ANAIS
XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia
Januária MG, 04-14 de julho de 2003
Sociedade Brasileira de Espeleologia

MICROCLIMA E ESPELOTURISMO NA GRUTA DE UBAJARA, CE

César Ulisses V. VERÍSSIMO *; Antônio Emanuel B. Alves de SOUSA **; Jonhnath M. RICARDO *; Ana Carolina BARCELOS *; José de Araújo Nogueira NETO *; Marcelo Gustavo M. REIS ***
* - DEGEO UFC Cxp: 6021 Fortaleza, CE CEP: 60445-760 - verissim@ufc.br
** - IBAMA Parque Nacional de Ubajara - parnaubajara@ig.com.br
*** - UECE Curso de Especialização em Ecoturismo - criscli@ig.com.br

RESUMO
Este estudo realizado pelo Departamento de Geologia - UFC em parceria com o IBAMA-PNU apresenta os resultados de seis meses de monitoramento dos valores de temperatura e umidade da Gruta de Ubajara, iniciado em outubro do ano passado; e, teve por objetivo, a análise preliminar da capacidade de suporte (carrying capacity) da Gruta voltada ao espeleoturismo.

INTRODUÇÃO

O Parque Nacional de Ubajara - PNU localizado na borda leste da Serra de Ibiapaba, a 350km de Fortaleza, abriga um dos mais belos exemplares de relevo cárstico do Brasil. Esta área de preservação permanente criada em abril de 1959 possui grande valor paisagístico e o mais importante patrimônio espeleológico do Ceará (Fotos 1 e 2 - Prancha I). A Gruta de Ubajara, com 1120 m de extensão, é a maior e mais ornamentada da região, e o principal atrativo turístico do parque, chegando a receber em média vinte e oito mil turistas por ano. Durante os feriados prolongados mais de 400 pessoas visitam a caverna, em um único dia. Os registros mais recentes do IBAMA mostram que últimos seis meses (outubro/02 à março/03) mais de dezessete mil turistas já entraram na Gruta de Ubajara. Em pesquisa realizada por Marra (2001) a Gruta de Ubajara é apontada como uma das cavernas turísticas mais visitadas do Brasil, ficando atrás unicamente da Gruta de Maquiné em Minas Gerais. No Primeiro Plano de Manejo do Parque foi sugerido um número máximo de quinze turistas por guia, entretanto, em função da ausência de estudos específicos voltados a determinação da capacidade de carga da gruta, nos dias de pico de visitação este número tem ultrapassado este limite.

Este estudo realizado pelo Departamento de Geologia - UFC em parceria com o IBAMA-PNU apresenta os resultados de seis meses de monitoramento dos valores de temperatura e umidade da Gruta de Ubajara, iniciado em outubro do ano passado; e, teve por objetivo, a análise preliminar da capacidade de suporte (*carrying capacity*) da Gruta voltada ao espeleoturismo.

Na Gruta de Ubajara é possível diferenciar dois setores, os quais retratam estágios distintos de evolução da caverna (Figura 1).

O setor nordeste inclui todos os atuais corredores de visitação turística. Neste encontram-se as principais belezas cênicas e os maiores salões e galerias da caverna (Fotos 3 e 4 - Prancha I). Estas áreas de fácil acesso, possuem alturas que variam entre 10 e 20 m e, pouco guardam dos registros da fase inicial de formação da caverna (fase freática). Os salões dos Retratos e do Mocosal correspondem aos dois melhores registros da segunda fase de evolução da Gruta de Ubajara (fase vadosa), quando o antigo rio subterrâneo abandonou as porções superiores em direção às zonas mais baixas da caverna, ocasionando o abatimento de blocos e conseqüente abertura e ampliação dos espaços internos.

O setor sudoeste, diferentemente do setor anterior apresenta uma forma tubular, raramente ultrapassando 3m de altura, com seções transversais elípticas a arredondadas típicas de galerias desenvolvidas em condições freáticas (Foto 5 - Prancha I).

ZONEAMENTO DA GRUTA DE UBAJARA

Apenas 420 dos 1120 metros de desenvolvimento da Gruta de Ubajara possuem pontos de iluminação artificial e estrutura turística. Os 700 m restantes não são iluminados e o acesso só é permitido mediante autorização do IBAMA.

