

No Brasil, a descaracterização ou destruição dos ambientes e entorno cavernícolas têm evoluído de modo rápido, acompanhando o desenvolvimento socioeconômico do país.

OBJETIVOS

Elaborar um diagnóstico ambiental identificando e avaliando-se as condições ambientais da área do Vale do Ojô, evidenciando os principais agentes causadores da degradação do patrimônio espeleológico. Indicar ações corretivas e educativas a fim de promover a recuperação e o uso adequado da área.

METODOLOGIA

As etapas de realização do trabalho encontram-se abaixo descritas:

- Levantamento de dados cartográficos, hidrográficos e geológicos;
- Geração do modelo 3D (Figura 02) da área utilizando SIG;
- Prospecção, Cadastro e Mapeamento Topográfico em escala de detalhe das Grutas da Aflição (1:100), Gruta do Fogão (1:200) e Gruta Ponte de Pedra (1:250);
- Conversão dos mapas oriundos da etapa de topografia para o meio digital utilizando o programa AutoCAD;
- Determinação dos pontos de coleta para análises de qualidade de água, sendo um ponto na Gruta Ponte de Pedra no Córrego do Ojô que atravessa toda sua extensão e o outro na Gruta do Fogão em um curso subterrâneo;
- Análises de Qualidade de Água (sólidos totais dissolvidos, condutividade elétrica, pH, temperatura e oxigênio dissolvido). Para essas medições foi utilizado um equipamento multiparâmetro, da marca Ultrameter modelo GP da Myson L Company. O Oxigênio Dissolvido foi medido com equipamento WTW OXI 320. Estes instrumentos foram calibrados conforme instruções do fabricante. Estes dados foram medidos in situ;
- Em laboratório foram feitas análises para a Alcalinidade, medida pela titulação com H₂SO₄ de acordo com método descrito por Greenberg *et al.* (1992);
- Discussão de dados e elaboração do trabalho escrito.

FISIOGRAFIA

A morfologia da área é profundamente controlada pelas litologias e condicionantes estruturais tendo como característica a formação de vales encaixados e profundos com vertentes íngremes.

As precipitações, “com uma média de 1.723,6 mm/ano” (Coelho 1995), sofrem grande influência da morfologia local e concentram-se principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março. Os totais pluviométricos caracterizam um regime superúmido.

Os processos erosivos têm seu potencial aumentado devido a concentração das precipitações associado às

fortes declividades. A remoção de materiais e o transporte de massa são intensificados gerando impactos ambientais de maior proporção.

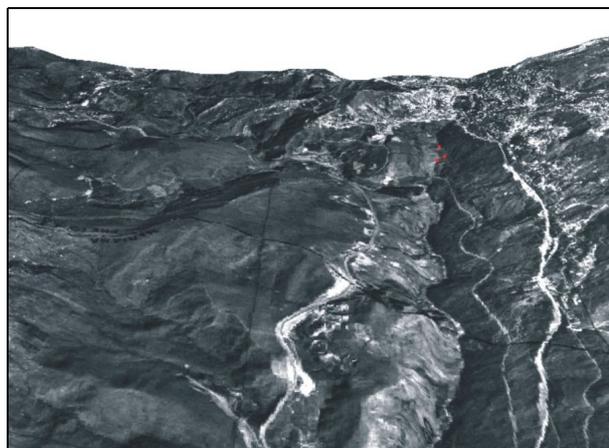


Figura 02: Modelo Digital do Terreno, com destaque para as grutas plotadas

Nas porções com elevação superior a 1100 m está assentada a vegetação de campos naturais composta fundamentalmente de gramíneas e subarbustos distribuídos (Las Casas 1995).

A drenagem, Córrego do Ojô, em certas partes do seu curso assume comportamento de fluxo subterrâneo, apresentando surgências e sumidouros.

