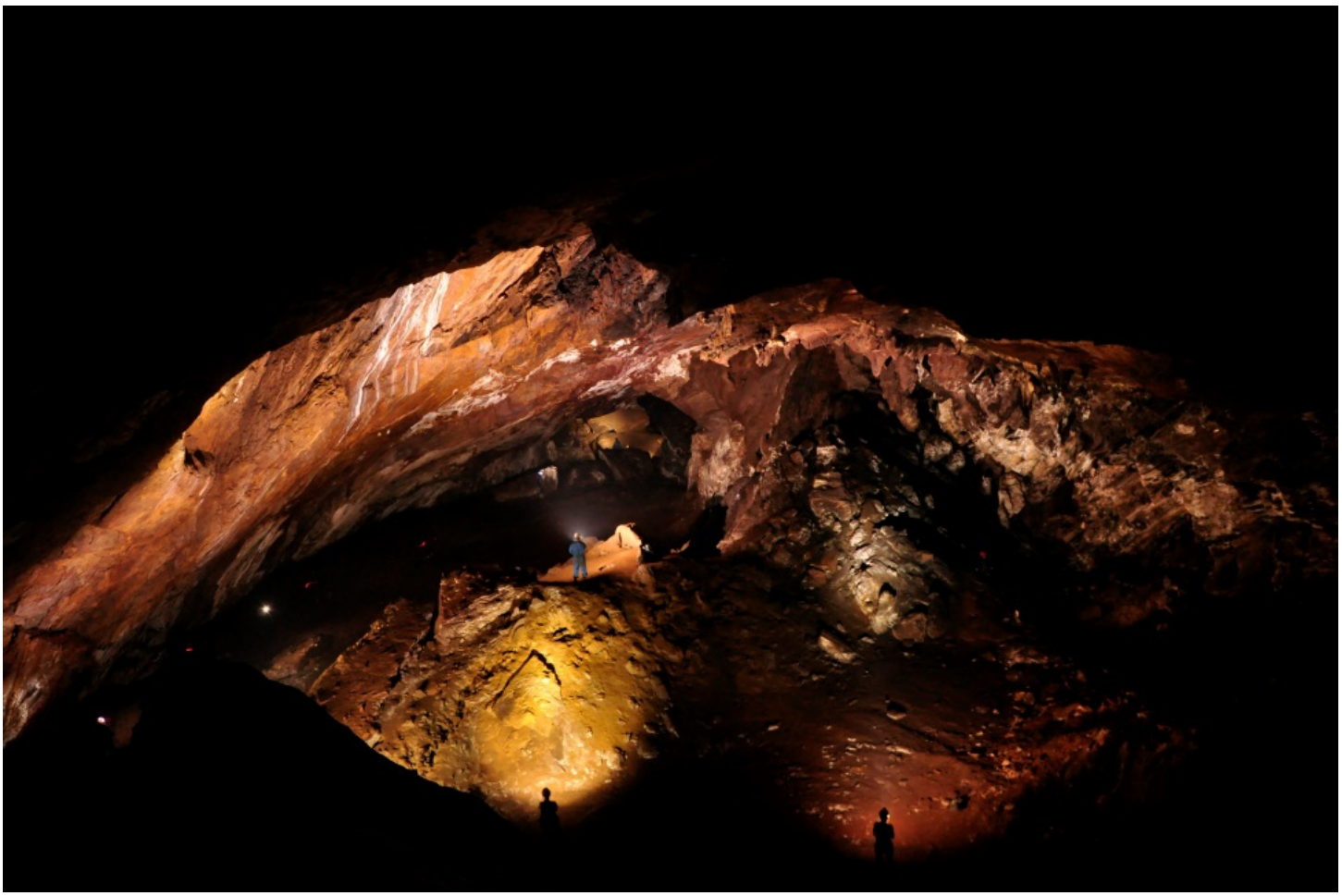
ESPELEO-TEMA

REVISTA BRASILEIRA DEDICADA AO ESTUDO DE CAVERNAS E CARSTE

ISSN 0102-4701 (impresso)
ISSN 2177-1227 (on-line)

Volume 24 Número 1
Ano 2013



Grandes condutos da Gruta da Igrejinha (Ouro Preto MG)
Foto: Felipe Lourero Tomassine - vide página 11

Artigos Originais

Valoração da Gruta da Igrejinha, Ouro Preto – MG
Thais Regina Rosada, Bruna de Oliveira Meyer & Thiago Nogueira Lucon

Caracterização das Kamenitzas em Quartzitos na Região Sudeste de Diamantina (MG)
Fernanda Cristina Rodrigues de Souza & André Augusto Rodrigues Salgado

Notas Científicas

La Cueva Secreta del Sagreo (La Iruela, Jaén, Sur de España), una Cavidad con Historia en Jaén
Toni Pérez Fernández, Antonio Pérez Ruiz, Jesús Pérez Fernández & Fátima García Román

Levantamento Preliminar de Invertebrados em três Cavernas Areníticas do Rio Grande do Sul, Brasil
Camile Sorbo Fernandes & Maria Elina Bichuette

Sociedade Brasileira de Espeleologia

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

EXPEDIENTE

Sociedade Brasileira de Espeleologia
(*Brazilian Speleological Society*)

Endereço (*Address*)
Caixa Postal 7031 – Parque Taquaral
CEP: 13076-970 – Campinas SP – Brasil

Contatos (*Contacts*)
+55 (19) 3296-5421
espeleo-tema@cavernas.org.br

Gestão 2013-2015 (*Management Board 2013-2015*)

Diretoria (*Direction*)

Presidente: Marcelo Augusto Rasteiro
Vice-presidente: Pavel Carrijo Rodrigues
Tesoureiro: Fernanda Cristina Lourenço Bergo
1º Secretário: Teresa Maria da Franca Moniz de Aragão
2º Secretário: Luciano Emerich Faria

Conselho Fiscal (*Supervisory Board*)

Delci Kimie Ishida
Leonardo Morato Duarte
Jefferson Esteves Xavier
Alexandre José Felizardo – suplente (*alternate*)
Flavio Scalabrini Sena – suplente (*alternate*)

ESPELEO-TEMA

Editoras-Chefes (*Chief Editor*)
Dra. Maria Elina Bichuette
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR

