permite incluí-la dentre os processos naturais de alteração supergênica, originando formas muito pouco comuns, que sobressaem diante de toda a paisagem regional. Todas as acertivas lançam um desafio em busca do conhecimento dos processos genéticos que esculpíram a *Gruta del Palacio*.

Face ao exposto, concluímos que a *Gruta del Palacio* deve ser considerada um Monumento Natural e Patrimônio da Humanidade, de interesse multidisciplinar, onde o conjunto de fatores intrínsecos do ambiente ao qual está inserida, constitui critério fundamental para sua conservação e/ou preservação, de modo a permitir estudos e pesquisas de ordem técnico-científica, além das atividades de cunho geológico/espeleológico, étnico-cultural, turístico, recreativo e educativo. Em contrapartida, todo e qualquer empreendimento que se instale nas suas proximidades ou em sua área de influência, devem seguir normas específicas, adequando-se às condições que assegurem sua integridade física, e mantenham o equilíbrio do ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERBERT, B. & SENNA HORTA, L. C. 1995. Espeleologia. *IN: Mapas Municipais. Município de Morro do Chapéu (BA), CPRM - Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais, p.159-202.*
- CALLERI, M. I; IRAZÁBAL, A. L; ROSSI, M. C. P. (1995) - *Proyeto Parque Eco-Turístico Didático Caverna Gruta del Palacio. Departamento de Flores, Uruguay, Dez/95.*
- CONSENS, M. & CONSENS, Y. B. de. 1981. *La Localidad Rupestre de Chamangá. Departamento de Flores, Uruguay. Comunicaciones antropológicas del Museo de Historia natural de Montevideo, Número 9, Volumen I, p.17.*
- COSTA, M. L. da (1984) - A Dinâmica de Formação de Lateritas: O Exemplo do NE do Pará e NW do Maranhão. In XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia . Rio de Janeiro 1984 Anais do... Rio de Janeiro, SBG , V 10 : 4823-37.
- COSTA, M. L. da (1987) - Mineralizações do Tipo Supergênicas em Ambientes Lateríticos. PETROMISA, BELÉM, ago/87 (inédito).
- CPRM 1996. Mapa Hidrogeológico da América do Sul: escala 1:500.000, Texto Explicativo UNESCO, Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, 218p.
- GONZÁLEZ, A. G. 1992. *Informe sobre la visita a la Gruta del Palacio. Paper, 5p.*
- HURST, V.J. (1975) - Mapeamento de Saprólitos . Tradução de Araújo Filho, CPRM Belo Horizonte 1975 (inédito).
- ISOLA, M. 1877. *Descripcion de la Caverna conocida por Palacio Subterraneo de Porongos. Departamento de San José, Montevideo, 9p.*
- MAURITY, C. W. & KOTSCHOUBEY, B. 1995. Evolução da Cobertura de Alteração no Platô N1 - Serra dos Carajás - PA. Degradação, Pseudocarstificação, Espeleotemas. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Série Ciência da Terra, 7, p.331-362.*
- OLMOS, A. 1993. Proyecto: Caverna del Palacio, Monumento Natural. Catastro Espeleológico del Uruguay. C.E.U.M.I. - *Centro Espeleológico Uruguayo Mario Isola.*
- PORTA, F. P.; PIOPPO, J. S.; MARZIOTTO, W. H.; KEMPA, P. R. 1988. *Carta Geológica Del Uruguay a escala 1.500.000. Dirección Nacional de Minería e Geología - DINAMIGE, Ministério de Industria e Energia, Montevideo, 90p.*
- QUEIROZ, E. T. et all. (1974) - II Curso Avançado de Geologia de Campo - Relatório Final. Convênio MME/USAID. CPRM Belo Horizonte, ago/74 (inédito).

FOTOGRAFIAS



Foto 01 - Vista panorâmica da Gruta del Palacio, formada por colunas de arenito ferruginizado, de cor avermelhada e textura concrecionária, atingindo cerca de 2,20 metros de altura, que suportam um banco constituído por até quatro camadas lenticulares de arenito vermelho, com até 0,80 metros de espessura, mais ferruginizado e consistente. Em parte, o teto apresenta-se em forma de abóboda, cujos arcos mostram perfeita continuidade com as colunas. no espaço entre essas ocorre arenito mais argiloso e acinzentado, intensamente lixiviado, e mais friável.



