

CONTRIBUIÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PLANO DE MANEJO EM AMBIENTE CAVERNÍCOLA - GRUTA DO MAQUINÉ: UM ESTUDO DE CASO

Thiago Ferreira Lima¹ & Marcelino Santos de Moraes²

Resumo:

O presente trabalho teve como objetivo contribuir com o Desenvolvimento de um Plano de Manejo Espeleológico (PME) para a Gruta do Maquiné, apresentando dados e propondo discussões que serão úteis para construção e estruturação do Plano de Manejo a fim de minimizar os impactos ambientais causados por sua constante visitação, visto tratar-se de um ambiente geológico altamente susceptível a degradação. Realizou-se o monitoramento da umidade e temperatura da gruta em períodos distintos, este monitoramento foi orientado pela espacialização dos focos de iluminação artificial, trajeto das visitas e pela dimensão dos salões da gruta. Os resultados obtidos indicaram os principais fatores e processos de degradação ambiental gerados pela prática de um Turismo não sustentável bem como mostrou caminhos a serem seguidos para a mitigação dos danos causados nos quase quarenta anos de exploração turística.

INTRODUÇÃO

Este artigo visa contribuir para a estruturação do Plano de Manejo Espeleológico – PME, para a Gruta do Maquiné justificado por sua importância científica, cultural e econômica, assegurando assim a conservação de seu ambiente sensível e peculiar, principalmente após a crescente expansão do chamado “ecoturismo”, refletindo e propondo parâmetros que regulem a visitação destes ambientes.

O Plano de Manejo Espeleológico é uma temática que começou a ser discutida recentemente no meio científico, e que vêm, cada vez mais se mostrando como um instrumento dinâmico e necessário no planejamento das diversas atividades antrópicas realizadas no ambiente cárstico e na preservação do patrimônio espeleológico.

No Brasil, até então, um número muito pequeno de cavidades teve seus planos de manejo realizados, destacando entre elas a Gruta do Lago Azul, localizada no Município de Bonito, no Estado do Mato Grosso do Sul.

Os dados e discussões aqui apresentados têm como referência o PME proposto pelo Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV/IBAMA, e também por Marra (2000).

De acordo com Macedo (1995) a avaliação ambiental é considerada a mais ampla atividade analítica que se pode realizar acerca de um objeto qualquer do conhecimento. Para avaliar este objeto, no presente caso as cavernas e seus entornos, é necessário compreendê-lo e mensurá-lo segundo as relações mantidas entre seus elementos e aspectos, físicos, bióticos, econômicos, sociais e culturais.

Para Marra (2000, 2001), o Plano de Manejo é um instrumento de planejamento com grande aplicabilidade visando o desenvolvimento físico do objeto a ser planejado, de acordo com suas finalidades, estabelecendo diretrizes básicas para o manejo.

Segundo o CECAV/IBAMA, o plano de manejo espeleológico visa disciplinar, orientar e atribuir um sentido harmônico, lógico e possível às intervenções planejadas. O PME tem como utilidade dar subsídios às decisões, orientando de maneira planejada as estratégias de intervenção, visando proporcionar menor impacto possível ao ecossistema frágil e delicado das cavernas.

A caverna é um ambiente extremamente frágil, que em sua natureza mantém um delicado equilíbrio ecossistêmico. Por apresentar como características a ausência de luz e a constância de temperatura e umidade, o meio cavernícola apresenta condições para o desenvolvimento de uma fisiografia singular bem como uma fauna única, com muitas espécies endêmicas e raras. Deve-se ainda ressaltar que tais características propiciam a preservação de informações das diferentes realidades de um mundo pretérito, sendo assim um rico cenário de trabalho para a Geociências e Ciências afins.

Por outro lado, a importância turística das cavernas é expressa diretamente na geração de empregos para a comunidade local, principalmente nas regiões onde este tipo de atividade é a principal opção econômica, além do fator ligado aos consumidores daquele ambiente, turistas, principalmente quando se trata do espeleoturismo.

1 - Geógrafo e Consultor Ambiental. thico_geo@yahoo.com.br

2 - Prof. Dep. de Turismo da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM. morais.marcelino@gmail.com

No presente trabalho tratar-se-á sobre as características da Gruta do Maquiné ressaltando diversas possibilidades de implementação de um Plano de Manejo Espeleológico (PME) com o intuito de minimizar impactos ambientais decorrentes da visitação turística procurando assim nortear formas de implementação de atividade turística sustentável.