MSc. Lívia Medeiros Cordeiro
Universidade de São Paulo – IB/USP

Editor Assistente (*Assistant Editor*)
Esp. Marcelo Augusto Rasteiro
Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE

Conselho Editorial *(Editorial Board)*

Dr. William Sallun Filho
Instituto Geológico do Estado de São Paulo – IG/SMA-SP

Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/Minas

Editores Associados (*Associate Editors*)

Antropologia
MSc. Elvis Pereira Barbosa (UESC)

Arqueologia
Dr. Walter Fagundes Morales (UESC)

Carste em Litologias Não-Carbonáticas
Dr. Rubens Hardt (UNESP)

Climatologia
Dr. Emerson Galvani (USP)

Ecologia
Dr. Rodrigo Lopes Ferreira (UFLA)

Educação Ambiental
Dr. Luiz Afonso Vaz de Figueiredo (CUFSA)

Espaço e Território
Dr. Eduardo Pazera Júnior (GEP)

Espeleobiologia
Dra. Maria Elina Bichuette (UFSCAR)

Espeleogeologia
Dr. William Sallun Filho (IG/SMA-SP)

Geodiversidade e Geoconservação
Dr. Paulo César Boggiani (USP)

Geomorfologia
Dr. William Sallun Filho (IG/SMA-SP)

Hidrogeologia
Dr. Murilo Andrade Valle (CUFSA)

Geoprocessamento e SIGs
Dr. Carlos Henrique Grohmann (USP)

História da Espeleologia
Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)

Legislação Ambiental
Dr. Marcos Paulo de Souza Miranda (MPE-MG)

Manejo Ambiental
Dr. Heros Augusto Santos Lobo (UFSCAR)

Mapeamento e Prospecção de Cavernas
Fábio Kok Geribello (UPE)

Micologia
Dr. Eduardo Bagagli (UNESP)

Mineração
Dr. Hélio Shimada (IG/SMA-SP)

Patogenias e Vetores
Dra. Eunice Bianchi Galatti (FSP/USP)

Percepção e Interpretação Ambiental
Dr. Jadson Rebelo Porto (UNIFAP)

Religião e Religiosidade
Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)

Quadro de Revisores (*Board of Reviewers*)

Dr. Abel Perez Gonzalez (MACN)
Dr. Antonio Liccardo (UEPG)
Bruna Medeiros Cordeiro (UFMS)
Dr. Cláudio M. Teixeira-Silva (UFOP)
Dra. Eleonora Trajano (USP)
Dra. Emília Mariko Kashimoto (UFMS)
Ericson C. Igual (GPME)
Ezio Rubiolli (GBPE)
Dr. Fernando Morais (UFT)
Dr. Francisco Buchmann (UNESP)
MSc. Gabriela Slavec (UPE)
Dr. Gilson Burigo Guimarães (UEPG)
Dr. Gilson Rodolfo Martins (UFMS)
Dr. Gustavo Armani (IG/SMA-SP)
MSc. Lívia Medeiros Cordeiro (IBUSP)
Dr. Luis Anelli (USP)
Dr. Luis Enrique Sánchez (USP)
Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)
Dr. Marcelo Adorna Fernandes (UFSCAR)
Dr. Marco Antônio Batalha (UFSCAR)
Dr. Marconi Souza Silva (UFLA)
Dra. Maria Elina Bichuette (UFSCAR)
Dr. Mário Sérgio de Melo (UEPG)
MSc. Maurício de A. Marinho (Instituto EcoFuturo)
MSc. Mylène Luíza Cunha Berbert-Born (CPRM)
Dr. Paulo Milton Barbosa Landim (UNESP)
Dr. Ricardo Fraga Pereira (UFBA/Terraquatro)
Sandro Secutti (IBUSP)
Dr. Valter Gama de Avelar (UNIFAP)
Dr. Walter Fagundes Morales (UESC)
Dr. William Sallun Filho (IG/SMA-SP)

Apoio à Tradução (*Translation support*) - Dra. Linda Gentry El-Dash (UNICAMP)

SUMÁRIO
(CONTENTS)

Editorial 4

ARTIGOS ORIGINAIS

Legislação:

Valoração da Gruta da Igrejinha, Ouro Preto – MG
Valuation of Igrejinha Cave, Ouro Preto - MG
Thais Regina Rosada, Bruna de Oliveira Meyer & Thiago Nogueira Lucon 5

Carste em litologias não carbonáticas:

Caracterização das Kamenitzas em Quartzitos na Região Sudeste de Diamantina (MG)
Characterization of Kamenitzas in Quartzites in the Southeast Region of Diamantina (MG)
Fernanda Cristina Rodrigues de Souza & André Augusto Rodrigues Salgado 19

NOTAS CIENTÍFICAS

Biospeleologia:

La Cueva Secreta del Sagreo (La Iruela, Jaén, Sur de España), una Cavidad con Historia en Jaén
Secreta del Sagreo Cave (La Iruela, Jaén, Southern Spain), a Cave With History in Jaén
Toni Pérez Fernández, Antonio Pérez Ruiz, Jesús Pérez Fernández & Fátima García Román 31

Biospeleologia:

Levantamento Preliminar de Invertebrados em três Cavernas Areníticas do Rio Grande do Sul, Brasil
Preliminary Survey of Invertebrates in three Sandstone Caves from Rio Grande do Sul, Brazil
Camile Sorbo Fernandes & Maria Elina Bichuette 41

DADOS DO VOLUME 23

Sumário de títulos / *Summary of titles* 49

Índice de assuntos / *Index of subjects* 51

Índice de autores / *Index of authors* 52

Quadro de avaliadores / *Board of review* 53

Gestão editorial / *Editorial management* 54

EDITORIAL

Ao longo de 2013 alguns eventos reuniram a comunidade espeleológica brasileira: o 32° Congresso Brasileiro de Espeleologia, realizado em Barreiras, no sudoeste da Bahia; o 19° Encontro Paulista de Espeleologia, realizado na sede da SBE, em Campinas, além de eventos internacionais, como o 16° International Congress of Speleology, na República Tcheca. Estes encontros proporcionaram a divulgação de atividades realizadas por espeleólogos, vinculados a grupos, instituições ou independentes, o que suscitou discussões sobre os diversos caminhos da espeleologia nacional, que tem cada vez mais tornado-se profissional. A documentação, os aspectos de legislação, o manejo e implantação de unidades de conservação, incluindo as dificuldades na demarcação, proposição de novas metodologias e os impactos gerados pelas diversas atividades econômicas. Sob este cenário, é essencial que mais informações sobre os sistemas subterrâneos e suas cavernas sejam disponibilizadas de forma original e com qualidade, e que a publicação dos dados seja sempre incentivada.