Foto 02 - Colunas de arenito ferruginizado, pertencente à zona esferulítica do horizonte concrecionário de perfil laterítico imaturo, fraturadas segundo o acamamento. O arenito intercolunas é mais argiloso e não se apresenta ferruginizado.

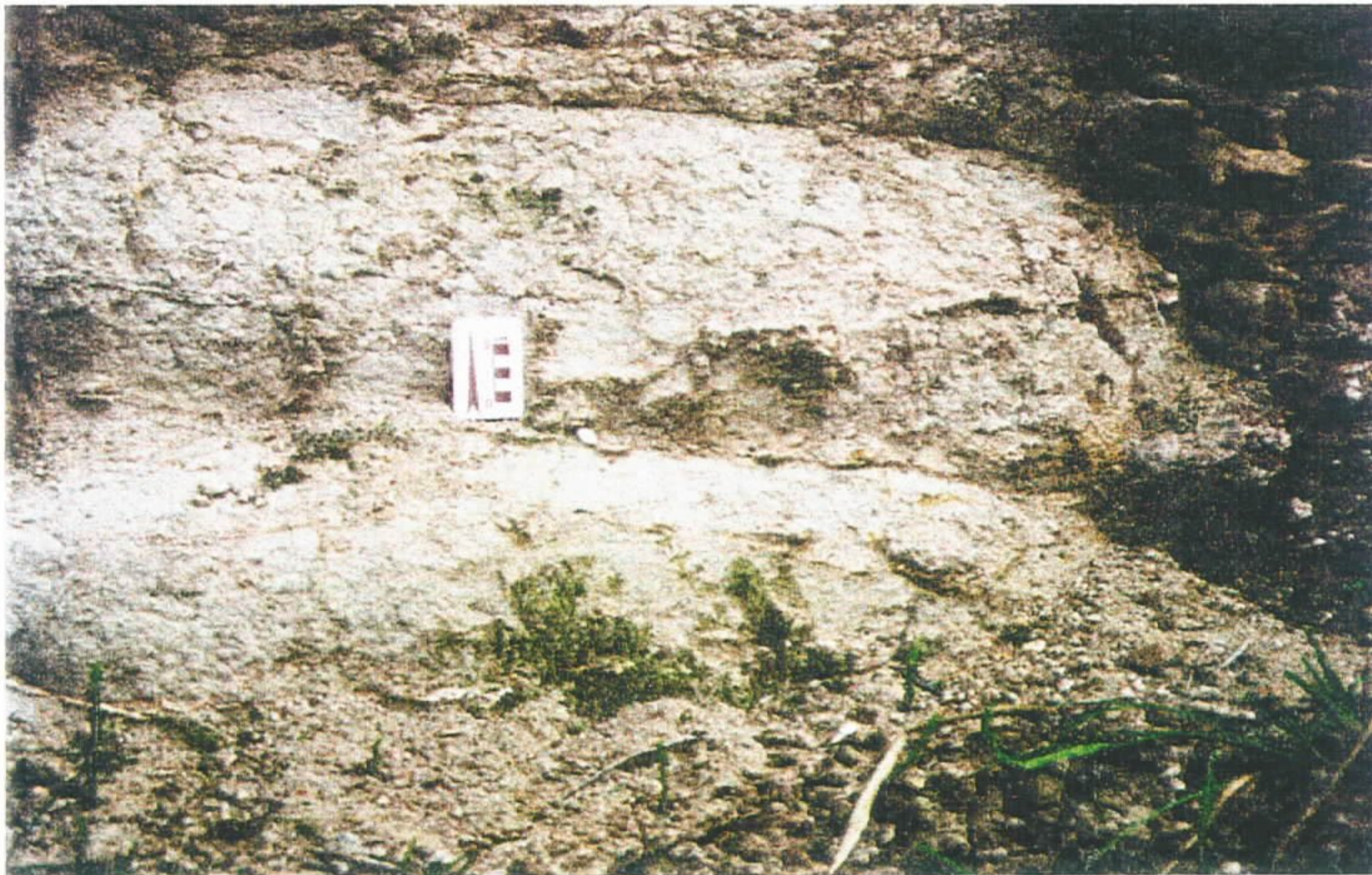


Foto 03 - Arenito argiloso, lixiviado, com níveis lamosos sub-horizontais, que ocorre entre colunas de arenito ferruginizado, sugerindo estratificação aparentemente cruzada de baixo ângulo e planoparalela. É semelhante ao arenito ferruginizado que constitui as colunas da gruta.