CONTEXTUALIZAÇÃO REGIONAL

A área de estudo está localizada no município de Cordisburgo, inserido na zona metalúrgica do Estado de Minas Gerais, distando cerca de 120 km da capital Belo Horizonte. Está situada na borda sul do Cráton São Francisco, na plataforma carbonática neoproterozóica do Grupo Bambuí, mais especificamente na Formação Lagoa do Jacaré de calcários não dolomíticos e escuros, sobre os metapelitos da Formação Santa Helena (Uhlein *et al.*, 1986).

A região do entorno da Gruta do Maquiné apresenta características fitogeográficas do Cerrado. O índice pluviométrico médio anual é de 1230 mm e temperatura média anual em torno de 22,1°C.

Segundo White (1988), a classificação das paisagens cársticas se dá de acordo com a ocorrência e a natureza das suas coberturas distinguindo o carste coberto e o descoberto.

O carste do entorno da gruta do Maquiné, é classificado como um carste coberto apresentando um solo raso e residual nos topos de morros, suportado por um espesso pacote de Filito da Formação Santa Helena (Uhlein *et al.*, 1986) recortado por veios de quartzo e recoberto por material coluvial ao longo das vertentes.

O conjunto fisiográfico da região apresenta um cenário de uma grande fragilidade ambiental, fato este comprovado pelos intensos processos erosivos originados e intensificados pela má utilização do solo nas atividades agropecuárias e do garimpo de quartzo.

PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

O método de coleta de dados respeitou a seguinte sistemática:

Foram realizadas atividades de campo e laboratório a fim de localizar e caracterizar as feições naturais e antrópicas da gruta do Maquiné e de seu entorno.

As atividades de campo constituíram a principal etapa do trabalho, pois foi através da análise ambiental das condições internas da Gruta do Maquiné e do monitoramento da sua temperatura e umidade é que se pôde ter uma visão mais apurada dos diversos processos e fatores que contribuem para a degradação da gruta.

Nos trabalhos iniciais, foram utilizados como base: carta topográfica na escala 1:50.000 (IBGE); fotografias aéreas na escala 1:30.000 (CEMIG, 1989) e imagem de satélite na escala 1:25.000, Land Sat TM e ETM, bandas 5, 4 e 3 e Planta da Gruta do Maquiné. A utilização deste material permitiu o entendimento do uso e ocupação do entorno da gruta, bem como definir as ações e os locais

de monitoramento, espacializar e caracterizar as diversas fontes de iluminação da gruta, as áreas de deslocamento dos visitantes e descrição das áreas monitoradas.

Pela planta da caverna (Figura 1) foi definida sua divisão em sete salões; divisão esta que permitiu uma melhor caracterização dos mesmos. Levou-se em consideração a interseção dos maiores eixos de desenvolvimento dos salões, presença de iluminação e trajeto turístico utilizado pelos visitantes para a instalação dos termohigrômetros para o monitoramento da temperatura e umidade.

As análises das diversas intervenções antrópicas nas áreas monitoradas foram norteadas pelo levantamento e descrição dos seguintes itens:

- Trajeto turístico atual - Identificação e espacialização do circuito de visitação utilizado pelos guias na planta da caverna;
- Estrutura de acesso aos pontos de visitação - Descrição das condições atuais destas estruturas;
- Equipamentos de sinalização e Apoio - Identificação e descrição das placas informativas, lixeira, infra-estrutura de acesso à gruta;
- Sistema de iluminação - Identificação e espacialização das diversas fontes de iluminação;
- Ações de Depredação - Identificação de ações de vandalismo encontradas na caverna (pichações, lixo etc.).

O monitoramento da temperatura e umidade foi realizado em duas etapas distintas. Na primeira etapa utilizou-se 5 termohigrômetros analógicos e foram realizadas medições durante 10 dias no mês de julho do ano de 2004, ou seja, período mais seco. Estas medições foram realizadas somente no horário de visitação da gruta respeitando-se um intervalo de uma hora. A segunda etapa utilizou-se 7 termohigrômetros digitais e foram realizadas medições num período de vinte e quatro horas respeitando-se o intervalo de uma hora, esta etapa aconteceu no mês de outubro de 2005 do mesmo ano, período mais úmido. Na primeira etapa não foram monitorados os salões 1 e 7 devido ao número de termohigrômetros.

As informações obtidas durante as medições geraram uma série de gráficos que auxiliaram nas análises realizadas (Figuras 1, 2 e 3).

Por fim, as análises dos dados obtidos no monitoramento do microclima da caverna, bem como nas descrições dos salões foram complementadas pela incorporação de informações retiradas de fontes bibliográficas específica.