As grutas topografadas estão hospedadas em mármore dolomíticos, creme-rosados, típicos da Formação Gandarela, Grupo Itabira, Supergrupo Minas, unidades paleoproterozóicas do Quadrilátero Ferrífero-MG. Comumente tem-se o contato basal dessa unidade com os Itabiritos da Formação Cauê, Grupo Itabira, Supergrupo Minas (Figura 03), que estão nas porções mais baixas nas cavernas e com o lençol freático aflorante.

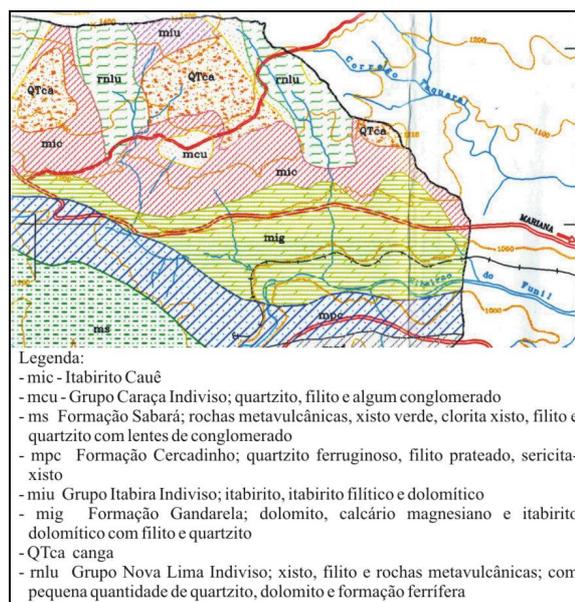


Figura 03: Mapa geológico da área e adjacências. Os mármore dolomíticos que concentram os maiores

volumes das grutas ocorrem em corpos lenticulares e apresentam feições típicas de carste como sumidouros, cursos d'água subterrâneos e cavernamentos.

Foram cadastradas e topografadas 03 (três) cavidades que receberam os nomes: Gruta da Aflição (Figura 04), Gruta do Fogão (Figura 05) e Gruta Ponte de Pedra (Figura 06). Abaixo pode ser observada uma descrição sucinta destas grutas:

- Gruta da Aflição: localização 23 K 657782E e 7744766N, com desenvolvimento horizontal de 37 m, na base do maciço, apresenta planta de formato dendrítico, cortes fungiforme, elipsoidal horizontal e irregulares, presença de sedimento fino e argiloso, em péssimo estado de conservação. Notou-se presença de fluxo d'água intermitente com a verificação de sumidouro no interior da cavidade;
- Gruta do Fogão: localização 23K 657987E e 7744731N, com desenvolvimento horizontal de 97 m, na base do maciço, apresenta planta no formato

linear ramificada, cortes irregulares, presença de sedimento fino e argiloso, em péssimo estado de conservação. Pode-se observar nesta cavidade a existência de um curso d'água subterrâneo e feições típicas de carste como sumidouros e surgências. Foram feitas análises químicas com amostras desse curso que serão apresentadas e discutidas no tópico seguinte;

- Gruta Ponte de Pedra: localização 23 K 657932E e 7744772N, com desenvolvimento horizontal de 167 m, na base do maciço, com planta baixa no formato linear, cortes fungiformes e triangulares, sedimentos de granulometria da faixa da argila a cascalho que são retrabalhados conforme nível atingido pelo curso d'água que atravessa todo o seu interior, em péssimo estado de conservação. Foram feitas análises com amostras desse curso d'água que serão apresentadas e discutidas no tópico seguinte.