Foto 04 - Aspecto dos arenitos lenticulares ferruginizados que constituem o teto da gruta. As camadas são de espessura variável, desde 0,10m. até cerca de 0,80m., tendo em conjunto até 1,5m. de espessura.



Foto 05 - Arranjo das lentes de grande porte de arenito ferruginizado, consistente, vermelho, justapostas, sem material lamoso intercalado e sem qualquer estrutura primária preservada internamente às camadas, que constituem o teto da gruta. A base e o topo das camadas geralmente são planas, e em parte sugerem grandes ondulações.



Foto 06 - Detalhe da estrutura em arco do arenito ferruginizado que constitui o teto da gruta. Inicialmente há material muito ferruginizado, com espessura de até 8cm. Segue-se o mesmo arenito de textura concrecionária das colunas. Acima dele, as lentes de arenito ferruginizado, vermelho.



Foto 07 - Forma em arco do teto da gruta. As camadas de arenito ferruginizado que constituem o teto são lenticulares e seu arranjo compensado, sem a presença de material lamoso intercalado.



Foto 08 - Enxame de colunas de arenito ferruginizado , quebrado, que restam à direita da fachada principal da gruta, em área colmatada. Declive abaixo, há restos de colunas que atualmente distam cerca de 30 metros da fachada atual.