DESCRIÇÃO AMBIENTAL DA GRUTA DO MAQUINÉ

As condições ambientais da gruta do Maquiné foram analisadas conforme os itens descritos nos procedimentos de coleta de dados. A descrição ambiental fez-se necessária para uma melhor compreensão dos processos e fatores de modificação da condição natural da Gruta do Maquiné.

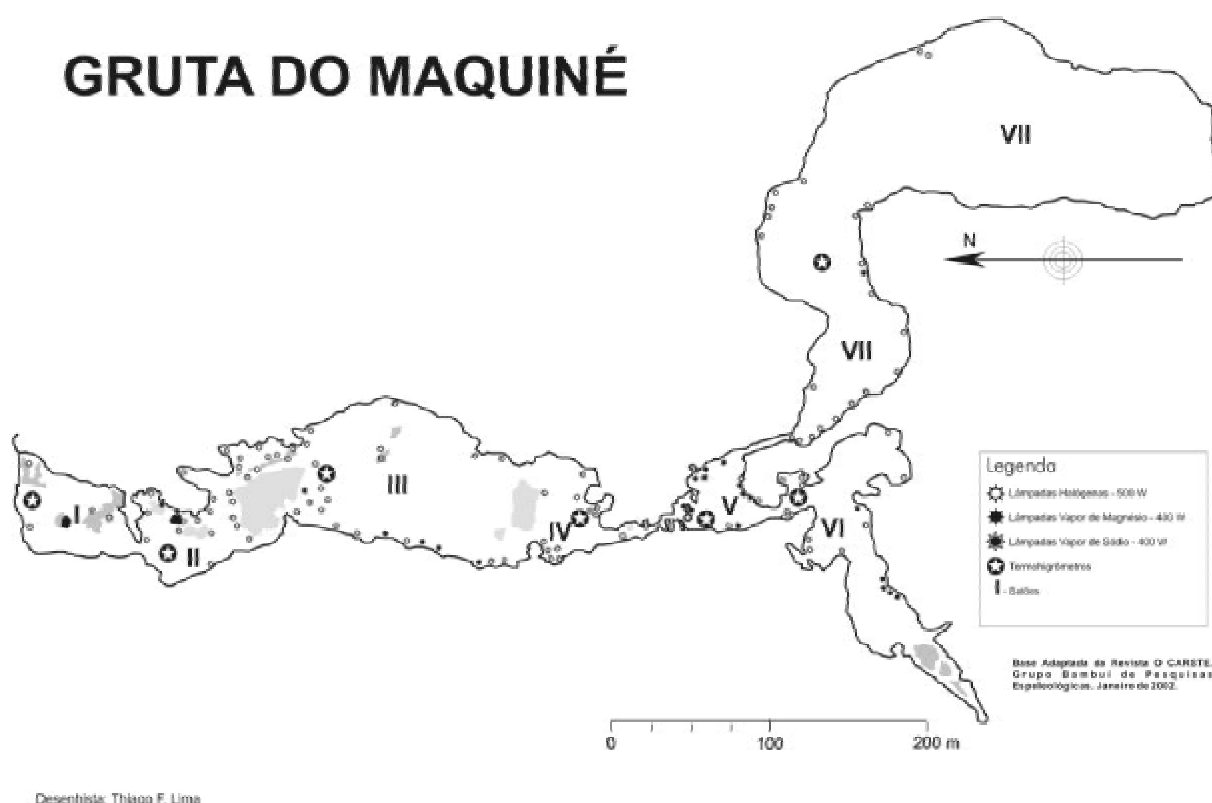


Figura 1: Mapa da Gruta do Maquine

De forma generalizada todos os ambientes visitados apresentam sérios danos à estrutura natural da cavidade. O que mais se ressalta são as pichações e quebra de espeleotemas estes impactos estão diretamente ligados a estrutura de acesso a visitação, a qual não apresenta nenhum equipamento de limitação ao ambiente visitado, ou seja, o turista pode facilmente não respeitar o espaço destinado ao deslocamento e transitar em áreas sensíveis ao pisoteio.

De forma recorrente a iluminação apresenta-se como uma grave fonte de degradação, além de inadequada não há um controle da potência das lâmpadas bem como do tempo de funcionamento das fontes de iluminação. Durante o trajeto de visitação todos os salões permanecem com suas luzes acesas, não há um dispositivo de intermitência das luzes perante a não presença de turistas, desta forma há a alteração do microclima cavernícola propiciando a proliferação de microorganismos que se alojam nos espeleotemas descaracterizando-os. Este impacto se faz mais notado no terceiro salão, onde os mais expressivos espeleotemas, para o espeleoturismo da gruta apresentam uma forte presença de microorganismos.