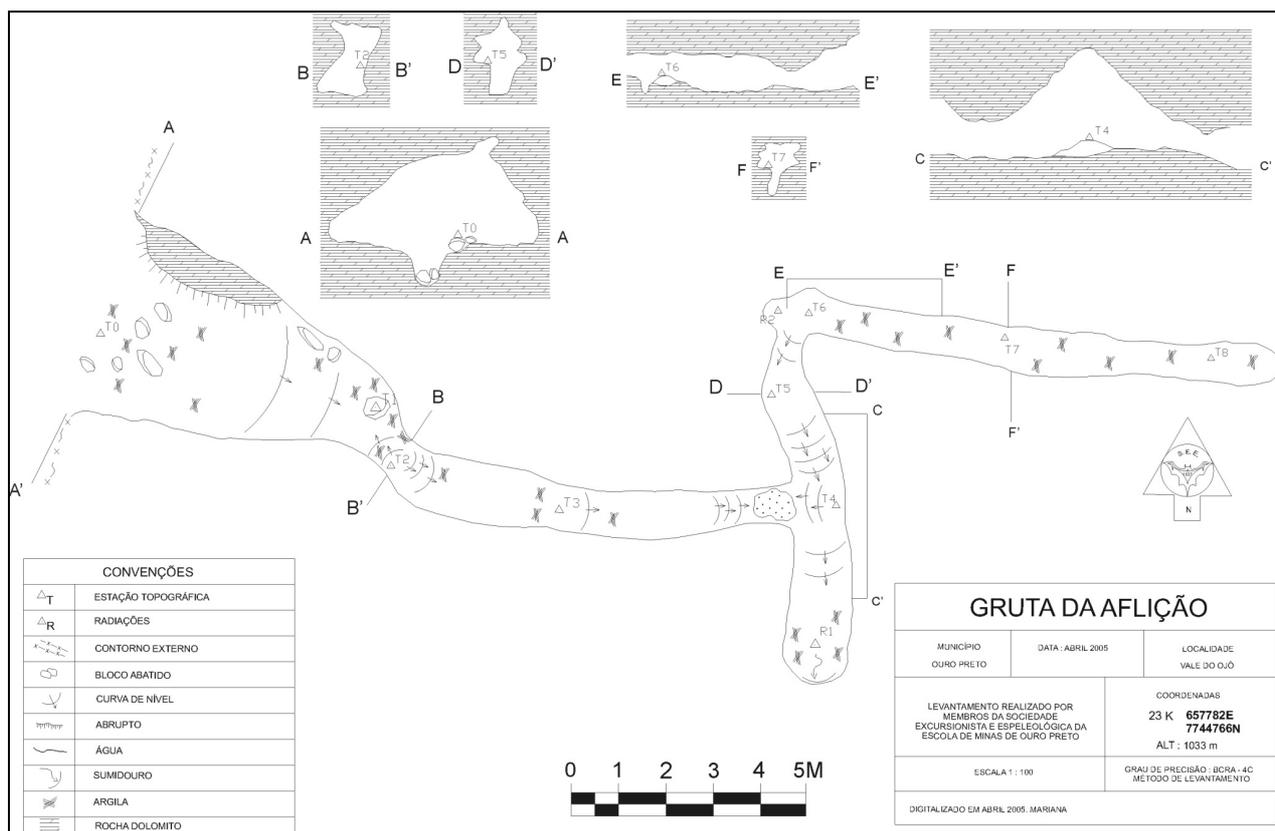


Figura 04: Mapa topográfico da Gruta Júnia

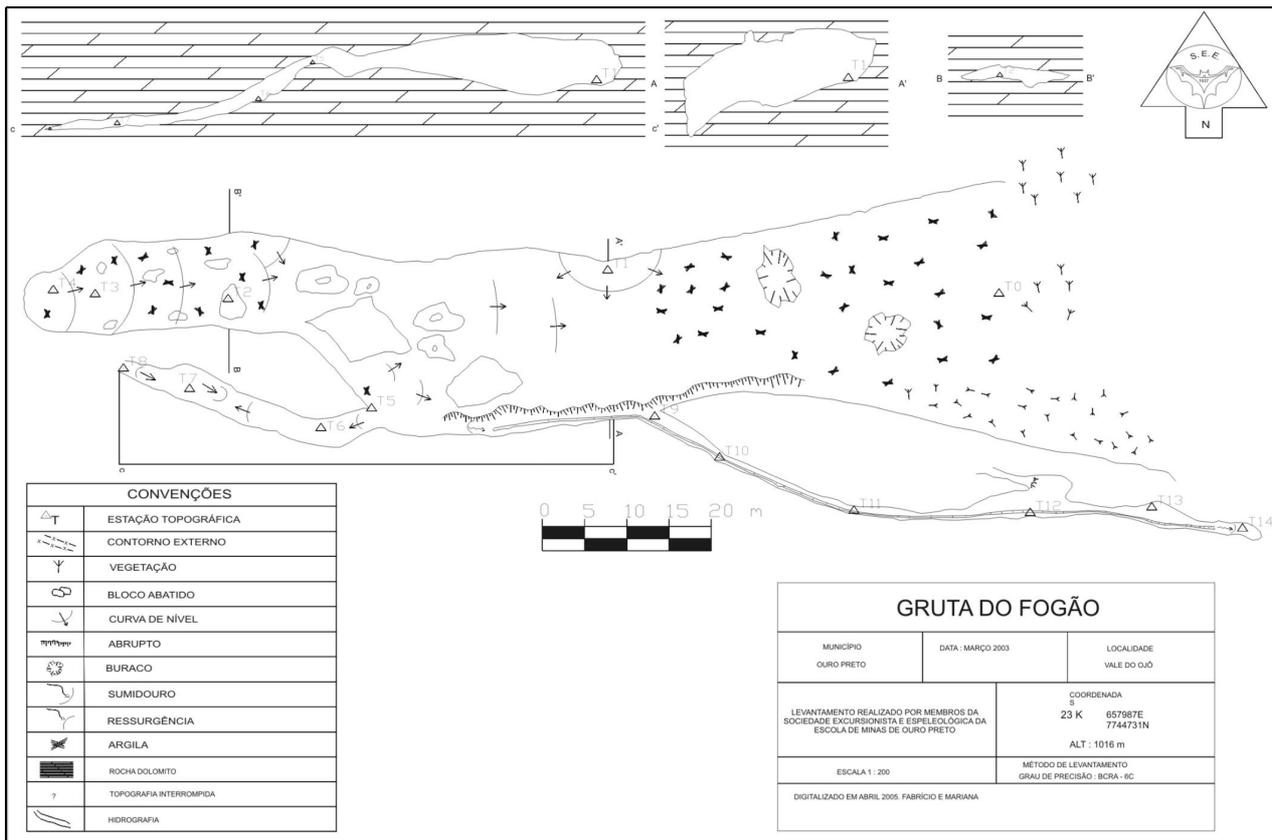


Figura 05: Mapa topográfico da Gruta do Fogão

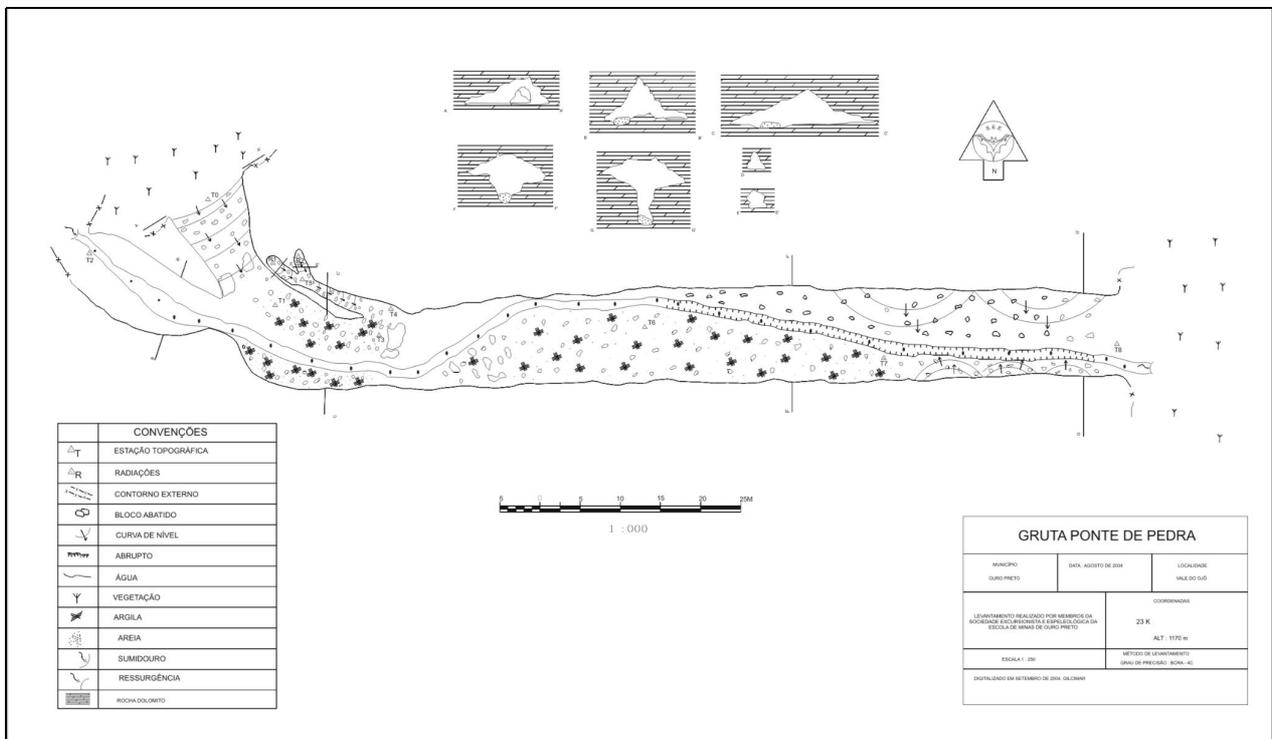


Figura 06: Mapa topográfico da Gruta Ponte de Pedra

EVIDENCIAMENTO DOS FATORES DE DEGRADAÇÃO DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO

A degradação pode ser vinculada a diversos fatores encontrados isoladamente ou o