O zoneamento atualmente existente na gruta foi estabelecido no Plano de Manejo de 1981 realizado pelo IBDF e a Fundação Brasileira para Conservação da Natureza (IBDF-FBCN, 1981) visando organizar o uso turístico e a preservação do ambiente cavernícola, decorrentes de sua exploração turística. O Manejo da caverna consistiu na individualização de três zonas (Figura 1) com características de funcionamento e uso distintos, descritas a seguir: 1) a Zona de Uso Intensivo a qual inclui os corredores principais de circulação de visitantes e os salões e galerias de fácil acesso, onde estão as principais ornamentações e atrativos turísticos da caverna; 2) a Zona de Uso Extensivo compreendendo as áreas intermediárias entre as de Uso Intensivo e a Intangível; e, 3) a Zona Intangível correspondente a zona de proteção total, onde encontram-se preservadas as características físicas originais da caverna.

PARÂMETROS TEMPERATURA (T) E UMIDADE (UR)

Com o objetivo de determinar a capacidade de suporte da Gruta de Ubajara foram instalados, em áreas pré selecionadas dentro da caverna, abrangendo o atual circuito de visitação, quatorze termo-higrômetros das marcas *Alla Franci* e *Incoterm*, cuja localização pode ser visualizada na Figura 1. Os termohigrômetros possuem calibração digital, escalas em graus variando entre: -50 +70 ºC e -58 +158 ºF, taxas de umidade entre: 20-99%, memórias de máxima e mínima, precisão de +/- 0.50C e 1%; e resolução do *display*: 0.10. Além do monitoramento diário de temperatura e umidade, foram executadas as seguintes atividades: (1) registro do número de pessoas, horário de entrada e o tempo de permanência no interior da caverna; (2) observação de aspectos relacionados ao comportamento da fauna cavernícola; (3) observação de aspectos relacionados a infiltração e percolação de água no interior das cavernas durante os períodos seco e chuvoso; e, (4) determinação a zona de influência da iluminação artificial no fluxo energético dos salões e galerias situados na zona de uso intensivo.

As maiores oscilações de temperatura e umidade verificadas na Gruta de Ubajara estão associadas às estações 1 e 3, localizadas próximo às principais entradas e comunicações da caverna com o meio externo. Os valores médios de temperatura oscilam entre 27ºC pela manhã e 27,8ºC pela tarde, diminuindo gradativamente para o interior da caverna (Figura 2). A umidade relativa do ar mostra um comportamento inverso ao da temperatura, aumentando progressivamente do exterior (50-60%) para o interior (93-95%) (Figura 3).

Os efeitos das flutuações climáticas externas são mais pronunciados no período seco, quando as temperaturas na Serra de Ibiapaba são mais elevadas e os valores de umidade relativa do ar mais baixos. Durante o período chuvoso a magnitude das flutuações é menor. Isto é claramente percebido quando se avalia os setores dos gráficos entre as estações 1 e 5 no caso da temperatura, e entre 1 e 8 no caso da umidade (Figuras 2 e 3).

A análise preliminar destes dados indica que os efeitos das flutuações externas de temperatura propagam-se para o interior da caverna, tendo como limite de influência a estação 6 (Sala da Rosa). As flutuações externas de umidade, possuem uma zona de abrangência maior, influenciando às

condições locais de umidade da Sala dos Retratos, onde encontra-se a estação 8. Os menores valores de umidade foram registrados, respectivamente, nas estações 12 e 13 localizadas nos salões mais próximos à galeria do riacho Mucuripe.

No período seco (julho à dezembro) a água presente no setor nordeste ocorre em quantidade muito pequena infiltrando-se ao longo de fraturas e descontinuidades existentes no teto. Entretanto, no período chuvoso (janeiro à junho) ocorre um aumento significativo de água proveniente da superfície

elevando o número de zonas de gotejamento no interior da caverna.

A principal zona de infiltração situa-se no corredor de retorno do Presépio em direção à entrada principal da caverna, ao lado da bifurcação que dá acesso a Rede Minotauro Superior (Figura 1).

A estação 14 localizada na galeria de acesso a referida rede, registrou nos meses chuvosos, um aumento significativo de umidade (cerca de 10%) em relação ao período seco. Este aumento promove uma modificação substancial do microclima da caverna que pode ser visualizada nos mapas de isógradas e isotermas (Figura 4). A formação desta zona de alta umidade no período chuvoso impede o avanço da frente de calor proveniente do leste, e limita a influência das flutuações climáticas externas nas estações 13 e 14.