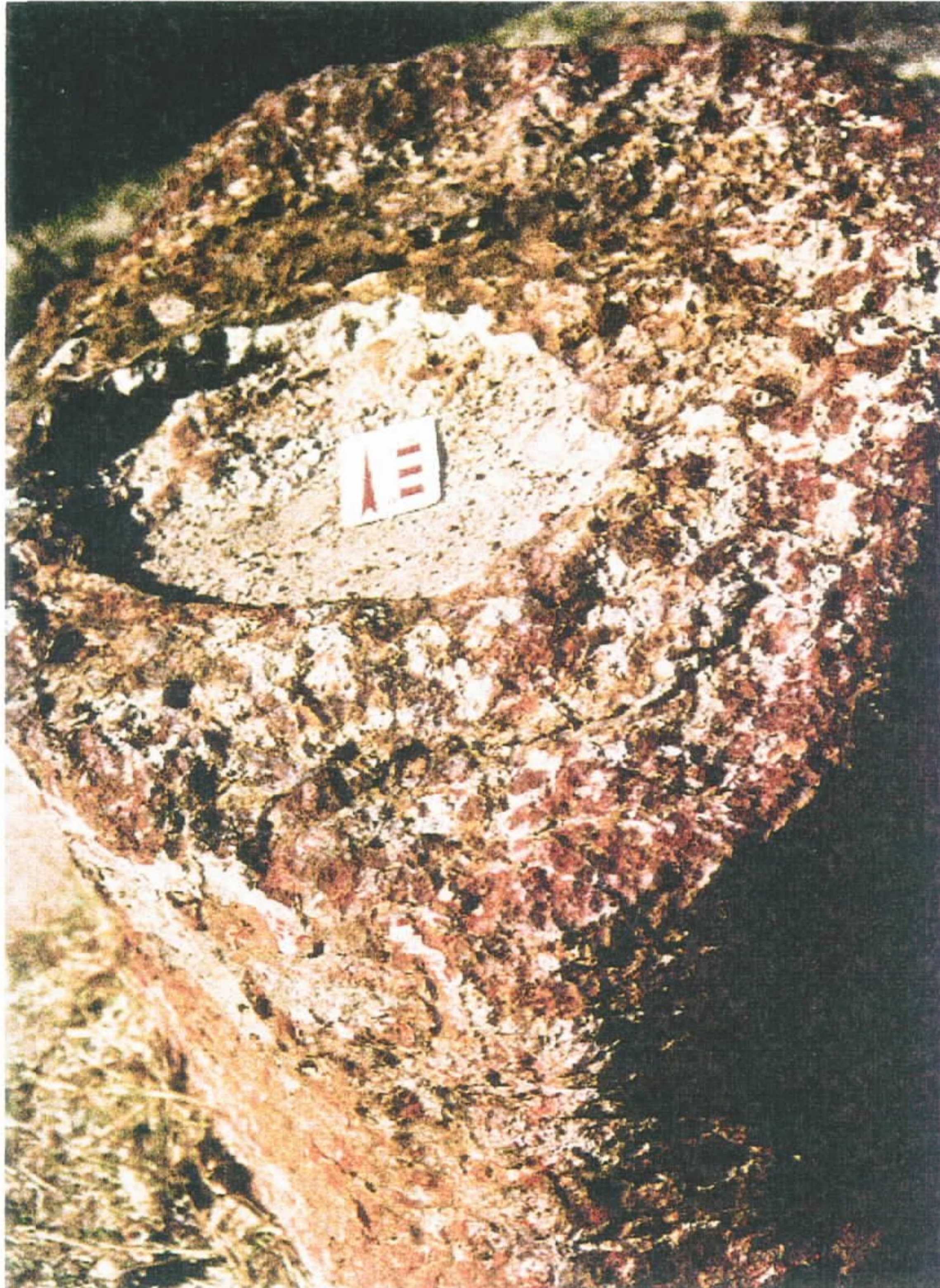


Foto 09 - Aspecto da estrutura concrecionária, sutilmente concêntrica, vista em corte transversal de coluna constituída por arenito ferruginizado da Formação Acencio, Membro Palácio.



Foto 10 - Colunas constituídas por arenito ferruginizado, de aspecto mosqueado e cor ocre-avermelhada. Observa-se relictos de arenito não ferruginizado, contidos entre colunas soldadas.



Foto 11 - Coluna bifurcada de arenito ferruginizado, de estrutura concrecionária, com restos de arenito não ferruginizado.



Foto 12 - Vista parcial da entrada principal da Gruta Del Palacio, reparando-se nas colunas, alguns relictos de estruturas primárias do acamamento.



Foto 13 - Início do processo de esvaziamento dos trechos preenchidos pelo material arenítico friável entre colunas. Note-se o princípio de carreamento do material rumo às porções inferiores da gruta, e no primeiro plano, restos "in loco" de porções basais dessas colunas. Na porção superior, é possível perceber crostas lateríticas (carapaças) sobre tais colunas, variando em torno de 60 a 80cm de espessura.



Foto 14 - Detalhe do corpo rochoso arenítico entre colunas; note-se a constituição do material bastante friável.



Foto 15 - Horizonte mosqueado de uma porção basal de coluna ainda encontrada "in loco"; note-se a forma concêntrica que separa tal horizonte.