É com satisfação que trazemos quatro trabalhos de temas diversos ao conhecimento da sociedade espeleológica. A valoração e a relevância da Gruta da Igrejinha, em Minas Gerais e os problemas que envolvem sua área de preservação; a documentação histórica e a lista faunística de uma caverna na Espanha; a descrição de feições de dissolução em rochas não carbonáticas na região de Diamantina, em Minas Gerais e um primeiro inventário sobre fauna cavernícola em formações areníticas do Rio Grande do Sul são os temas que compõem os textos apresentados neste volume.

Agradecemos a colaboração dos autores dos trabalhos e as avaliações cuidadosas dos revisores. Aproveitamos, novamente, para incentivar nossos colegas espeleólogos a trazerem suas experiências, documentações e pesquisas originais para divulgação, difusão e fortalecimento da espeleologia nacional.

Boa leitura!

Maria Elina Bichuette &
Lívia M. Cordeiro
Editoras-Chefes

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:
www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

VALORAÇÃO DA GRUTA DA IGREJINHA, OURO PRETO – MG

VALUATION OF IGREJINHA CAVE, OURO PRETO - MG

Thais Regina Rosada (1), Bruna de Oliveira Meyer (2) & Thiago Nogueira Lucon (3)

Sociedade Excursionista e Espeleológica da Universidade Federal de Ouro Preto (SEE/UFOP), Ouro Preto MG.
(1) Graduanda em Ciências Biológicas / UFOP.
(2) Graduanda em Engenharia Geológica / UFOP.
(3) Graduado em Ciências Biológicas / PUC Campinas; Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental / ICEB / UFOP.

Contatos: thais.rosada@gmail.com; brunadeoliveira108@gmail.com; thiago.n.lucon@gmail.com.

Resumo

O Parque Estadual Serra do Ouro Branco abriga, em sua delimitação atual, quase a totalidade da Área de Preservação Permanente (APP) da Gruta da Igrejinha, onde está inserida a maior caverna em mármore do Quadrilátero Ferrífero. Porém, o Projeto de Lei nº 3.405/2012, que propõe a remarcação da área e do perímetro do Parque, se aprovado, deixará cerca de 50% da APP Gruta da Igrejinha fora da sua zona de proteção. Afim de que a APP continue dentro dos limites do parque, foi definido o grau de relevância da gruta, através da aplicação da Instrução Normativa nº 2 do Ministério do Meio Ambiente, segundo seus atributos ecológicos, biológicos, geológicos, hidrológicos, paleontológicos, cênicos, histórico-culturais e socioeconômicos. Os resultados obtidos mostram que a Gruta da Igrejinha tem grau máximo de relevância, de forma que sua integridade efetiva deve ser assegurada.

Palavras-Chave: Gruta da Igrejinha; Parque Estadual Serra do Ouro Branco; PL nº 3.405/2012; valoração; proteção.

Abstract

The natural's state park Serra do OuroBranco shelters, in its current delimitation, almost all the protected area of the Igrejinha's grotto, where is located the largest marble cave of the Quadrilátero Ferrífero. However, if the Bill No. 3.405/2012, which proposes to redial the area and perimeter of the reserve is approved, 50% of the area of the Igrejinha's grotto will leave the protection zone. In order to keep the APP within the park boundaries, it was applied the degree of relevance of the cave, through the application of Instruction No. 2 of the Ministry of the Environment, according to its ecological attributes, biological, geological, hydrological, paleontological, scenic, historic-cultural and socioeconomic factors. The results show that the Igrejinha's grotto has maximum degree of relevance, thus its integrity must be ensured effective.

***Key-Words**: Igrejinha´s Grotto; Parque Estadual Serra do Ouro Branco; Bill No. 3.405/2012; valuation; protection.*

1. INTRODUÇÃO

O Parque Estadual Serra do Ouro Branco, constituinte meridional da Cadeia do Espinhaço, possui aproximadamente 7.520ha e apresenta importantes sítios espeleológicos regionais, como a Gruta Igrejinha, MG – 186 (SBE, 2013), maior caverna em mármore dolomítico do Quadrilátero Ferrífero. A Gruta e sua área de inserção são classificadas como um patrimônio natural, com elevado valor histórico-cientifico-cultural (REZENDE, 2011), sendo a mesma possuidora de uma gênese rara de cavernas no Brasil.

A Serra do Ouro Branco é considerada um importante divisor de águas de três importantes bacias hidrográficas: do Rio das Velhas e do Rio Paraopeba, tributárias da bacia do Rio São Francisco; e do Rio Piranga, afluente da bacia do Rio Doce (IEF, 2013).

No dia 21 de Agosto de 2012, entrou em trâmite na Assembleia Legislativa de Minas Gerais o Projeto de Lei de número 3.405 (MINAS GERAIS, 2012), que propõe a remarcação da área e do perímetro do Parque Estadual Serra do Ouro Branco, excluindo cerca de 50% da Área de Preservação Permanente (APP) Gruta da Igrejinha de seus

limites. Neste quadro de redefinição dos limites do parque, torna-se importante ressaltar que a abrangência integral da área da Gruta da Igrejinha e sua respectiva área de influência são de extrema importância, até mesmo quando considerados os impactos já estabelecidos historicamente na gruta por consequência de interesses minerários. Por isso, foi realizada a valoração da Gruta da Igrejinha, para que, se aprovado, o referido Projeto de Lei, ela seja enquadrada dentro dos novos limites propostos ao parque, assim garantindosua preservação integral.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, agregaram-se informações da literatura com aquelas de levantamentos científicos recentes na área relacionada à gruta, aplicando os parâmetros propostos pelo aparato legal para a avaliação da importância da preservação efetiva da caverna em questão.