No setor sudeste, durante o período seco a maior parte da galeria principal do rio permanece seca. As águas do riacho do Mucuripe que fluem a apartir do fundo da gruta, são capturadas por sumidouro localizado a cerca de 75 m antes do início da Sala do Mocosal.

No período chuvoso o sumidouro não dá vazão a quantidade de água do riacho, o qual invade o leito anteriormente seco, chegando até a Sala do Mocosal. A água acumulada neste período escoa para fora da caverna, por outro sumidouro, situado entre os Salões do Mocosal e do Índio. O nível d'água do riacho Mucuripe eleva-se mais de um metro e meio acima de seu nível de base original, atingindo o teto da galeria (Foto 5 - Prancha I). O registro desta elevação periódica, ocorrida após dias seguidos de chuva, pode ser visto também nos meses secos, pelas marcas deixadas na porção superior da galeria e pela presença de pequenas conchas de gastrópodes aprisionadas em fraturas e nos planos de acamamento da rocha.

EQUIPAMENTOS DE ILUMINAÇÃO E FLUXO DE TURISTAS NA GRUTA

Os equipamentos de iluminação atualmente instalados na Gruta de Ubajara consistem de holofotes retangulares com lâmpadas de halogênio de 500 W e de holofotes redondos com soquete e lâmpada dicróica de 150W. A distribuição dos principais pontos de luz (*spots*) encontra-se ilustrada na figura 1.

A influência dos holofotes na dilatação do gradiente termal dos salões é evidente. Os valores de temperatura e umidade registrados a 50cm de *spots* de 500W mostram, respectivamente, aumentos de 6 à 10ºC e 20 à 45% em relação aos valores padrões da gruta. Entretanto, o sistema de iluminação fixo é utilizado de forma seqüencial, sendo acionado pelos condutores apenas nos trechos a serem visitados e desligados a seguir. Este procedimento reduz a influência do aumento do calor no ecossistema, minimizando os impactos e efeitos nocivos geralmente observados na grande maioria das cavernas turísticas do Brasil e do mundo.

O monitoramento dos parâmetros temperatura e umidade durante a entrada de grupos de turistas em número superior a trinta indicou pequena elevação de temperatura (inferior a 1ºC) e diminuição de umidade (superior a 5%) nos salões de dimensões reduzidas, como por exemplo as Salas do Templo, o Corredor das Maravilhas e a Sala das Cortinas. Nos salões de maiores

dimensões como os dos Retratos, do Índio, da Rosa e do Presépio não foram registradas modificações significativas dos parâmetros ambientais analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados preliminares de referido estudo permitiram concluir que o setor nordeste da Gruta de Ubajara apresenta um microclima fortemente influenciado pelas flutuações externas no período seco, e pela existência de zonas de infiltração e gotejamento no período chuvoso. A Sala do Sino e o corredor que liga a Sala do Templo a dos Retratos exercem um papel importante na circulação de vento e condução de calor do exterior para o interior da caverna e, são provavelmente, responsáveis pelos maiores valores de temperatura observados na Sala dos Retratos.

Em linhas gerais pode-se considerar que o atual Manejo Espeleológico da Gruta de Ubajara é adequado, necessitando de pequenos ajustes no sistema de iluminação e a na capacidade de carga nos locais de dimensões reduzidas abertos à visitação turística.

Existem evidências de que os *spots* de iluminação contribuem para a elevação da temperatura da caverna nos salões menores devendo-se, nestes locais, limitar a capacidade de carga para grupos menores que vinte pessoas, bem como reduzir ao mínimo o tempo de visitação e o tempo em que os pontos de iluminação permanecem ligados. Outra alternativa para reduzir a temperatura nestes locais pode ser a utilização de lâmpadas frias (fluorescentes).

