

ESPELEOTURISMO E MICROCLIMA DA GRUTA DE UBAJARA, CE

César Ulisses V. Veríssimo¹

Johnnath M. Ricardo²

Ana Carolina Barcelos²

José de Araújo Nogueira Neto¹

Wellington F. da Silva Filho¹

José Valdecides do Nascimento Júnior³

Aramis de O. Paiva³

¹DEGEO/UFC – Cxp: 6021 – Fortaleza, CE – CEP: 60445-760 – verissim@ufc.br

²Curso de Mestrado em Geologia da Universidade Federal do Ceará

³Curso de Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará

RESUMO: O Parque Nacional de Ubajara – PNU, localizado na borda leste da serra de Ibiapaba, próximo ao limite entre os Estados do Ceará e Piauí, possui um dos mais belos exemplos de relevo cárstico do Brasil. Esta área de preservação permanente, criada em abril de 1959, abriga o mais importante patrimônio espeleológico do Ceará. A Gruta de Ubajara, com 1120 m de extensão, é a maior e mais ornamentada caverna da área e a principal atração turística do parque. Aproximadamente vinte e oito mil turistas visitam a caverna por ano. Esta elevada taxa de visitação coloca a Gruta de Ubajara entre as mais visitadas do Brasil. O monitoramento dos parâmetros temperatura (T) e umidade (U) durante cerca de um ano, possibilitou analisar os efeitos das flutuações climáticas externas na caverna, bem como, estabelecer o limite físico desta influência em relação a sua entrada principal. Nos meses chuvosos a Gruta de Ubajara registra um aumento significativo de umidade em certos locais, promovendo uma modificação substancial no microclima. A formação de uma área de alta umidade impede o avanço da frente de calor proveniente do leste, limitando a influência das flutuações climáticas externas para o interior da gruta. Não foi observada mudança significativa nos parâmetros ambientais (T e U) relacionada ao aumento do fluxo de turistas na caverna, entretanto, a influência dos equipamentos de iluminação ficou evidenciada na dilatação do gradiente termal das galerias e salões de dimensões reduzidas.

Palavras chave: gruta de Ubajara, parâmetros ambientais, flutuação climática, capacidade de carga, turismo.

ABSTRACT: The National Park of Ubajara, located in the east border of the Ibiapaba mountain and close to the boundary between Ceará and Piauí States, possesses one of the most beautiful examples of Brazilian karst landforms. This area of permanent preservation, made in April of 1959, shelters the most important speleological patrimony of the Ceará State. The Ubajara cave, having 1120 m of extension, is the largest and more ornamented cave of the area and the main tourist attraction of the park. Approximately twenty-eight

thousand tourists visit the cave by year. This elevated visitation rate puts the Ubajara cave among of the one more visited tourist caves of the Country. The continuous study of the temperature (T) and humidity (U) parameters, during about one year, allowed to analyze the effects of the external climatic flotation in the cave, as well as, to establish the physical limit of its influence in relation to main cave entrance. In the rainy months the cave of Ubajara registers a significant increase of humidity in certain places, promoting a substantial modification of the microclimate. The formation of an area of high humidity impedes the progress of a heat front coming from the east, and limits the influence of the external climatic flotation for the interior of the cave. No significant changes were observed in the analyzed environmental parameters (T and U) related with the tourists' flow increment in the cave, however, the influence of the spotlights was evidenced in the dilation of the thermal gradient of the galleries and small cave's rooms.

Keywords: Ubajara cave, environmental parameters, climatic flotation, carrying capacity, tourism.

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará, caracterizado pela sua imensa diversidade paisagística (litoral, sertão, serras e chapadas) participa a cada dia mais intensamente do fenômeno do crescimento da atividade turística mundial. Entre as diversas alternativas que contrastam com o turismo de massa praticado no litoral cearense, o **espeleoturismo** ou **turismo em cavernas** representa uma modalidade diferenciada de turismo que pode ser classificada ao mesmo tempo como turismo ecológico, científico e de aventura.