O tratamento e a modelagem da base de dados para a devida avaliação da qualificação da gruta contou com a edição vetorial e espacial em ambiente de Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) e gerenciamento em planilhas Microsoft Excel. A valoração da cavidade atendeu os quesitos recomendados pela Instrução Normativa nº 2 (BRASIL, 2009) a fim de encaixá-la em um dos protótipos instituídos pelo Decreto nº 6.640 (BRASIL, 2008).

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Historicamente a Gruta da Igrejinha já é legalmente aparada pela Lei Municipal nº 15 (OURO PRETO, 1986) e pelo Decreto Estadual nº 26.420 (MINAS GERAIS, 1986), as quais estabelecem Áreas de Preservação Permanente para os domínios da Igrejinha e para as florestas e demais formas de vegetação natural de seu entorno, respectivamente. Há também o Decreto Estadual nº 45.180 (MINAS GERAIS, 2009) que criou o Parque Estadual Serra do Ouro Branco, o qual abriga quase a totalidade da APP em sua área de resguardo (Figura 1).

A APP Gruta da Igrejinha (23K 635169E 7738175N) localiza-se entre os municípios de Ouro Preto e Ouro Branco, entre a Estação Ferroviária de Hargreaves e a Comunidade do Morro Gabriel no Distrito de Miguel Burnier, possuindo 688 ha. Sua vegetação típica de Floresta Estacional Semidecidual encontra-se pouco antropizada, com cerca de 80% de sua vegetação nativa preserva (REZENDE, 2011) e características de mata secundaria em estágio médio de regeneração (BRASIL, 2007).

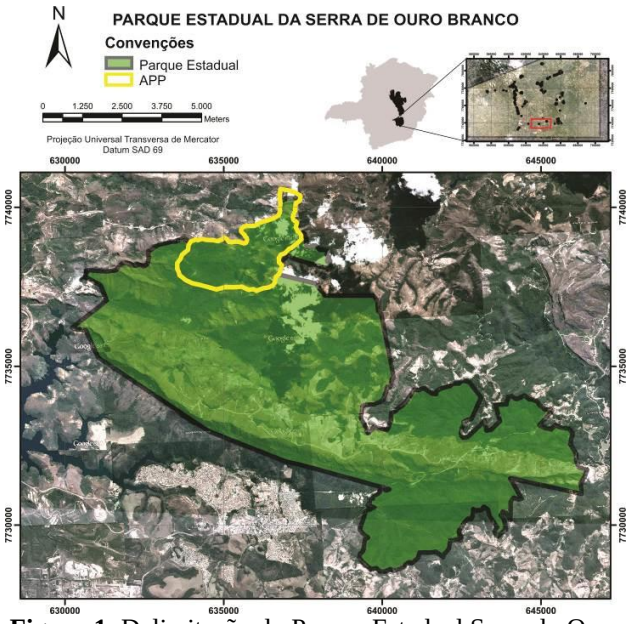


Figura 1: Delimitação do Parque Estadual Serra do Ouro Branco de acordo com o decreto vigente, com destaque para a APP Igrejinha em amarelo (Fonte: Minas Gerais, 1986; 2009).

3. DISCUSSÕES E RESULTADOS

A Instrução Normativa nº 02 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2009), que dispôs a regulamentação científica para o Decreto nº 6.640/08, elucida o processo de classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. Propõe a análise qualitativa e quantitativa de atributos de importância ecológica, biológica, geológica, hidrológica, paleontológica, cênica, histórico-cultural e socioeconômica, nivelando o mérito destes de forma comparativa com a amostra conhecida para o panorama regional e local.

O parecer técnico decorrente do supracitado processo enquadra a cavidade analisada em uma hierarquia que significará a possibilidade ou não da sujeição da mesma a impactos negativos decorrentes de atividades antrópicas. Quando a cavidade é considerada de relevância máxima é prevista a conservação integral de sua área e entorno. Já quando considerada degrau alto ou médio são previstas ações compensatórias específicas a cada tipo de caverna para que seja possível a sua submissão a qualquer impacto. Porém quando a relevância da cavidade for enquadrada como baixa, a mesma pode ser impactada sem que nenhuma ação compensatória seja realizada.

Neste quadro, abaixo serão relacionadas às qualificações observadas na Gruta da Igrejinha conforme os parâmetros recomendados pela legislação.

3.1 GEOLOGIA E ESPELEOGÊNESE

O maciço dolomítico que abriga a Igrejinha é classificado na Supergrupo Minas, Grupo Itabira, na Formação Gandarela (SALGADO, 1964).

A litologia da gruta é representada por dois tipos principais (TEIXEIRA-SILVA; SOUZA, 1997): mármores cristalinos, prevalecendo aqueles de composição dolomítica, que exibem níveis milimétricos de hematita; e mármores finos em contato tectônico com itabiritos anfibolíticos à carbonáticos. Há também incidência de calcários plaqueados, reconhecidos em intercalações de calcita com fluxos de detritos, e de brechas sedimentares em depósitos que exibem estruturas de escorregamento e fraturas.

O desenvolvimento da Gruta é fortemente controlado pela estruturação tectônica do arcabouço geológico (TEIXEIRA-SILVA; SOUZA, 1997), de forma que a direção descendente preponderante de oeste para leste da gruta (SALGADO, 1964; ZEFERINO et al., 1986), acompanha uma falha normal, enquanto que a recorrência dos pacotes itabiríticos associam-se a falhas sinistrais reversas e, possivelmente, a zona de charneira de um dobramento (TEIXEIRA-SILVA; SOUZA, 1997).

O mapeamento topográfico realizado por Zeferino et al. (1986) atingiu um desenvolvimento linear de 930 m e um desnível máximo de 49,3 m. No Grande Salão tem-se uma área aproximada de 2540 m² para uma altura máxima de 37,3 m (Figura 2).