que é mais grave, vários ocorrendo em simultâneo. Esses fatores têm sua origem quase sempre ligada a questões sociais ou econômicas. A poluição hídrica, o desmatamento, o uso público inadequado, turismo em massa, exploração mineral, obras de interesse civil e a expansão urbana são exemplos destes fatores (Silva *et al.* 2001).

Na região do Vale do Ojô a exploração mineral deixou sua marca na Gruta da Aflição durante a sua operação (Figuras 07 e 08), e não se sabe o quanto do seu desenvolvimento horizontal pode ter sido afetado durante as suas atividades.

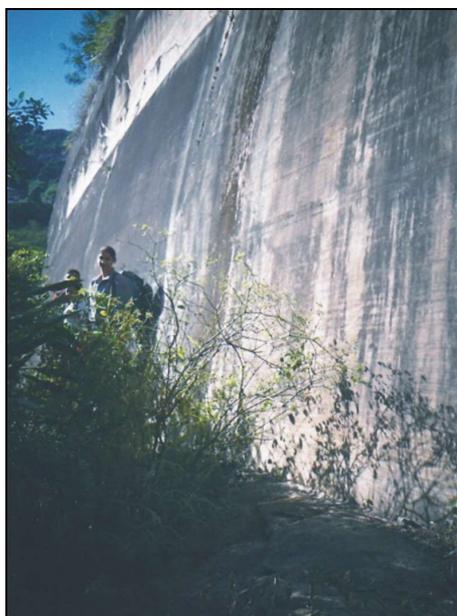


Figura 07: Vestígios da atividade mineraria e detalhe



Figura 08: Vestígios da atividade mineraria, detalhe na entrada da gruta

A disposição de entulho em locais não recomendáveis contribui para o aporte de sedimentos no ambiente cavernícola (Figura 09), principalmente na Gruta Ponte de Pedra.