Sobre a iluminação deve-se ainda ressaltar a má conservação das instalações elétricas, em vários pontos observados estas instalações estão expostas, gerando uma grave poluição visual e colocando em risco a

integridade física não só dos visitantes, mas também dos funcionários. A avaliação ambiental da Gruta do Maquiné foi sintetizada no Quadro 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As cavidades naturais possuem de uma forma geral, particularidades muito importantes no que tange seu ecossistema. Sua dinâmica interna, composta por fatores bióticos e abióticos e suas inter-relações, está intimamente relacionada com o microclima que é proporcionado por estes ambientes tão peculiares.

A atividade turística, quando mal planejada exerce uma grave influência negativa a este ambiente, não só pela visitação e pela presença de pessoas excedendo a capacidade de carga da caverna, mas por toda a infraestrutura interna que deve ser proporcionada para a mínima segurança destes visitantes, como por exemplo, passarelas e iluminação.

Deve-se então, quantificar em valores de monitoramento, essa influência no microclima da caverna, por meio de dados de temperatura e umidade relativa do ar. Com os dados obtidos no monitoramento foram confeccionados 14 gráficos de temperaturas e umidades que permitiram a análise dos dados (Figuras 1,2 e 3).

Quadro 1: Síntese da Avaliação Ambiental da Gruta do Maquiné.

QUADRO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA GRUTA DO MAQUINÉ		
Ação Impactante	Impacto - Diretos/Indiretos	Possíveis Medidas Mitigatórias
Colocação de cartazes, folders, banners, fotos, mapas e placas indicativas.	Poliuição Visual, sensação cansaço visual.	Não colocação e/ou retirada de banners, cartazes, mapas, fotos e placas indicativas da cavidade, atraindo o olhar do visitante para outras características morfológicas da caverna enriquecendo assim a visitação.
Atividade Turística mal orientada.	Depredação do patrimônio espeleológico em geral, por meio de pichações, quebra e pisoteio de espeleotemas. Dispersão de lixo ao longo da cavidade.	A Educação Ambiental é a melhor forma de minimizar este tipo de impacto. É de fundamental importância conscientizar o visitante das fragilidades e especificidades de um ambiente cavernícola. Por meio da criação de um Centro de Interpretação Ambiental, os visitantes poderiam estar mais bem orientados sobre essas características da caverna, criando assim uma consciência espeleoconservacionista. A capacitação da mão de obra (guias) também é uma medida importante.
Instalação de Infra-Estrutura para visitação interna.	Destruição de espeleotemas e feições raras.	Este talvez seja o maior problema da Gruta do Maquiné. Os impactos causados pela instalação das passarelas de concreto causaram a destruição de vários espeleotemas dentro da cavidade, como os travertino na entrada do corredor das cortinas. A retirada destas passarelas seria algo muito penoso para a cavidade, causando mais impactos desnecessários a mesma. A instalação de uma passarela suspensa é uma possibilidade, pois causaria menor impacto e traria maior segurança aos visitantes.
Instalação de iluminação artificial.	Influência no microclima da cavidade, proliferação de microorganismos clorofilados nos espeleotemas, escurecimento de rochas devido ao calor intenso.	Para a sustentabilidade do ambiente é necessária a troca da iluminação por uma iluminação fria. A grande questão é a falta de verba da Fundação Maquinetur para gerir tal modificação. Esta modificação traria ganho não só para o ecossistema da cavidade, mas também para a Fundação, pois diminuiria os gastos com iluminação.
Colocação de grades a fim de impedir a entrada da fauna.	Extinção da Fauna da cavidade	Retirada da grade colocada sob o portão de entrada no segundo salão. A não retirada desta grade poderá implicar em até uma possível extinção da fauna cavernícola da Gruta do Maquiné. Os turistas devem ser conscientizados da necessidade do morcego para com o ecossistema da caverna.
Grande número de pessoas nos grupos de visitação.	Depredação de espeleotemas, influência no microclima da cavidade.	A capacidade de carga deve ser repensada, diminuindo o tamanho dos grupos que hoje visitam a Gruta. A Fundação Maquinetur alega inviabilidade de diminuição destes grupos, gerando um acúmulo de trabalho para os guias, prejudicando ainda mais a qualidade da visitação.
Colocação artificial de água em travertinos.	Influência na umidade relativa do ar, mangueiras a mostra pela cavidade.	Caso realmente seja necessária a colocação de água dentro da caverna por apelos turísticos, que esse sistema de "irrigação" interno seja feito, preservando o mimetismo do ambiente.