Poucos têm conhecimento de que um dos mais belos exemplares de relevo cárstico do Brasil encontra-se na borda leste da Serra de Ibiapaba, dentro do Parque Nacional de Ubajara - PNU, a cerca de 350 km da capital do Estado. Esta área de preservação permanente, criada em abril de 1959 em função de seu valor paisagístico, abriga o mais importante patrimônio espeleológico do Ceará. A Gruta de Ubajara, a maior delas, representa o principal atrativo turístico do parque, chegando a receber em média vinte e oito mil turistas por ano. Durante os feriados prolongados de Carnaval e Semana Santa, visitam a caverna, em um único dia, mais de 400 pesso-

as. 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 publicado em 1981 foi sugerido um número limite 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 ultrapassa este limite.

Este estudo realizado por professores e alunos do Departamento de Geologia da UFC com apoio do IBAMA-PNU apresenta os resultados do estudo geoambiental de monitoramento diário dos valores de temperatura e umidade da Gruta de Ubajara, realizado entre os meses de outubro/2002 e junho/2003; que teve por objetivo principal a análise preliminar da capacidade de suporte da Gruta voltada a atividade turística.

SÍNTESE SOBRE A GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA ÁREA E GÊNESE DAS CAVERNAS

A Serra de Ibiapaba pode ser descrita como um exemplo de relevo monoclinal em

forma de cuesta, com o flanco leste íngreme denominado de *front*, e o flanco oeste com declives bem suaves em direção ao Piauí constituindo o reverso da cuesta (Foto 1 – Prancha I). A evolução geomorfológica da área remonta provavelmente ao final do Paleozóico com o encerramentos das transgressões e regressões marinhas periódicas, e início do soerguimento de toda região noroeste do Ceará durante o Cenozóico, gerando o basculamento da bacia e a inclinação suave dos estratos sedimentares para oeste. O arqueamento regional foi acompanhado por processos de entalhe e erosão localmente condicionados por falhamentos, que propiciaram o recuo das vertentes e a expansão da depressão periférica, configurando por fim um relevo de *cuesta*.

As rochas que afloram na cornija e *front* da cuesta de Ibiapaba pertencem a unidade geológica conhecida como Grupo Serra Grande e consistem, principalmente, de arenitos arcoseanos grossos a conglomeráticos, com algumas camadas conglomeráticas intercaladas, com aspecto maciço ou com estratificações cruzadas (Formação Ipú), os quais gradam em direção ao topo da escarpa para arenitos finos com níveis pelíticos intercalados (Formação Tianguá). A erosão e o recuo da serra da Ibiapaba iniciados, provavelmente, a 65 milhões de anos acabaram por expor os metacalcários pré-cambrianos da Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara) a ação da chuva e do sol, formando no local um relevo cárstico. No interior de uma das morrarias que compõem este relevo localiza-se a Gruta de Ubajara, principal atrativo turístico do Parque Nacional de Ubajara.

A água da chuva ao cair reagiu com o gás carbônico contido na atmosfera e no solo gerando um ácido fraco, mas capaz de dissolver com facilidade o calcário. Este processo de dissolução química foi o responsável pela formação das grutas e de uma série de outras feições superficiais que hoje constituem os principais atrativos do parque. A in-

filtração da água ao longo dos principais sistemas de fraturas e do acamamento sedimentar, juntamente com a movimentação do lençol freático promoveram a lenta dissolução das rochas calcárias gerando a abertura de pequenos condutos, galerias e salões (fase freática). O desenvolvimento e ampliação das cavernas prosseguiu com o rebaixamento do freático. A exposição dos salões e galerias acima do nível d'água acumulada em seu interior ocasionou a queda de blocos e o desabamento dos tetos (fase vadosa).

Especialmente próximo à entrada principal da Gruta de Ubajara os espaços vazios deixados pela dissolução e erosão fluvial, bem como as condições de instabilidade do teto, provavelmente durante a transição da fase freática para vadosa, levaram a formação de salões de grandes dimensões, como os do Retrato e do Mocosal.

Atualmente a Gruta de Ubajara encontra-se estabilizada, predominando a formação de depósitos de cavernas. Estes depósitos, também conhecidos por espeleotemas, formaram-se principalmente pela reprecipitação do carbonato de cálcio na forma do mineral calcita (CaCO_3).