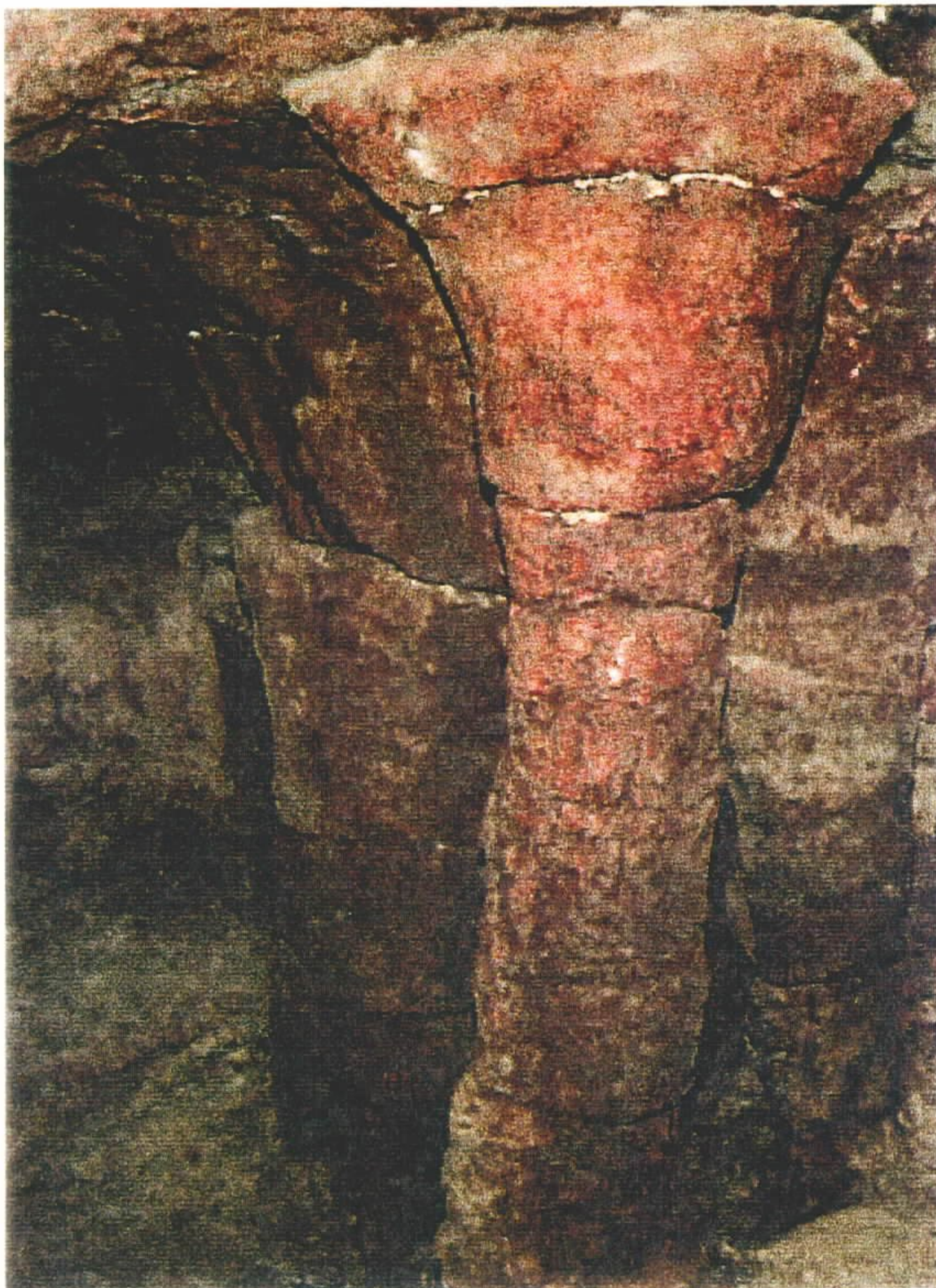


Foto 16 - Detalhe de uma coluna situada na porção interna da Gruta Del Palacio, apresentando o início do processo de desagregação mecânica instalada nas zonas de fraqueza, coincidentes aos planos horizontalizados dos arenitos lateritizados. Observa-se também, o formato em abóboda do teto da gruta.



Foto 17 - Porção interna da Gruta Del Palacio mostrando o piso bastante colmatado pelo próprio material arenítico resultante do esvaziamento das porções entre colunas, evidenciando uma diminuição nas proporções verticais dos condutos internos. Este assoalho torna-se muito resistente, devido a oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} proporcionando a formação de crostas de cimento limonítico, onde há presença de grânulos e pequenas concreções ferruginosas.



Foto 18 - Detalhe de um conduto endógeno que se aprofunda, porém se fecha a ponto de impossibilitar o acesso às zonas mais profundas do corpo da gruta.



Foto 01 - Vista panorâmica da Gruta del Palacio, formada por colunas de arenito ferruginizado, de cor avermelhada e textura concrecionária, atingindo cerca de 2,20 metros de altura, que suportam um banco constituído por até quatro camadas lenticulares de arenito vermelho, com até 0,80 metros de espessura, mais ferruginizado e consistente. Em parte, o teto apresenta-se em forma de abóboda, cujos arcos mostram perfeita continuidade com as colunas. no espaço entre essas ocorre arenito mais argiloso e acinzentado, intensamente lixiviado, e mais friável.