1º Salão da Gruta do Maquiné: Este salão foi monitorado apenas em uma das fases do trabalho, no período em que transcorreu a coleta de dados com equipamento digital. Por estar sob a influência direta da zona fótica, houve uma maior amplitude nos valores da temperatura e umidade, apresentando temperatura máxima de 24,3°C e mínima de 20,2°C. Quanto à umidade relativa do ar, a máxima foi de 65% a mínima 30% (Figura 2).

2º Salão da Gruta do Maquiné: O segundo salão encontra-se no limiar da zonas fótica e afótica, tendo uma menor interferência do clima externo. Neste salão, pôde-se analisar valores relacionados às duas fases de monitoramento, com equipamentos e períodos distintos. Houve uma oscilação média de 1°C entre o equipamento analógico e digital, no entanto as medições mostraram grande diferença nos percentuais de umidade. Com o equipamento analógico a umidade apresentou uma quase constante de 75%, já com o equipamento digital os percentuais variaram de 77% à 93% (Figura 2). Estas diferenças podem ter sido condicionadas, pela capacidade do equipamento analógico de mensurar estas variações no intervalo de tempo que as mesmas ocorrem; pela condição climática do período do monitoramento Inverno x Primavera e pela relação com a temperatura interna, uma vez que a pequena dimensão do salão e a excessiva iluminação artificial condicionaram a segunda maior temperatura dos salões em zona afótica.

3º Salão da Gruta do Maquiné: Este salão apresenta uma particularidade que gera uma menor influência nos aspectos da temperatura e umidade (Figura 2), a grande dimensão do salão somada a baixa aglomeração de fontes de iluminação. Porém esta particularidade não exime a proliferação de microorganismos nos espeleotemas deste salão.

4º Salão da Gruta do Maquiné: A partir deste salão, há uma menor flutuação dos valores, tanto de temperatura quanto de umidade relativa do ar (Figura 3), comprovando a interpretação de quanto maior a proximidade do ambiente externo, maior o grau de variação climática teremos neste ambiente. Alguns picos de umidade relativa do ar foram detectados no primeiro monitoramento. A estes picos, atribuí-se a qualidade do equipamento analógico.

5º Salão da Gruta do Maquiné: Apresentou os maiores índices de umidade relativa do ar, na primeira etapa de monitoramento, o valor não chegou a ser considerável, já que o mesmo valor de 91% foi diagnosticado para outros salões da Gruta, porém no segundo monitoramento, o índice de umidade alcançou 100% (Figura 3). Esta realidade pode ser explicada pela presença de grandes travertinos. Estes espeleotemas são constantemente preenchidos artificialmente por água, aumentando a taxa de evaporação dentro da caverna, condicionando assim valores de umidade extremamente altos, como verificado em ambos monitoramentos. A temperatura apresentou valores muito próximos em ambas as fases do trabalho. No conjunto de medições houve uma amplitude de

temperatura de 1,5°C, índice extremamente elevado e não comum em ambientes cavernícolas.

6º Salão da Gruta do Maquiné: Este salão apresentou a menor amplitude de umidade em toda a cavidade. A influência da umidade do 5º salão aliada a baixa concentração de fontes de iluminação, uma vez que parte do salão fica restrita à visitação, leva-nos ao entendimento desta baixa amplitude (Figuras 3 e 4).

7º Salão da Gruta do Maquiné: Apesar de apresentar uma expressiva amplitude de umidade nas primeiras 4 horas de medição, após este intervalo a umidade apresentou-se constante em 100%. A menor amplitude térmica ocorreu neste salão, 0,1°C num intervalo de 24 horas. Estas medidas se justificam pela dimensão do salão, o maior aberto à visitação, a uma melhor distribuição da iluminação, a uma menor permanência e fluxo de turistas e por apresentar ainda uma pequena, porém continua percolação de água (Figura 4).

CONSIDERAÇÃO FINAL

Os dados aqui apresentados e discutidos visam contribuir para o tão necessário Plano de Manejo Espeleológico da Gruta do Maquiné, uma caverna turística que, durante toda sua história de exploração pelo homem, sofreu e ainda sofre diversos impactos graves e de reversibilidade questionável.