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

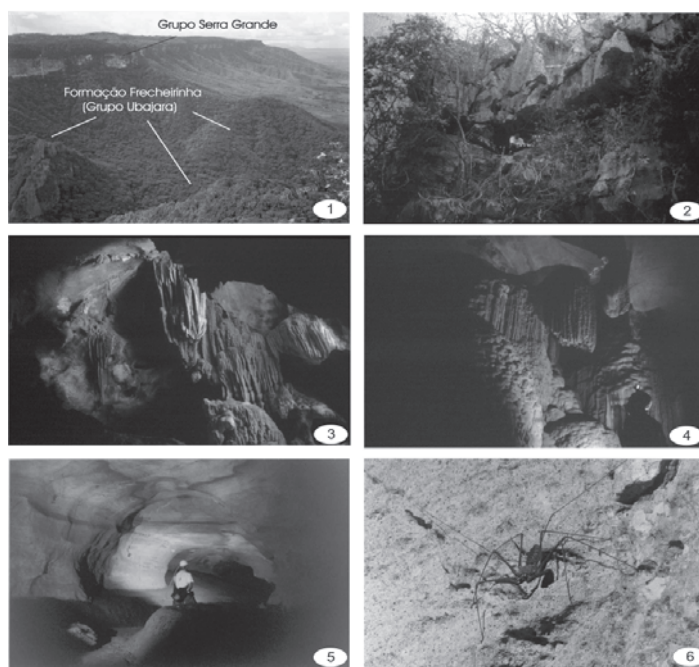
A Gruta de Ubajara, com 1120 m de extensão é a maior e mais ornamentada das cavernas da região, possuindo grandes e belos salões interligados por galerias e condutos que abrigam um importante patrimônio espeleológico. Entre os principais e mais bonitos espeleotemas encontrados estão estalactites, estalagmites, colunas, cortinas, e travertinos. Os escorrimentos de carbonato de cálcio (CaCO_3) através dos tetos e paredes da caverna levaram centenas a milhares de anos para criarem formas que lembram flores, animais pré-históricos e cascatas de pedra, que hoje são apreciados por turistas provenientes das mais diversas regiões do Brasil e do Mundo (Fotos 3 e 4 – Prancha I).

Na Gruta de Ubajara é possível diferenciar dois setores, os quais retratam estágios distintos de evolução da caverna: o setor nordeste, limitado à leste pelo paredão externo onde situam-se a entrada principal e a sala do Sino e, à oeste, pela sala do Mocosal; e o setor sudoeste, representado pela galeria do riacho Mucuripe (Figura 2).

O setor nordeste inclui todos os atuais corredores e áreas liberadas a visitação turística. Neste encontram-se as principais belezas cênicas e os maiores salões e galerias da caverna. 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).

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

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 consequente abertura e ampliação dos espaços internos. Ainda é possível observar nestes salões os planos de abatimento e o formato em abóbada dos blocos e tetos preservados.



PRANCHA I

- 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 - *Amblypygi* - artrópode da classe arachnida encontrado nas grutas da região, com par de antenas bem longas que lhes serve de orientação na ausência de luz.

ZONEAMENTO DA GRUTA DE UBAJARA

Dos 1120 metros de desenvolvimento da Gruta de Ubajara, apenas 420m possuem pontos de iluminação artificial e estrutura turística (zona de uso intensivo), 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 distintas, 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 ou zona de proteção total, onde se encontram 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 termo-higrômetros possuem calibração digital, escalas em graus variando entre: $-5^{\circ} + 70^{\circ}\text{C}$ e $-58 + 158^{\circ}\text{F}$, taxas de umidade entre: 20-99%, memórias de máxima e mínima, precisão de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ e 1%; e resolução do *display*: 0.10.

Além do monitoramento diário de temperatura e umidade, foram executadas as se-

guintes 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 27°C pela manhã e $27,8^{\circ}\text{C}$ 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 o setor 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 as condições locais de umidade da Sala dos Retratos, onde se encontra a estação 8.