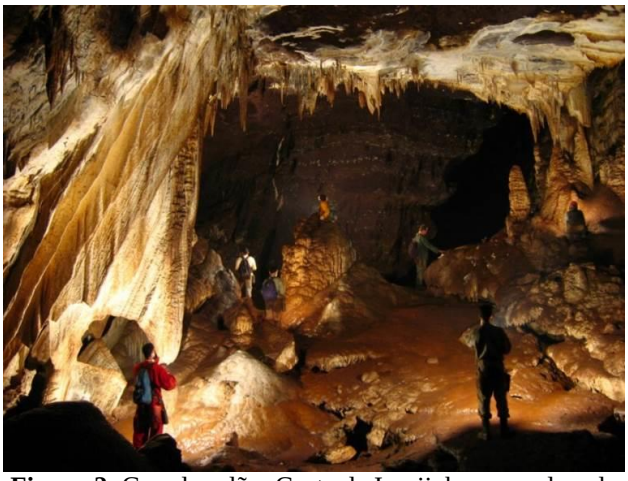


Figura 2: Grande salão, Gruta da Igrejinha, com elevada quantidade e variedade de espeleotemas de grande porte (Foto por Reinaldo Silva).

De acordo com a gênese estabelecida por Zeferino et al. (1986); Teixeira-Silva& Souza (1997), propõem quatro etapas de uma evolução de caráter continuo e dinâmico para a Gruta: (1) evolução de galerias por pressão hidrostática, caracterizada por uma energia de fluxo moderada, gerando os níveis superiores; (2) desenvolvimento da galeria principal por dissolução e abatimento de blocos relacionados à falha normal; (3) dissolução e incasão na falha reversa, com elevado fluxo de energia, originando o Grande Salão e entupindo níveis inferiores; (4) rebaixamento do lençol freático ao nível atual, dando continuidade ao desenvolvimento das galerias inferiores.

Salgado (1964), Zeferino et al. (1986), Teixeira-Silva& Souza (1997) reconhecem precipitação química ativa, com intenso gotejamento e formação de espeleotemas. Ocorrem espeleotemas cristalinos de grande porte reconhecidos em estalactites, estalagmites, colunas, travertinos e cascatas, além de cortinas que atingem 1,5 m de espessura e cascas finas com espessura média de 15 cm.

Conforme descrito pelos mesmos autores, observa-se uma sedimentação clástica preferencialmente representada por material argiloso, a qual é responsável pelo entupimento de níveis inferiores, além do abatimento de blocos métricos.

3.2 BIOESPELEOLOGIA

De acordo com o Atlas da Conservação da Biodiversidade de Minas Gerais (DRUMMOND et al., 2005) essa região é considerada de ‘’extrema’’ importância para aves e ‘’especial’’ para répteis, anfíbios e flora, considerando sua localização no Espinhaço Sul e mais precisamente no QF. É recomendada a criação de unidades de conservação e realização de mais levantamentos de espécies na região.

A presença de populações estabelecidas de espécies com funções ecológicas importantes, como é o caso dos morcegos e invertebrados residentes, é um fator de grande importância para a conservação da Gruta a nível local e regional. Em levantamentos biológicos ainda não submetidos à publicação realizados no local, foram encontrados na fauna de invertebrados os seguintes representantes: *Loxocelessp.*; *Endecous sp.*; aranhas da família Pholcidae, entre elas *Mesobolivar sp.*; e opiliões da família Gonyleptidae.

Na quirópterofauna estão presentes grande população da espécie *Desmodus rotundus*, e alguns indivíduos de *Diphylla eucaudata* e *Myotis nigricans*. *D. rotundus* e*D. eucaudata*, são comumente encontrados no Brasil, e não exercem funções ecológicas tão significativas quanto de outras espécies de quirópteras encontradas no país.

O hábito alimentar de hematofagia dessas duas espécies acaba por transmitir, quando infectados, o vírus da raiva aos animais que mordem, causando sérios prejuízos econômicos nos países latinos americanos. Apesar da baixa abundância encontra mos *M. nigricans*, vale ressaltar a importância dessa espécie no controle de insetos, inclusive algumas das quais consideramos pragas e vetores de doenças ao ser humano, que são fonte de alimento para tal espécie.

Nenhum dos organismos, que foram citados acima se encontra na Lista Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MACHADO et al., 2008; CHIARELLO et al., 2008) e nem da lista da IUCN (2013).

Salgado (1964) fala da existência na Gruta da espécie *Iulus terrestres*, um miriápode troglóbio, que em levantamentos biológicos recentes na área não foram mais encontrados. A ausência atual desta espécie e a baixa abundância e riqueza dos demais invertebrados pode ter como principal explicação à obstrução da entrada principal da caverna, oque gerou mudanças bruscas no fluxo de energia, comprometendo as características ecológicas da mesma. A amenização da influência de fatores exógenos reflete na modificação do fluxo de ar; da penetração da luz e estabelecimento da zona fótica e de penumbra na cavidade; da umidade relativa da atmosfera cavernícola; e no aporte energético (CHAIMOWICZ, 1986). Todos estes fatores modificam o clima hipógeo, tendo repercussão direta na composição da biomassa e taxas de precipitação química.

No local foi observado a ocorrência constante de pegadas frescas de *Didelphissp*. e no mês de Fevereiro de 2013 houve a ocorrência desses animais nidificando no interior da Gruta. Esse fato se mostra constante no interior de grandes cavidades subterrâneas, pois além da estabilidade climática, raramente apresentam outros animais que poderiam atuar como predadores ou competidores (TRAJANO, 1984).

3.3 HIDROLOGIA

Conforme descrito por Zeferinoet al. (1986), a porção leste da Gruta constitui-se de uma superposição de níveis de extensas galerias em que lagos e rios se alternam com cascas finas, pequenos salões e condutos (Figura 3).

Pontos recorrentes de desnível vertical acentuado acessam níveis de fluxo de água contínuo, em um complexo sistema de ressurgências e sumidouros, onde são reconhecidas feições espeleogenéticas. A vazão destas águas é de baixa energia, aumentando na estação chuvosa, e a direção preponderante do fluxo é NS, associado ao sistema de fraturas. Contudo, próximo a janela, abaixo do nível de casca fina, ocorre um fluxo para leste.

O desaparecimento da água da rede subterrânea acarreta na ressurgência da mesma já fora do maciço dolomítico, desaguando a sul, no vale do Córrego do Amargoso (ZEFERINO et al., 1986).