Durante o período chuvoso, devem ser evitadas as Salas das Cortinas e, principalmente a do Índio, não apenas em função do aumento do risco de acidentes mas, também, com objetivo de preservar a fauna cavernícola que eventualmente desloca-se para estes locais durante a elevação do nível d'água do riacho mucuripe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio e a infra-estrutura disponibilizada pelos funcionários Sônia Jorge, Humberto Bezerra, Amarildo Martins e Edite Beserra do IBAMA-PNU. Agradecem, ainda, ao presidente Luciano Lima e aos guias da COPTUR Francisco Wélio Evangelista, José Iran da Silva e Daniel da Silva pelo suporte técnico e pelo registro diário dos valores de temperatura e umidade durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBDF-FBCN **Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara**. Convênio IBDF/FBPCN. 125p. 1981

MARRA, R.J.C. **Espeleo Turismo: Planejamento e Manejo de Cavernas**. Ed. WD Ambiental. Brasília. 224p. 2001.

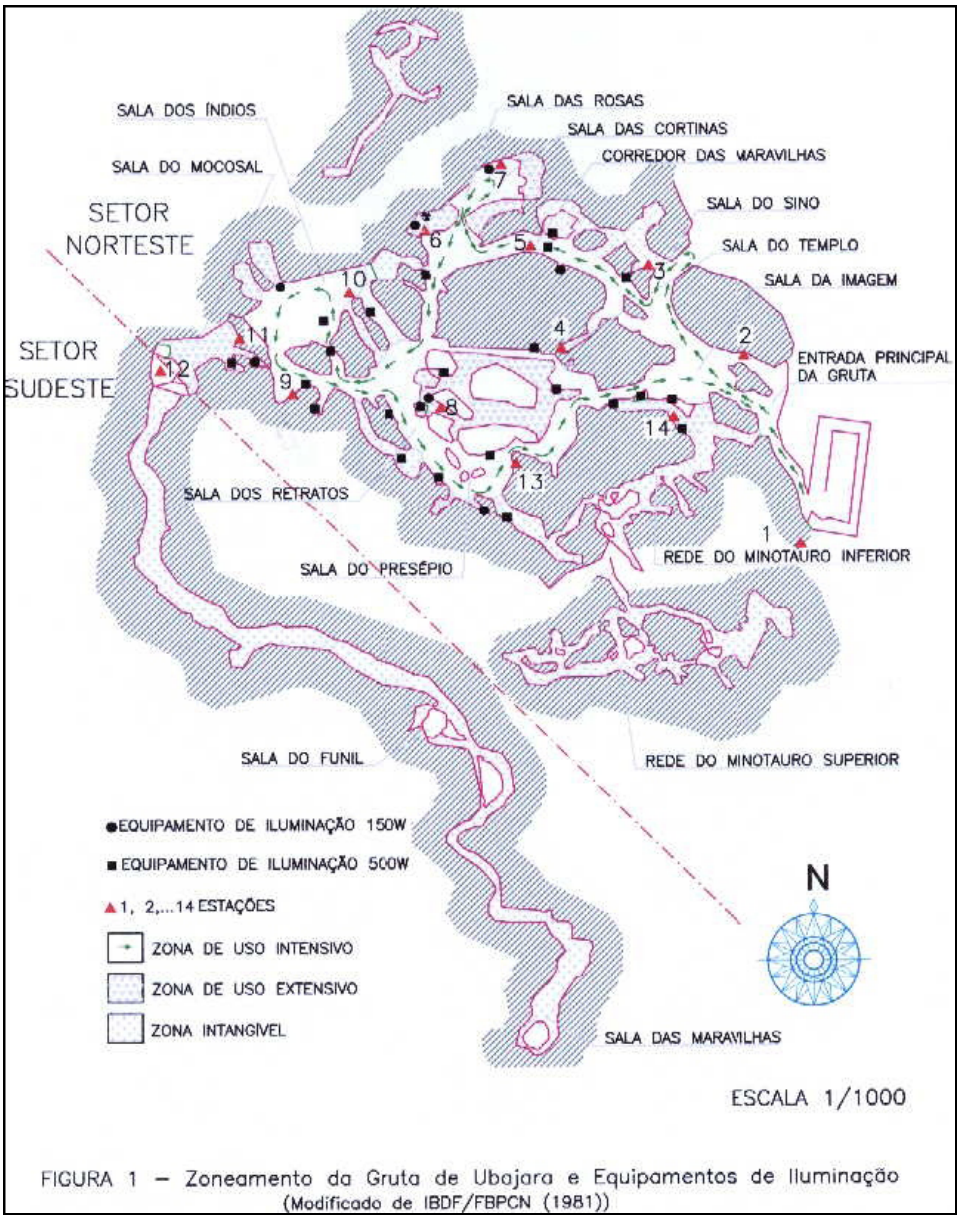


FIGURA 1 – Zoneamento da Gruta de Ubajara e Equipamentos de Iluminação
(Modificado de IBDF/FBPCN (1981))