Os maiores 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 a dezembro) a água presente no setor nordeste ocorre em quantidade muito pequena infiltrando-se ao longo de fraturas e discontinuidades existentes no teto. Entretanto, no período chuvoso (janeiro a 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 perí-

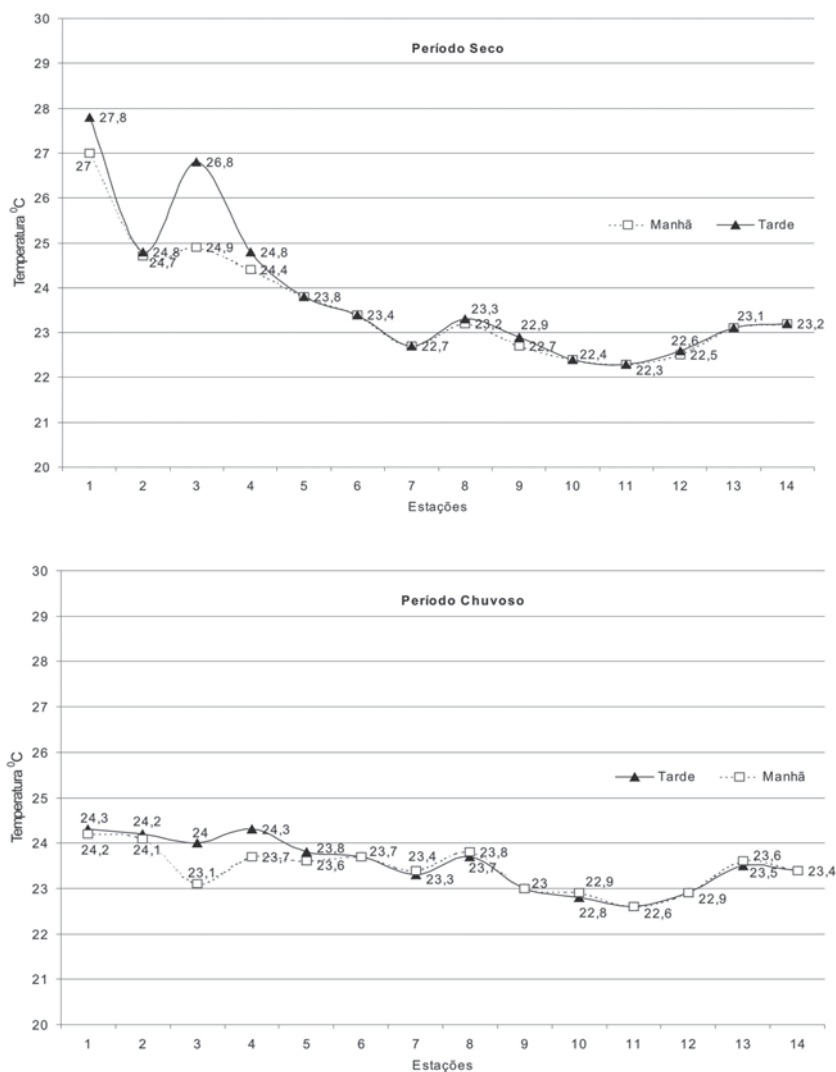


Figura 2 - Gráficos de dispersão dos valores de temperatura das estações monitoradas durante os períodos seco e chuvoso (dezembro à março/03).

odo 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 partir 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, che-