Figura 3: Escorrimentos cristalinos com gotejamentos e lago associado à travertinos de médio porte (foto por Frederico Moreira Freitas).

3.4 PALEONTOLOGIA

Zeferino et al. (1986), Teixeira-Silva& Souza (1997) descrevem ocorrências fossilíferas na Gruta, associadas a impurezas nos depósitos de cristais de calcita associados à argilominerais, destacando-se a presença de fragmentos de ossos, ocorrendo dentes, restos de mandíbulas e costela de animais de porte pequeno, possivelmente associados a roedores e outros mamíferos, fato que atesta o potencial paleontológico da mesma.

3.5 ASPECTOS HISTÓRICO-CULTURAIS

Na década de 1980 a Gruta da Igrejinha foi objeto de conflitos de interesses minerários, devido à exploração de mármores dolomíticos no seu entorno pela empresa Antônio Marcelo Borges Nunes.

Sabendo da ameaça gerada pela mineração na gruta, a Sociedade Excursionista e Espeleológica (SEE) interveio junto ao Ministério Público Federal, em prol da proteção legal da cavidade. Esse fato culminou na explosão e obstrução da sua entrada principal pela referida empresa, na tentativa de esconder da população a existência da caverna, antes que a proteção legal por decreto estadual entrasse em vigor.

A cavidade, conhecida desde os anos trinta (IBGE, 1939), é alvo de estudos científicos e atividades de cunho educacional desde os anos sessenta. O reconhecimento nacional do valor estético/cênico da cavidade faz com que a mesma seja buscada frequentemente por grupos de espeleologia para realização trabalhos e cursos espeleológicos, sendo sistemática a visitação pública na cavidade.

3.6 LEGISLAÇÃO

A classificação do grau de relevância da cavidade deve ser nivelado de forma comparativa com a amostra conhecida para o panorama local e regional, delimitados em unidades geomorfológicas e espeleológicas, respectivamente, conceituados pela IN 2 (BRASIL, 2009). Atendeu-se a metodologia da chave de classificação proposta pelo Anexo III da mesma Instrução Normativa para o estudo de caso da Igrejinha.

3.6.1 Enfoque Regional

Conforme a definição da IN 2 (BRASIL, 2009) para análise de enfoque regional empregar-se-á a conceituação para a Unidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero – Conceição (Figura 4) descrita por Oliveira et al. (2011).

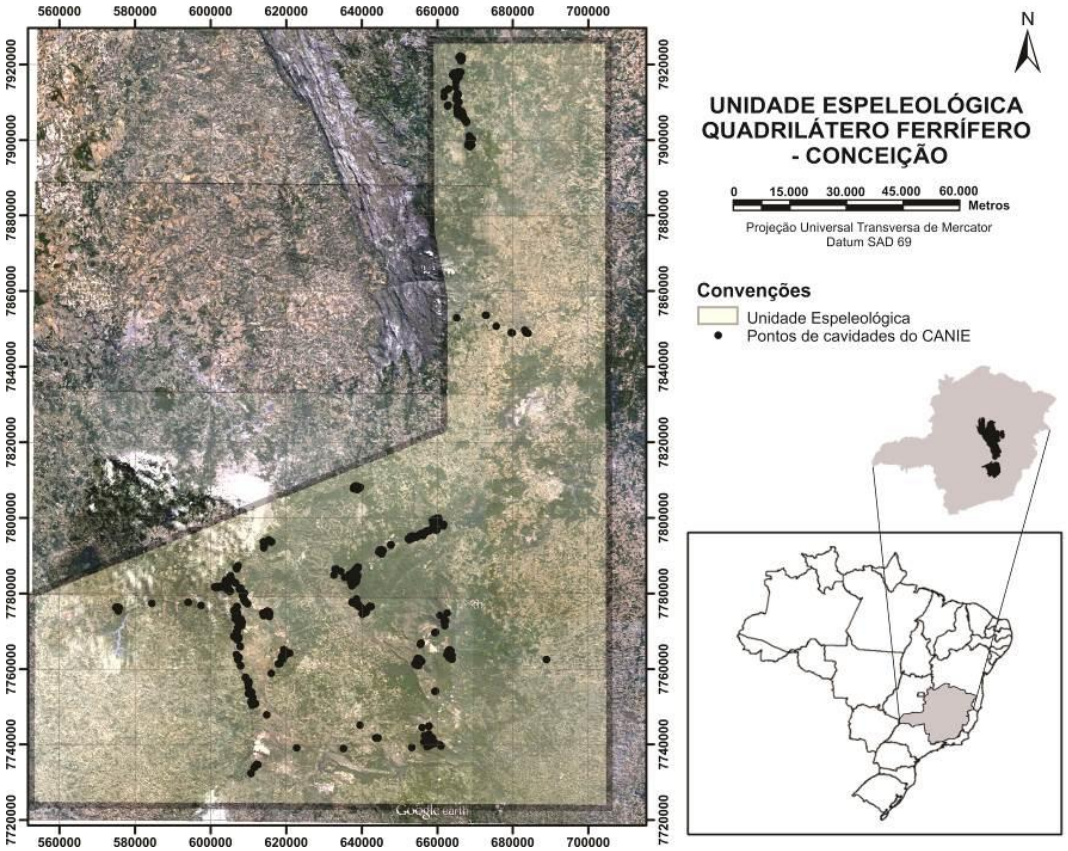


Figura 4: Delimitação da Unidade Espeleológica QF-Conceição com pontos de cavidades do CANIE.

A Unidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero – Conceição abriga cavidades relacionadas a diferentes tipos de carste, associados a rochas lateríticas, siliciclásticas e carbonáticas (OLIVEIRA et al., 2011). Com base no atual banco de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas – CANIE (CECAV, 2013) nesta unidade estão presentes 638 cavidades em rochas lateríticas, 42 em quartzíticas e 14 em carbonáticas, havendo registro ainda de outras 22 sem informações disponíveis.

A ausência de um banco de dados satisfatório referente aos atributos de todas as cavidades registradas no CANIE, pois nem todos os levantamentos espeleológicos seguem a mesma padronização (ARAÚJO et al., 2011), dificulta a execução metódica da IN 2/09. Porém, o conhecimento sistemático dos atributos da Gruta da Igrejinha permite a inferência da importância de suas características, ainda mais quando atenta-se para o fato que a grande maioria das cavidades do QF serem hospedadas em rochas ferríferas e lateritas, cujas projeções horizontais médias são de 24 m (OLIVEIRA, 2011).