O uso público inadequado da área e das cavidades que nesta se encontram pode ser verificado pela quantidade de lixo (Figura 10) encontrada tanto dentro quanto fora das grutas e pelo garimpo que ainda é feito artesanalmente no Córrego do Ojô, e que pode ser determinado como um problema de saúde pública devido a qualidade da água desse.



Figuras 09 e 10: Entulho a montante da Gruta Ponte de Pedra, lixo no interior das cavernas

A poluição hídrica na área de estudo é uma questão emergencial como ficou comprovado nas análises realizadas. Este fator tem sua origem ligada a má elaboração ou mesmo ao não planejamento da expansão urbana. As análises feitas para pontos de amostra na Gruta Ponte de Pedra e Gruta do Fogão têm seus resultados confrontados com os padrões indicados para águas de Classe 1 pela legislação vigente, Resoluções CONAMA 357/05 e 20/86, e valores de alcalinidade (Pádua 2002).

O descarte de poluentes orgânicos e inorgânicos faz com que o teor de OD se reduza no corpo d'água. Com $4 \text{ mg/L} < \text{OD} < 5 \text{ mg/L}$, ocorre a morte dos peixes mais exigentes, no valor $\text{OD} = 2,0 \text{ mg/L}$ ocorre a mortandade de todos os peixes e no valor $\text{OD} = 0,0 \text{ mg/L}$ o ambiente torna-se anaeróbico (Santos 2002). O valor encontrado nas análises realizadas mostra que o teor de OD no Córrego do Ojô que atravessa a Gruta Ponte de Pedra caracteriza um ambiente onde ocorre a mortandade de todos os peixes, conforme comprovado em observações de campo.

A Alcalinidade de uma água pode ser traduzida como a capacidade da mesma de neutralizar ácidos presentes no meio. Um alto valor deste parâmetro determina uma menor variância na medida de pH no corpo hídrico.

Os resultados das análises deste parâmetro levam a dados de elevados valores, situando-se próximo ao valor de 200 mg/L adotado como VMP na análise de águas calcárias em estudos realizados na região de

Bonito – MS.

Tabela 01: Dados de qualidade das águas amostradas

Parâmetros	Unidade Parâmetros	Gruta do Fogão	Gruta Ponte de Pedra	VMP*
Condutividade	µS/cm	169,7	393,0	---
STD**	mg/L	114,0	270,8	500,0
pH	---	7,06	7,4	6 < pH < 9
Temperatura	°C	19,5	18,8	---
Alcalinidade	mg/L	179,3	183,9	200
OD***	mg/L	8,44	2,58	≥ 6,0
Nitritos NO ₂ ⁻ - N	Mg/L	0,00034	0,22	0,025

*Valores Máximos Permitidos

**Sólidos Totais Dissolvidos

***Oxigênio Dissolvido

O alto valor de alcalinidade em águas amostradas em cavernas é devido essencialmente à litologia, sugerindo que o quadro de poluentes não tenha influência sobre este parâmetro. Levando em consideração os valores de pH podemos dizer que o ânion predominante é o HCO₃⁻ (íons bicarbonato).

A condutividade tem relação diretamente proporcional com a temperatura, inversamente ao pH e faz alusão à quantidade de sólidos dissolvidos na amostra mas não tem propriamente dita uma relação diretamente proporcional com este parâmetro. Na análise feita o valor encontrado confirma um dado elevado para a condutividade no ponto de coleta da Gruta Ponte de Pedra. Valor este caracterizado pela presença de matéria orgânica em excesso oriunda dos descartes de esgotos domiciliares nos cursos d'água sem tratamento prévio e pelo fato do escoamento acontecer dentro do pacote rochoso dolomítico da formação Gandarela em alguns trechos do Córrego do Ojô.