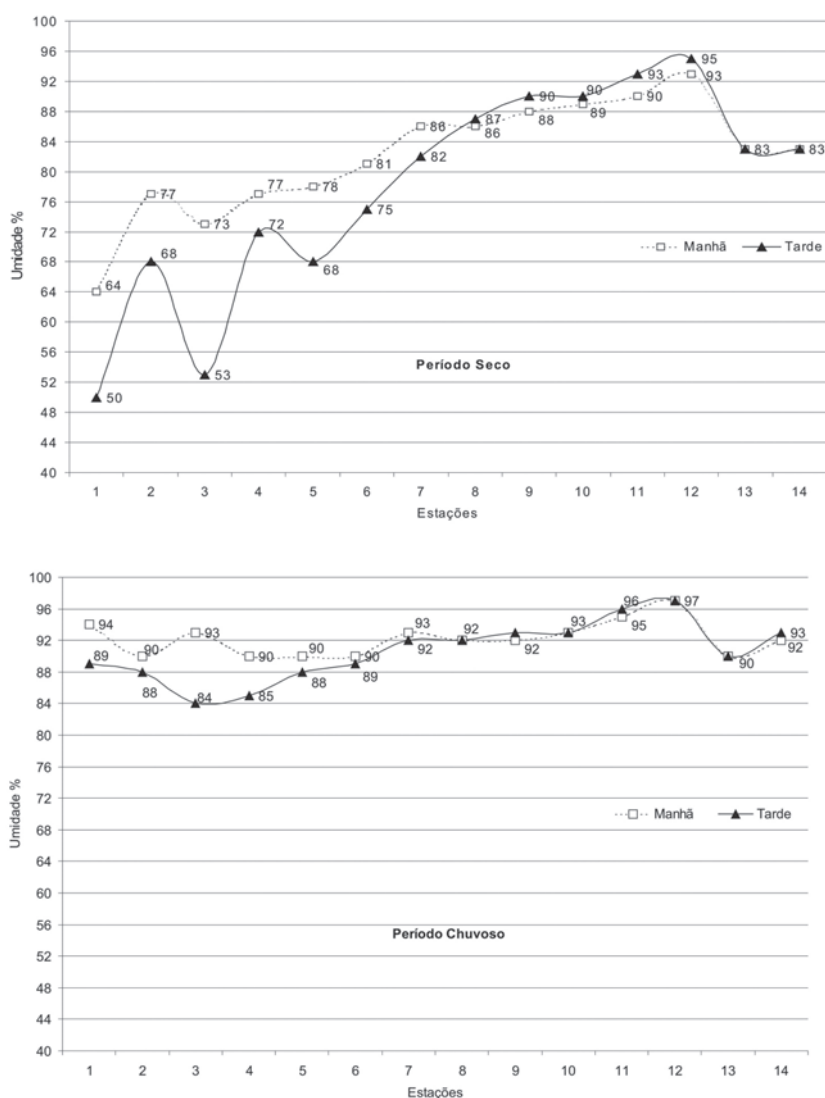
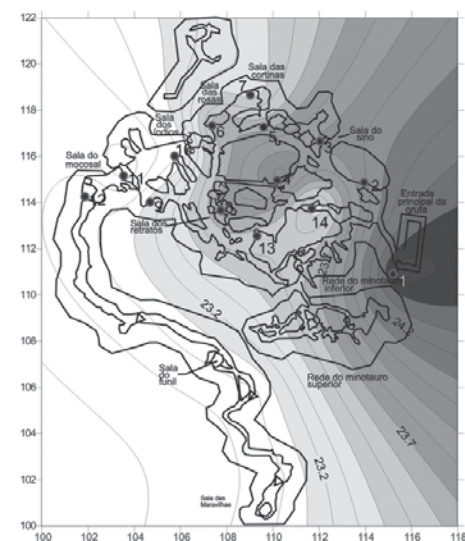


Figura 3 - Gráficos de dispersão dos valores de umidade das estações monitoradas durante os períodos seco e chuvoso (outubro e novembro/02).

11

te. Os valores de temperatura e umidade registrados a 50cm dos holofotes de 500W mostram, respectivamente, aumentos de 6 a 10°C e 20 a 45% em relação aos valores padrões da gruta, entretanto, o sistema de iluminação fixo é utilizado de forma sequencial, 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 1°C) 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.

[illegible]

Estudios Geológicos v. 15, 2005

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados do estudo realizado na Gruta de Ubajara permitiram concluir que o setor nordeste da caverna 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