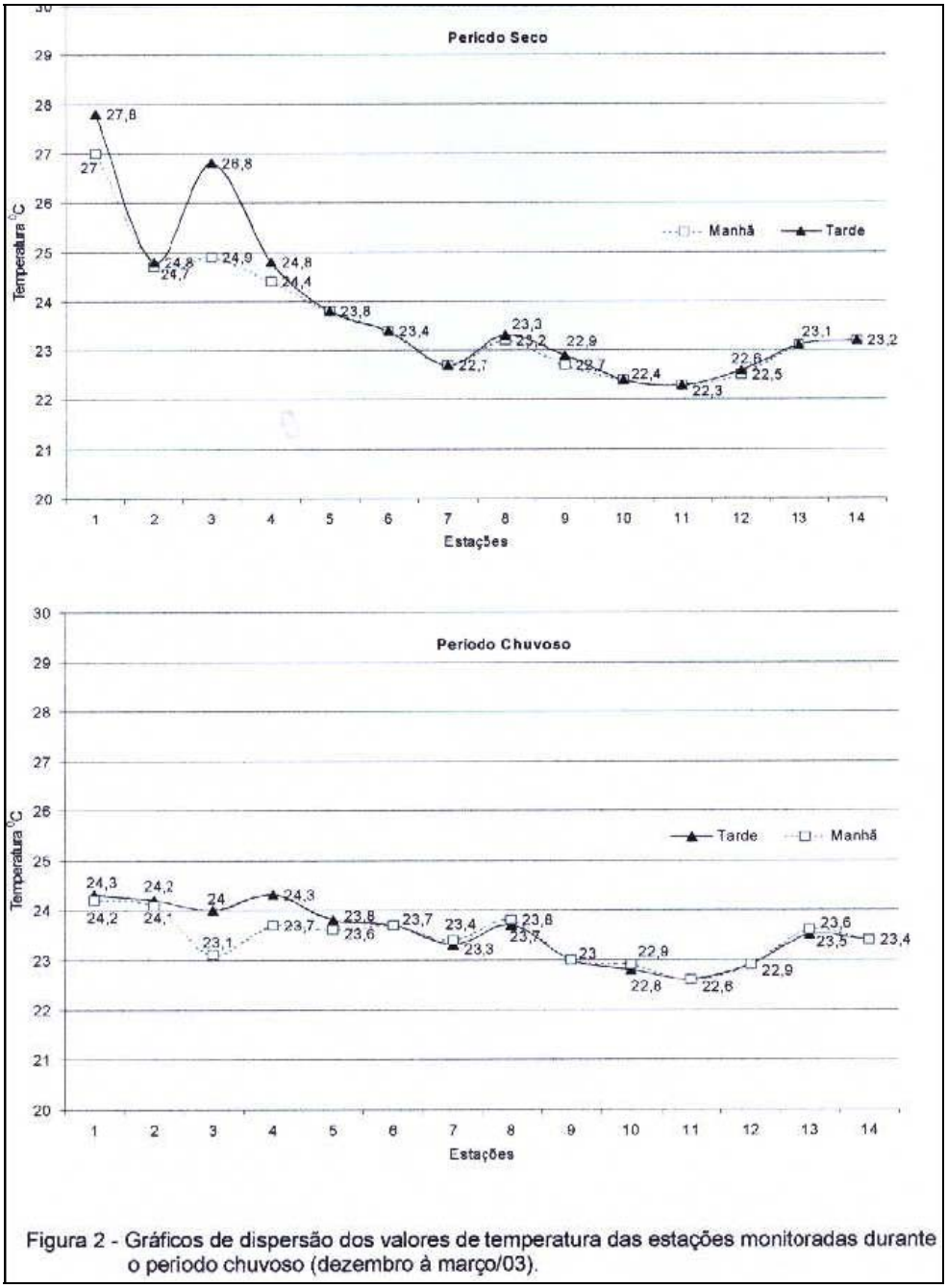


Figura 2 - Gráficos de dispersão dos valores de temperatura das estações monitoradas durante o período chuvoso (dezembro à março/03).