Foto 02 - Colunas de arenito ferruginizado, pertencente à zona esferulítica do horizonte concrecionário de perfil laterítico imaturo, fraturadas segundo o acamamento. O arenito intercolunas é mais argiloso e não se apresenta ferruginizado.

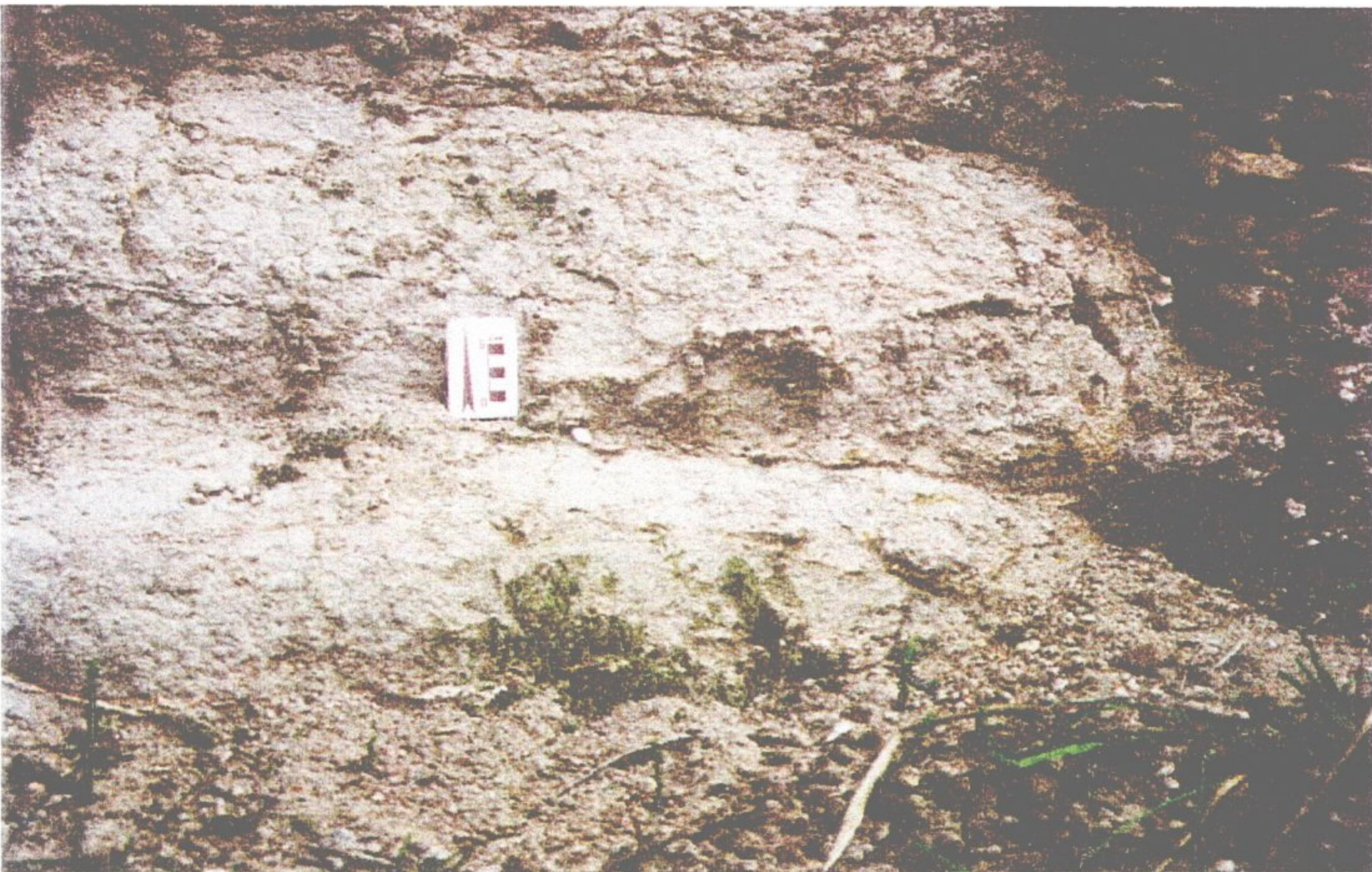


Foto 03 - Arenito argiloso, lixiviado, com níveis lamosos sub-horizontais, que ocorre entre colunas de arenito ferruginizado, sugerindo estratificação aparentemente cruzada de baixo ângulo e planoparalela. É semelhante ao arenito ferruginizado que constitui as colunas da gruta.