Pôde-se analisar com um olhar crítico, todo o quadro ambiental da Gruta do Maquiné, um cenário de alta degradação imposta pela falta de planejamento de sua visitação. Porém esta análise suscita mais questionamentos do que respostas. Estes questionamentos partem de pontos básicos como:

1) O termo de referência proposto pelo CECAV/IBAMA, que trata uma caverna “natural” igualmente a uma caverna já antropizada. A Gruta do Maquiné hoje apresenta particularidades que, de forma alguma, assim como outras cavernas turísticas no Brasil, podem ser comparadas com as diversas cavidades naturais subterrâneas que são consideradas em “estado natural”;

2) O monitoramento da umidade e temperatura apresentou em vários salões uma baixa amplitude, esta informação não pode ser utilizada como uma afirmação de que a temperatura e umidade destes ambientes não estão sofrendo interferência das diversas ações antrópicas, uma vez que, não há referências de temperatura e umidade relativas à época a qual a caverna encontrava-se em seu estado natural, o que pode ainda direcionar a um pensamento de que a as condições ambientais hodiernas da gruta transparecem uma forma de adaptação a todas as modificações antrópicas as quais sofreu desde o início de suas exploração para retirada de salitre, em 1903.

Os dados apresentados neste trabalho mostram que o monitoramento das condições de temperatura e umidade constitui importante indicador da influência antrópica neste tipo de ambiente. Desta forma faz-se necessária a continuidade de pesquisas que envolvam

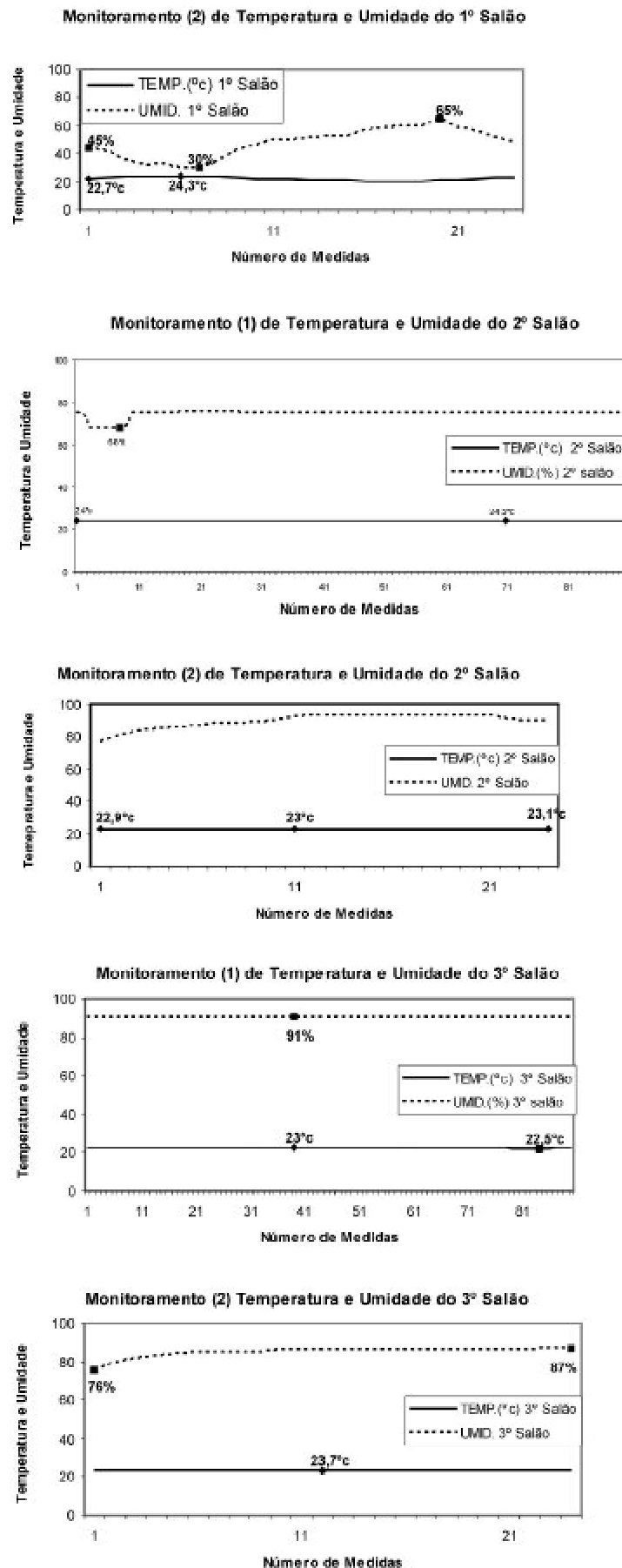


Figura2: Variação das taxas de temperatura e umidade dos I, II e III salões da Gruta do Maquiné.