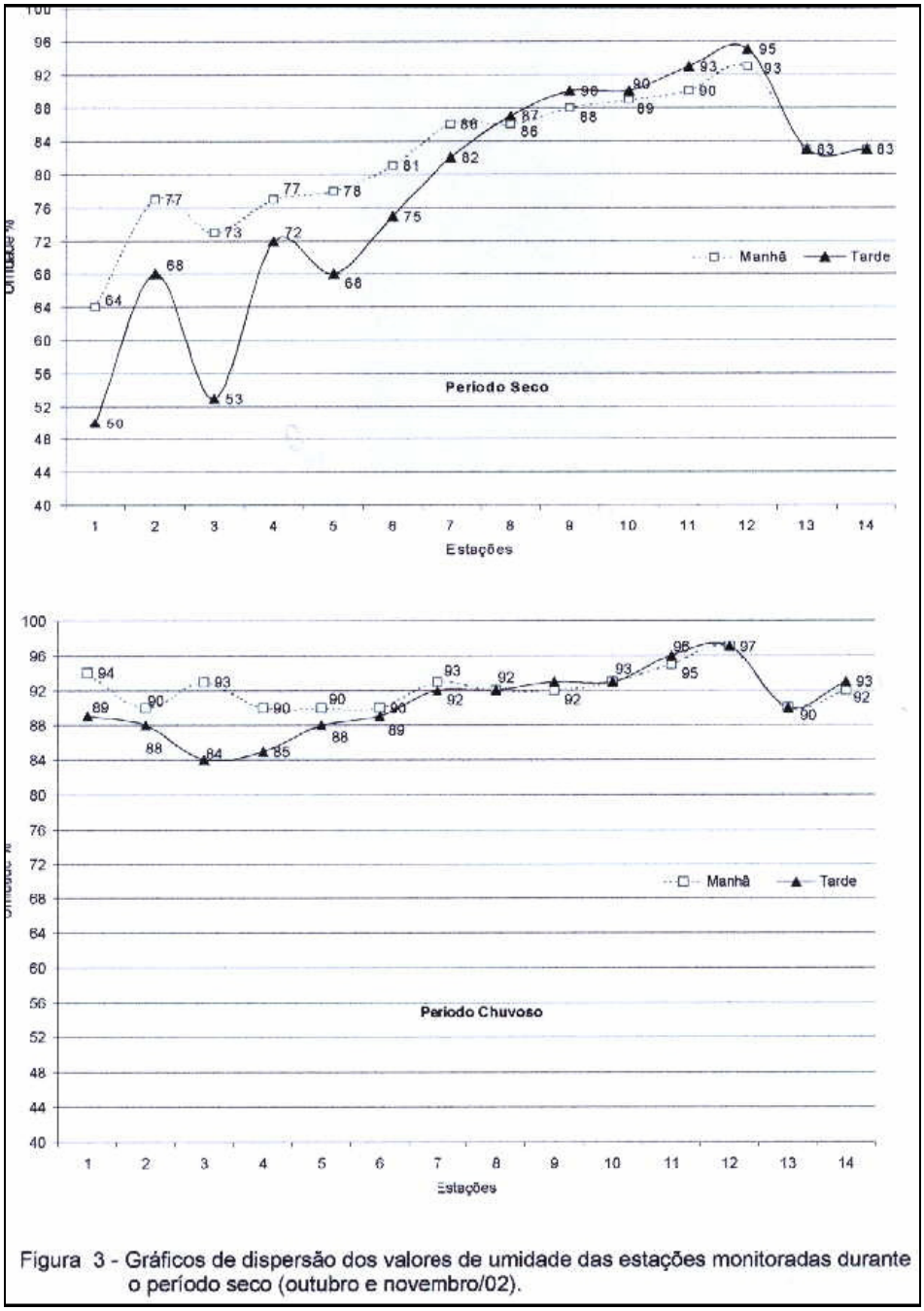


Figura 3 - Gráficos de dispersão dos valores de umidade das estações monitoradas durante o período seco (outubro e novembro/02).