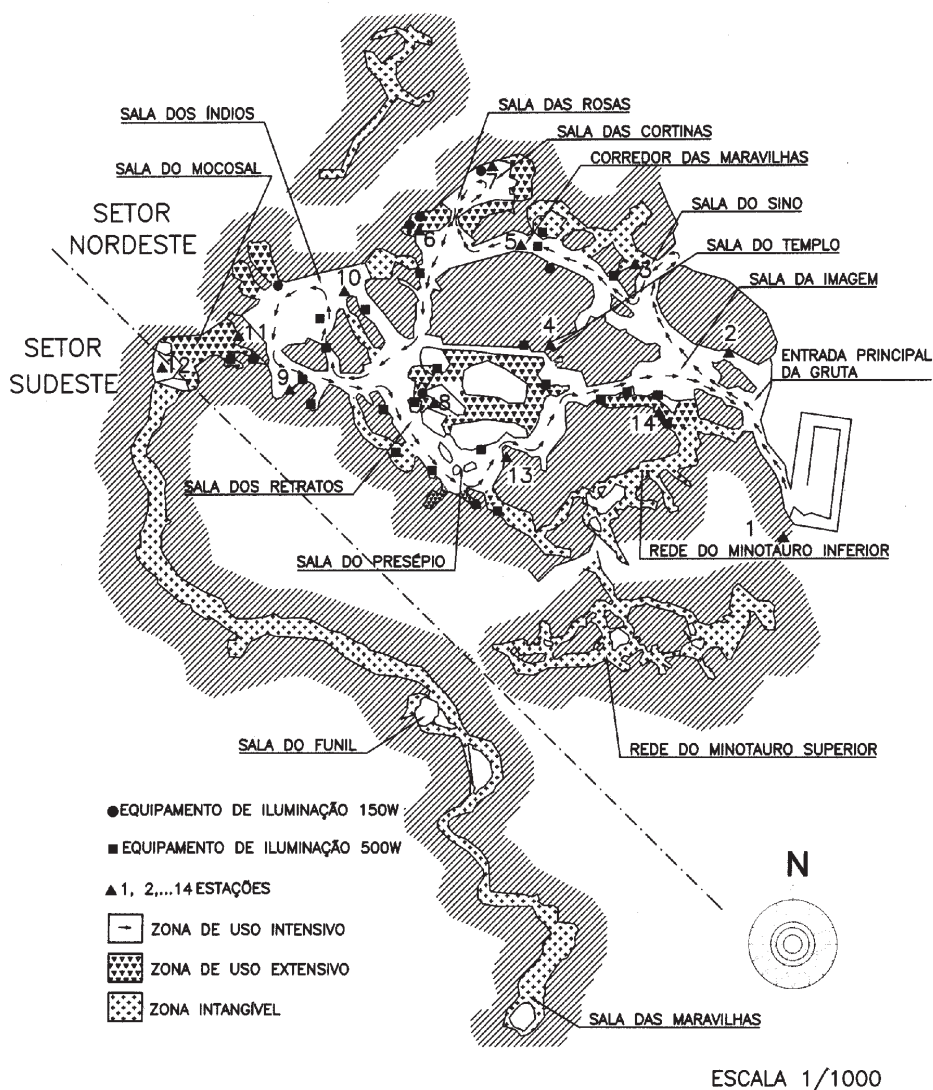


FIGURA 1 — Zoneamento da Gruta de Ubajara e Equipamentos de Iluminação
 (Modificado de IBDF/FBPCN (1981))

gerais pode-se considerar que o atual Manejo Espeleológico da Gruta de Ubajara é adequado, necessitando de pequenos ajustes no sistema de iluminação e na capacidade de carga dos locais de dimensões reduzidas abertos à visitação turística, entretanto, existem evidências de que os equipamentos de iluminação contribuem para a elevação da temperatura da caverna nos salões menores. Portanto, deve-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 é a utilização de lâmpadas frias (fluorescentes). Sugere-se, ainda, que durante o período chuvoso as Salas das Cortinas e, principalmente a do Índio sejam evitadas, 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 Mucuri.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio e a infra-estrutura disponibilizada por Antônio Emanuel Barreto Alves de Sousa (Chefe do Parque Nacional de Ubajara no período) e pelos funcionários Humberto de S. Bezerra (vice-chefe), Sônia M. Jorge, Amarildo Martins e Edite Besserra do IBAMA-PNU. Agradecem, ainda, ao presidente Luciano Lima e aos guias da COPTUR Francisco Wélío Evangelista, José Iran da Silva e Daniel da Silva pelo suporte técnico durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MARRA, R.J.C. 2001. Espeleo Turismo: Planejamento e Manejo de Cavernas. Ed. WD Ambiental. Brasília, 224p.
- IBDF-FBCN 1981. Plano de Manejo do Parque Nacional de Ubajara. Convênio IBDF/FBPCN, 125p.