Foto 04- Aspecto dos arenitos lenticulares ferruginizados que constituem o teto da gruta. As camadas são de espessura variável, desde 0,10m. até cerca de 0,80m., tendo em conjunto até 1,5m. de espessura.



Foto 05- Arranjo das lentes de grande porte de arenito ferruginizado, consistente, vermelho, justapostas, sem material lamoso intercalado e sem qualquer estrutura primária preservada internamente às camadas, que constituem o teto da gruta. A base e o topo das camadas geralmente são planas, e em parte sugerem grandes ondulações.



Foto 06 - Detalhe da estrutura em arco do arenito ferruginizado que constitui o teto da gruta. Inicialmente há material muito ferruginizado, com espessura de até 8cm. Segue-se o mesmo arenito de textura concrecionária das colunas. Acima dele, as lentes de arenito ferruginizado, vermelho.



Foto 07 - Forma em arco do teto da gruta. As camadas de arenito ferruginizado que constituem o teto são lenticulares e seu arranjo compensado, sem a presença de material lamoso intercalado.



Foto 08 - Enxame de colunas de arenito ferruginizado, quebrado, que restam à direita da fachada principal da gruta, em área colmatada. Declive abaixo, há restos de colunas que atualmente distam cerca de 30 metros da fachada atual.



Foto 09 - Aspecto da estrutura concrecionária, sutilmente concêntrica, vista em corte transversal de coluna constituída por arenito ferruginizado da Formação Acencio, Membro Palácio.



Foto 10 - Colunas constituídas por arenito ferruginizado, de aspecto mosqueado e cor ocre-avermelhada. Observa-se relictos de arenito não ferruginizado, contidos entre colunas soldadas.



Foto 11 - Coluna bifurcada de arenito ferruginizado, de estrutura concrecionária, com restos de arenito não ferruginizado.



Foto 12 - Vista parcial da entrada principal da Gruta Del Palacio, reparando-se nas colunas, alguns relictos de estruturas primárias do acamamento.



Foto 13 - Início do processo de esvaziamento dos trechos preenchidos pelo material arenítico friável entre colunas. Note-se o princípio de carreamento do material rumo às porções inferiores da gruta, e no primeiro plano, restos "in loco" de porções basais dessas colunas. Na porção superior, é possível perceber crostas lateríticas (carapaças) sobre tais colunas, variando em torno de 60 a 80cm de espessura.



Foto 14 - Detalhe do corpo rochoso arenítico entre colunas; note-se a constituição do material bastante friável.



Foto 15 - Horizonte mosqueado de uma porção basal de coluna ainda encontrada "in loco"; note-se a forma concêntrica que separa tal horizonte.



Foto 16 - Detalhe de uma coluna situada na porção interna da Gruta Del Palacio, apresentando o início do processo de desagregação mecânica instalada nas zonas de fraqueza, coincidentes aos planos horizontalizados dos arenitos lateritizados. Observa-se também, o formato em abóboda do teto da gruta.



Foto 17 - Porção interna da Gruta Del Palacio mostrando o piso bastante colmatado pelo próprio material arenítico resultante do esvaziamento das porções entre colunas, evidenciando uma diminuição nas proporções verticais dos condutos internos. Este assoalho torna-se muito resistente, devido a oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} proporcionando a formação de crostas de cimento limonítico, onde há presença de grânulos e pequenas concreções ferruginosas.



Foto 18 - Detalhe de um conduto endógeno que se aprofunda, porém se fecha a ponto de impossibilitar o acesso às zonas mais profundas do corpo da gruta.