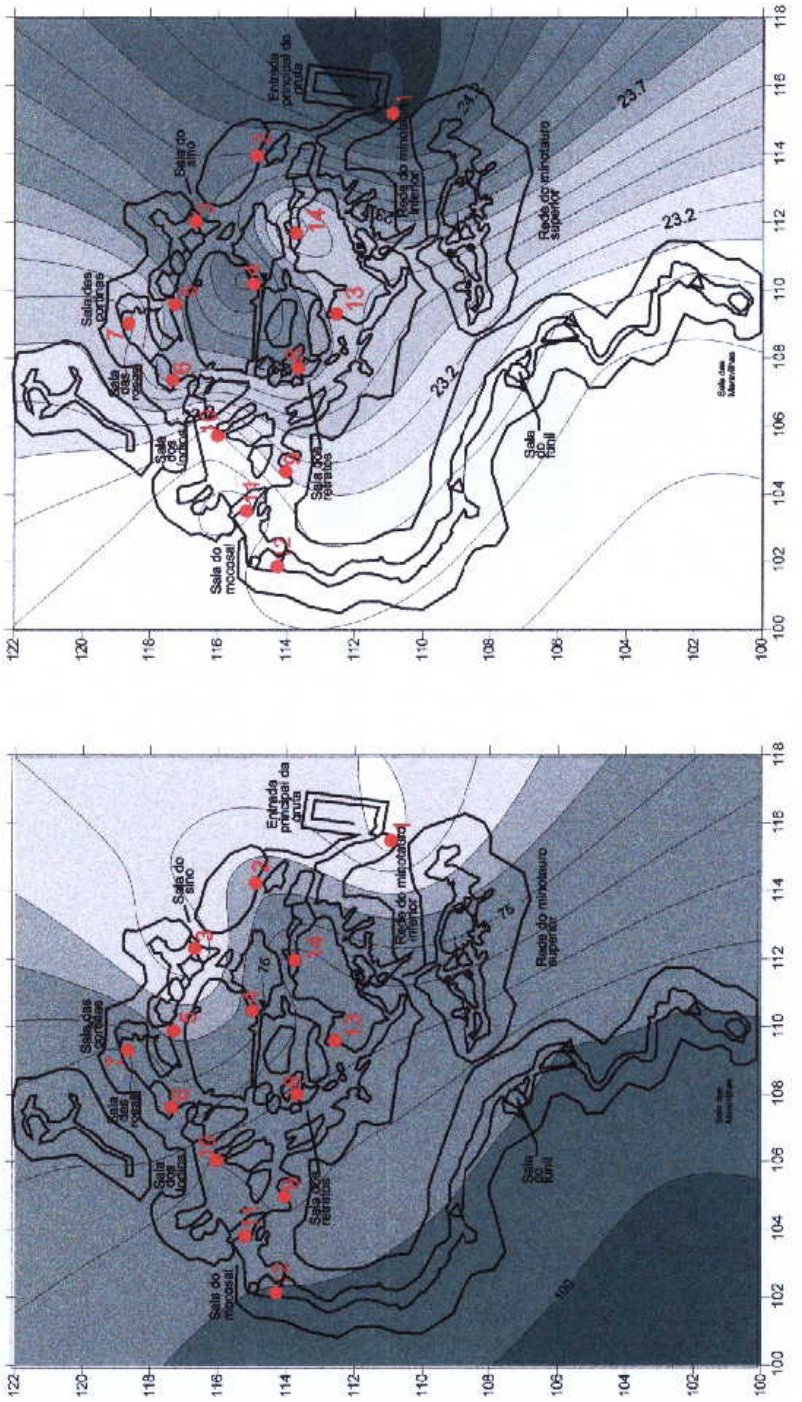
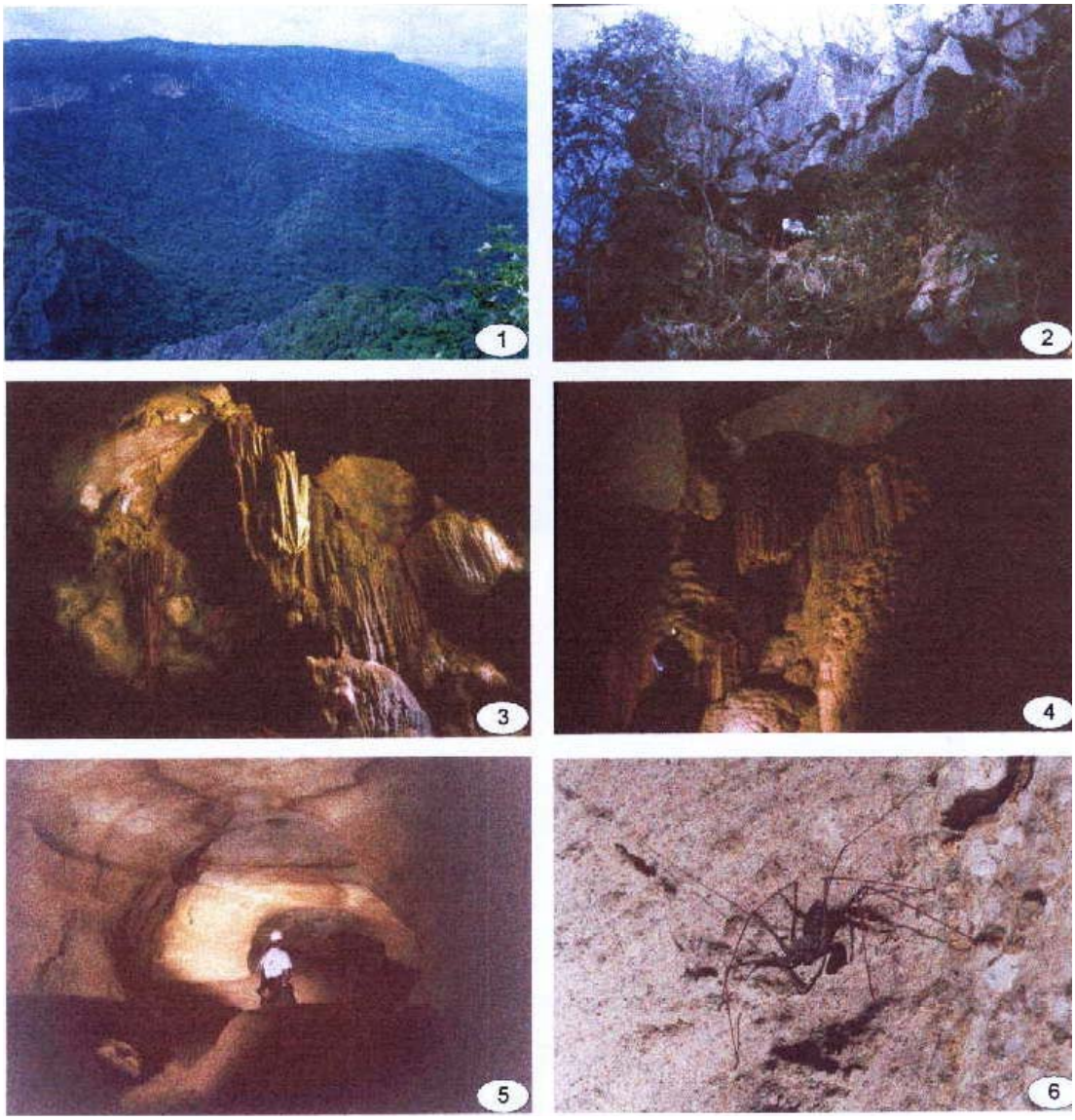


Figura 4 - Mapas de Isógradas (esquerda) e Isotermas (direita) para a Gruta de Ubajara no período chuvoso. Observar zona de alta umidade impedindo avanço da frente de calor proveniente de leste.



PRANCHA 1

Foto 1 - Borda leste da Serra de Ibiapaba observada do teleférico no Parque Nacional de Ubajara. As grutas localizam-se nas morrarias menores na base da serra.
Foto 2 - Entrada principal da Gruta de Ubajara vista da trilha para Araticum.
Foto 3 - Vista Parcial da Sala da Imagem, próximo à entrada principal da Gruta de Ubajara.
Foto 4 - Sala da Rosa contendo grandes escorrimentos de calcita e espeleotema lembrando uma rosa dependurada no teto.
Foto 5 - Galeria do riacho Mucuripe durante o período seco, próximo à Estação 12. Observar a forma circular à elíptica da galeria e as marcas do nível d'água nas paredes deixadas pelo rio no período chuvoso.
Foto 6 - *Amblypigy* - inseto encontrado nas grutas da região, semelhante a uma aranha, com par de antenas bem longas que lhes serve de orientação na ausência de luz.