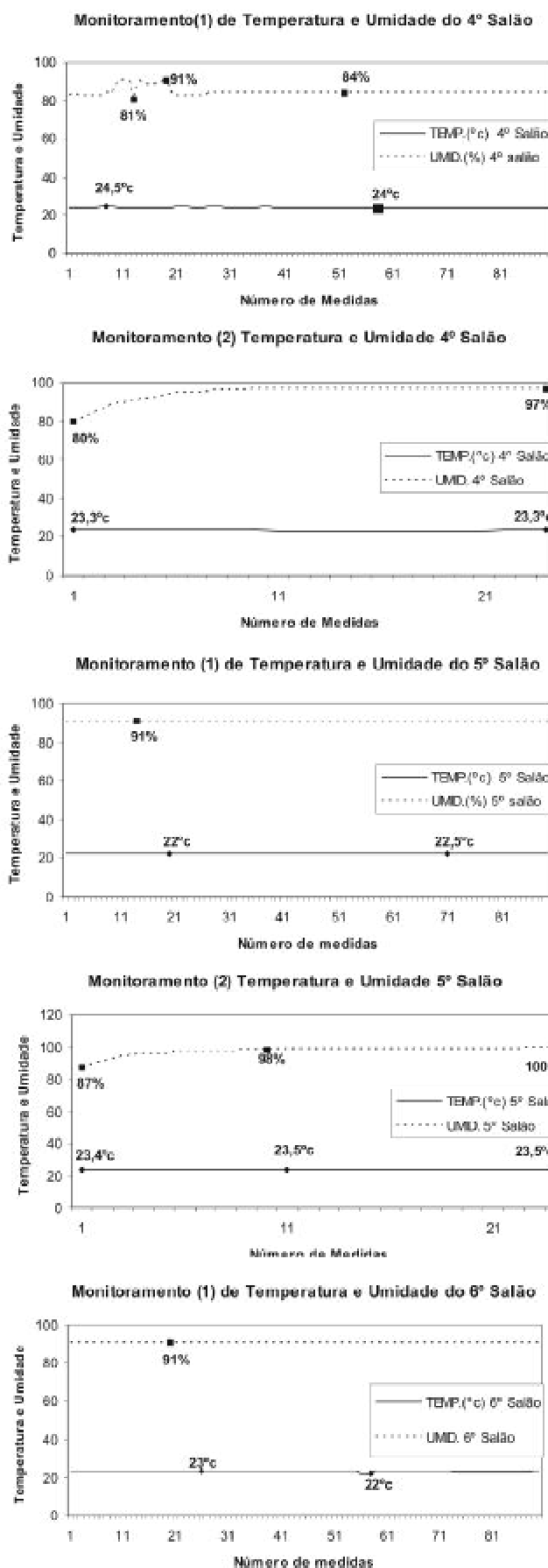


Figura3: Variação das taxas de temperatura e umidade dos IV, V e VI salões da Gruta do Maquiné.