Conforme o Art. 7º, disposto na IN 2 (BRASIL, 2009), quando uma cavidade apresenta pelo menos um dos atributos considerados na tabela 1, ela é considerada de importância acentuada sob enfoque local e regional, e assim considerada de relevância alta.

Tabela 1: Atributos segundo a IN 2 (BRASIL, 2009), que configuram a uma cavidade importância acentuada sob enfoque local e região. Aplicação na Gruta da Igrejinha, Ouro Preto - MG.

ATRIBUTO CONSIDERADO	PRESENÇA	AUSENCIA
Localidade tipo		X
Presença de populações estabelecidas de espécies com função ecológica importante	X	
Presença de táxons novos		X
Alta riqueza de espécies		X
Alta abundância relativa de espécies		X
Presença de composição singular da fauna		X
Presença de troglóbios que não sejam considerados raros, endêmicos ou relictos		X
Presença de espécies troglomórficas		X
Presença de trogloxeno obrigatório		X
Presença de população excepcional em tamanho		X
Presença de espécie rara		X
Alta projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica	X	
Alta área da projeção horizontal da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica	X	
Alto volume da cavidade em relação às demais cavidades que se distribuem na mesma unidade espeleológica	X	
Presença significativa de estruturas espeleogenéticas raras		X
Lago ou drenagem subterrânea perene com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas aos outros caracteres desta tabela	X	
Diversidade da sedimentação química com muitos tipos de espeleotemas e processos de deposição	X	
Configuração notável dos espeleotemas	X	
Alta influência da cavidade sobre o sistema cárstico	X	
Presença de inter-relação da cavidade com alguma de relevância máxima		X
Reconhecimento nacional ou mundial do valor estético/cênico da cavidade	X	
Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência regional ou nacional.	X	

(a) Há na cavidade população estabelecida de *Myotis nigricans* que, com seu hábito alimentar estritamente insetívoro, se torna uma peça importante no equilíbrio do ecossistema, controlando populações de insetos;

(b) Alta projeção horizontal, além de área e volume altos no contexto regional, visto que é de reconhecimento nacional que a mesma configura a segunda maior cavidade natural do Quadrilátero Ferrífero (Figura 5);

(c) A existência de uma drenagem perene com ocorrência de lagos intermitentes, de acentuada influência na dinâmica hídrica da cavidade, ainda atuante na dissolução dos níveis inferiores;

(d) A notável configuração cristalina dos espeleotemas de grande porte;

(e) Alta influencia sobre o sistema cárstico. A igrejinha, por não ter cavernas na proximidade, compõe o sistema cárstico local com drenagem criptorréica, com intercalação d sumidouros e ressurgências, desaguando na nascente do Córrego do Amargoso;

(f) O reconhecimento do valor cênico a nível nacional, influenciando uma visitação pública sistemática a cavidade de caráter científico ou educacional desde os anos trinta.

3.6.2 Enfoque Local

A compartimentação da Unidade Espeleológica do Quadrilátero Ferrífero - Conceição de acordo com a regulamentação da IN 2, reconheceu dez Unidades Geomorfológicas, de acordo com critérios litológico-fisiográficos (OLIVEIRA et al., 2011). Nesta compartimentação, localmente situar-se-ia a Gruta da Igrejinha na Unidade Geomorfológica Morrarias de Dom Bosco (Figura 6), na região de Miguel Bournier, com ocorrência de 31 cavidades em quartzitos e 5 em rochas carbonáticas (CECAV, 2013).

Observe que, apenas quatros dos pontos do banco de dados do CANIE estão efetivamente inseridos na área da Unidade Geomorfológica, sendo que os demais mencionados, por não encontrarem-se inseridos dentro de quaisquer unidade local proposta no trabalho de Oliveira et al. (2011), foram englobadas nesta mesma por simples critério de proximidade.

Conforme descrito no Art. 8º da mesma IN, a importância acentuada sob enfoque local é novamente reconhecida nos atributos da tabela 2.

Figura 5: Grande projeção, área e volume existente nos condutos da cavidade (Foto por Felipe Lourero Tomassine).