O baixo valor de OD, associado ao alto valor de NO₂⁻ - N e STD na Gruta Ponte de Pedra revela um quadro de poluição preocupante; oriundo do descarte dos esgotos domésticos diretamente nos cursos d'água sem tratamento.

COCLUSÕES

Diante dos dados expostos, pode-se concluir que é uma questão emergencial a elaboração de planos de proteção e recuperação de áreas com potencial espeleológico que estejam sob pressão ambiental.

Conforme comprometimento do trabalho algumas medidas serão propostas com a finalidade de promover a recuperação e o uso adequado dos recursos naturais presentes na área:

- Realização do treinamento e conscientização do corpo técnico e autoridades em meio ambiente a fim de reafirmar a importância do patrimônio espeleológico;
- Empreitadas visando a conscientização da sociedade através de campanhas de educação ambiental;
- Contribuir com o desenvolvimento de ações para a proteção do patrimônio e instituição e políticas de

proteção do meio ambiente bem definidas;

- Apontar áreas passíveis de implantação de unidades de conservação do patrimônio sempre utilizando embasamento teórico-científico;
- Elaboração de propostas que contemplem a coleta, tratamento ou disposição final dos resíduos domiciliares que atualmente tem o seu descarte realizado nos cursos d'água ou em locais públicos não apropriados;
- Desenvolver estudos a fim de promover o uso criterioso das cavidades como instrumento da qualidade de vida, através do turismo, uso de mananciais subterrâneos ou outras práticas que faça da população um representante ativo na conservação destes ambientes via retorno social.

Uma integração entre sociedade civil, comunidade científica e Poder Público demonstra ser o único caminho com desenvolvimento rumo ao uso sustentável dos recursos naturais bem como do patrimônio espeleológico.

“Os espeleólogos e suas entidades representam não apenas a garantia da exploração e estudo das cavernas mas, sobretudo, a força maior na defesa desse patrimônio.

Na espeleologia, essa luta é simultaneamente um direito e um dever e, neste sentido, inúmeras ações podem ser desenvolvidas.” (LINO 2001)

AGRADECIMENTOS

Aos professores Jorge Carvalho de Lena e Cornélio de Freitas Carvalho DEQUI/UFOP, a SEE e a Engenharia Ambiental/Escola de Minas pelo aprendizado e capacitação técnica para realização deste trabalho e por fim aos membros desta que compuseram a equipe nas etapas de prospecção e topografia das cavidades cadastradas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, I.G.D. 1995. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil* Instituto de Geociências Aplicadas, VII. p.3

GEEP, Açungui 2001. *Conservando Cavernas: Quinze Anos de Espeleologia*. Grupo de Estudos Espeleológicos do Paraná - Açungui. 218p.

GREENBERG, A. E., CLERESCI L. S., EATON A. D. (ed) 1992. *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater* American Public Health Association Washington DC 18th ed.

LAS CASAS, C.C.B. 1995. *Desenvolvimento Ambiental de Ouro Preto – Microbacia do Ribeirão do Funil* Instituto de Geociências Aplicadas, II. IX

LINO, C.F. 2001. *Cavernas, o fascinante Brasil subterrâneo*. São Paulo, SP. Editora Gaia. 262p.

PÁDUA, H. B. 2002. *Águas com dureza e alcalinidade elevada. Observações iniciais na Região de Bonito/MS*. Br. 64p

Resoluções CONAMA 375/05 e 20/86.

SANTOS, L.M.M. 2002. *Avaliação Ambiental de Processos Industriais*, – Ouro Preto: ETFOP/Escola Técnica Federal de Ouro Preto. p. 153-157.

SAWYER, C.N, McCarty P.L & Parkin G.F. (1996) *Chemistry for Environmental Engineers*, 4th Edition, McGraw-Hill International Editions. XVII. XXI. XXIV.