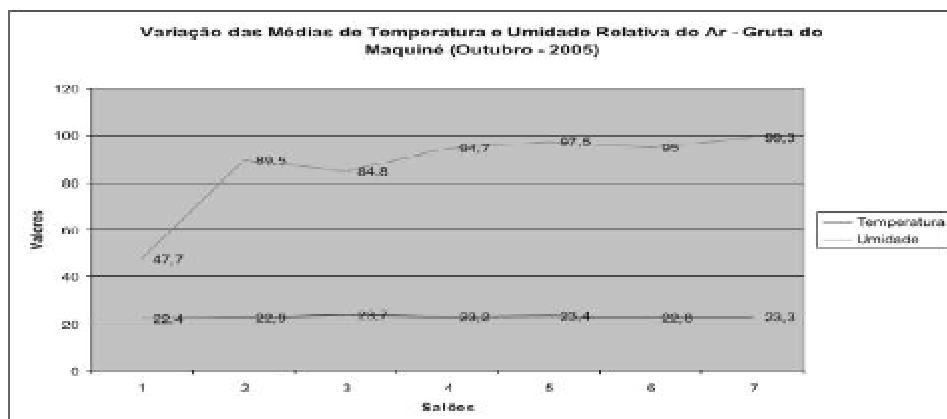
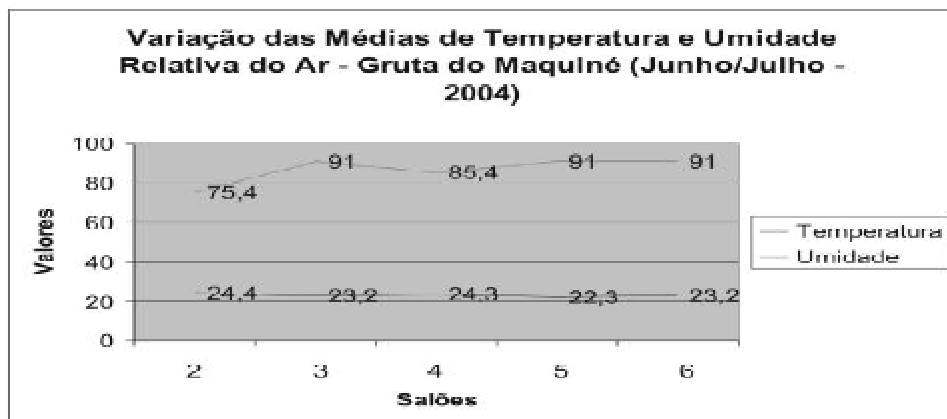
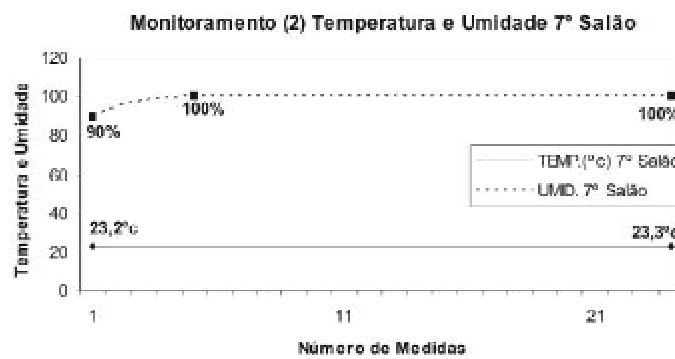
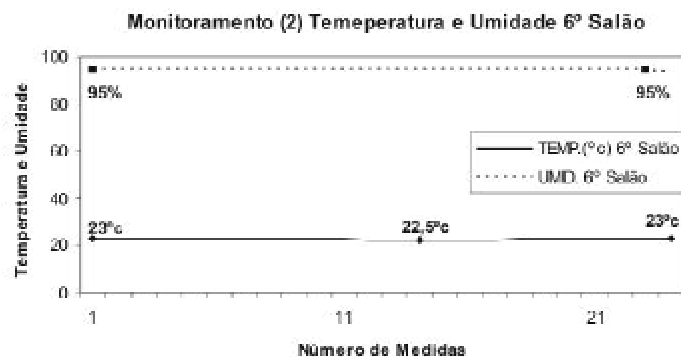


Figura4: Variação das taxas de temperatura e umidade dos VI, VII e Médias das Medições salões da Gruta do Maquiné.

a coleta de dados de CO₂ e da frequência de visitação mostrando de forma clara os impactos sobre o microclima causados pela turistificação da gruta e auxilie no planejamento de um zoneamento interno definido pela capacidade de carga de visitação para a caverna.

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos o apoio financeiro do Programa de Extensão do Centro Universitário Newton Paiva. Expressamos igualmente nossos agradecimentos à MAGNETUR e a comunidade de Cordisburgo pela gratificante acolhida durante e após a confecção deste trabalho. Em particular agradecemos ao Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas e aos colegas e amigos Milton Pereira Júnior e Dr^a. Danielle Piuza pelas colaborações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de junho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/9985-00.htm>. Acesso em: 10 jan. 2006.
- IBAMA (Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis)/ CECAV (Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas). Plano de Manejo Espeleológico – PME. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/cecav/index.php?id_menu=153. Acesso em: 05 dez. 2005.
- Macedo, R. K. A. 1995. Importância da avaliação ambiental. In: *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. Sâmia Maria Tauk (organizadora), Editora UNESP, São Paulo, p. 13-32.
- Marra, R. J. C. 2000. Plano de Manejo para Cavernas Turísticas: Procedimentos para Elaboração e Aplicabilidade. 168p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2000.
- Marra, R. J. C. 2001. Espeleoturismo – Planejamento e Manejo de Cavernas: Editora Ambiental. Brasília, DF.
- Uhlein, A.; Dossin, I. A.; Chaves, M.L.S.C. 1986. Contribuição à geologia, estratigrafia e tectônica das rochas arqueanas e proterozóicas da Serra do Espinhaço Meridional, MG. An 34º Cong Bras Geol 3: 1191-1202.
- White, W. B. 1988. *Geomorphology and Hidrology of Karst Terrains*. Oxford University Press, New York: 464 p.