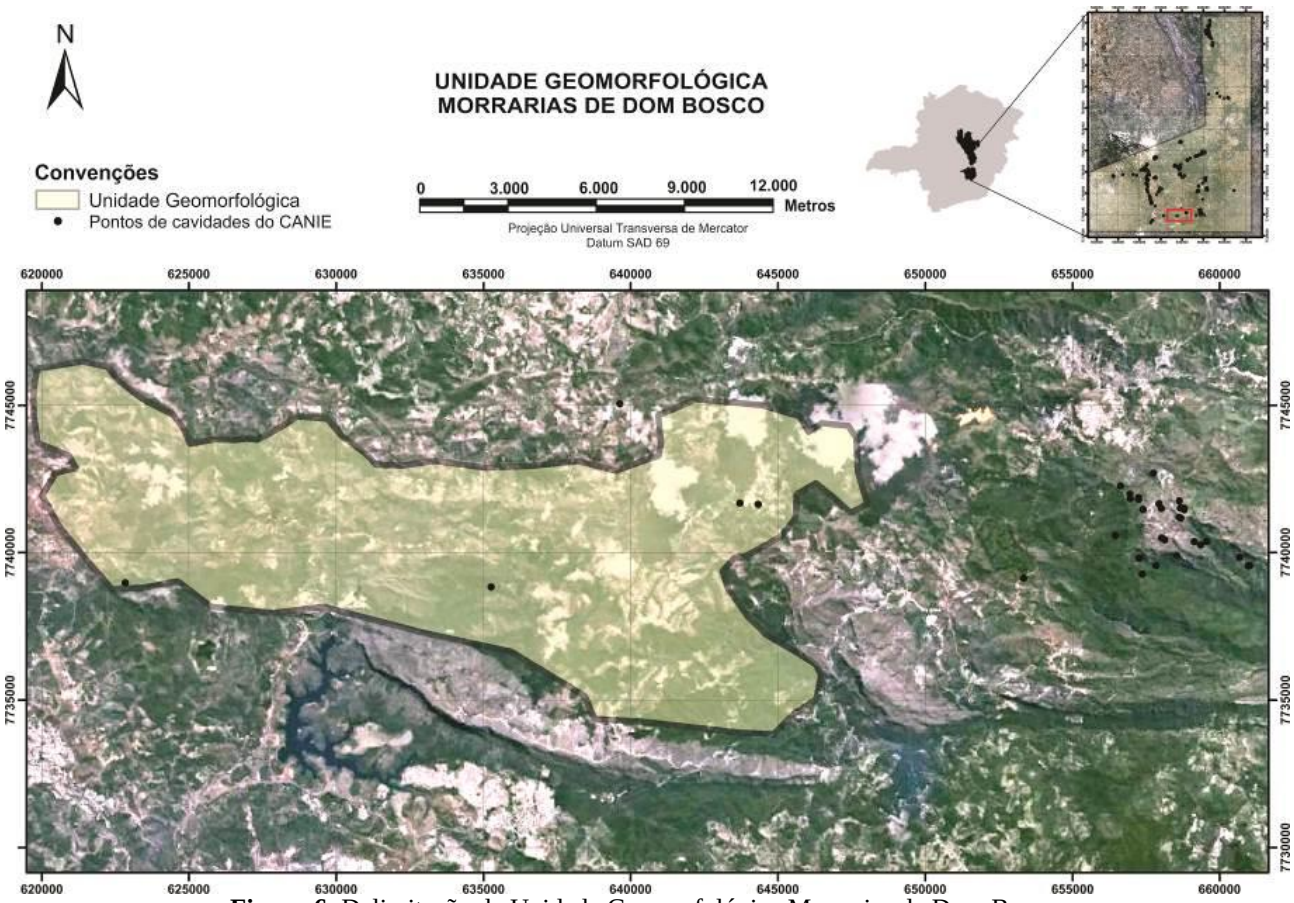


Figura 6: Delimitação da Unidade Geomorfológica Morrarias de Dom Bosco.

Tabela 2: Atributos segundo a IN 2 (BRASIL, 2009), que configuram a uma cavidade importância acentuada sob enfoque local. Aplicação na Gruta da Igrejinha, Ouro Preto - MG.

ATRIBUTO CONSIDERADO	PRESENÇA	AUSENCIA
População residente de quirópteros	X	
Constatação de uso da cavidade por aves silvestres como local de nidificação de nidificação		X
Alta diversidade de substratos orgânicos		X
Média riqueza de espécies		X
Média abundância relativa de espécies		X
Constatação de uso da cavidade por espécies migratórias		X
Presença de singularidade dos elementos faunísticos da cavidade sob enfoque local		X
Presença de estrutura geológica de interesse científico	X	
Presença de registros paleontológicos		X
Reconhecimento local do valor estético/cênico da cavidade	X	
Visitação pública sistemática na cavidade, com abrangência local	X	
Presença de água de percolação ou condensação com influência acentuada sobre os atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo	X	
Lago ou drenagem subterrânea intermitente com influência acentuada sobre atributos da cavidade que tenham as configurações relacionadas nos incisos deste artigo		X

(a) Populações residentes de três diferentes espécies de morcegos: *Myotis nigricans*, *Desmodus rotundus* e *Diphylla eucaudata*;

(b) Presença de estrutura geológica de interesse científico, reconhecido no contato entre as litologias encaixantes, além do complexo arcabouço estrutural contemplado;

(c) Cavidade com reconhecido valor estético/cênico local, visto que a mesma apresenta beleza singular ao longo de seu desenvolvimento;

(d) Visitação pública sistemática a cavidade de caráter científico ou educacional desde os anos trinta;

(e) Presença de água de percolação ou condensação de acentuada influência nos atributos da cavidade, visto que a mesma ainda se encontra em desenvolvimento, com gotejamentos observados pelos prolongamentos da Gruta;

(f) Presença de agua de percolação e condensação que influenciam acentuadamente nas taxas de precipitação química e nas condições metereológicas hipógeas.

Desta forma, a congregação dos atributos presente na Gruta da Igrejinha, a enquadram na classificação de Alta Relevância.

Dentre os atributos listados pela regulamentação do Art. 3º da IN 2 para enquadramento de uma cavidade natural subterrânea em grau de relevância máxima a Gruta Igrejinha apresenta (Tabela 3):

Tabela 3: Atributos segundo a IN 2 (BRASIL, 2009), que configuram a uma cavidade relevância máxima. Aplicação na Gruta da Igrejinha, Ouro Preto - MG.

ATRIBUTO CONSIDERADO	PRESENÇA	AUSENCIA
Gênese única ou rara	X	
Morfologia única		X
Dimensões notáveis em extensão, área e volume	X	
Espeleotemas únicos		X
Isolamento geográfico		X
Abrigo essencial para a preservação de populações geneticamente viáveis de espécies animais em risco de extinção, constantes de listas oficiais.		X
Habitat para a preservaçãode populações geneticamente viáveis de espécies de troglóbios endêmicos ou relictos.		X
Habitat de troglóbio raro		X
Interações ecológicas únicas		X
Cavidade testemunho		X
Destacada relevânciahistórico-cultural ou religiosa		X

(a) Gênese única ou rara: seu arcabouço geológico em mármore dolomítico intercalado com itabiritos anfibolíticos é único no registro nacional;

(b) Dimensões notáveis em extensão, área ou volume: dentre as cavidades cadastradas no CNC (SBE, 2013), a Gruta da Igrejinha éa segunda maior em mármore do Brasil, e primeira do Estado de Minas Gerais.

3.7 A PROPOSIÇÃO DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS QUE MODIFICA OS LIMITES DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO OURO BRANCO

O Projeto de Lei nº 3.405, em trâmite na Assembleia Legislativa de Minas Gerais (2012), altera os limites atuais do Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, excluindo de seu âmbito cerca de 50% da APP Gruta da Igrejinha (Figura 7).

A justificativa do deputado Célio Moreira, autor deste Projeto de Lei para a remarcação do Parque, é de que até o momento ainda não houve a criação efetiva do mesmo e tampouco ajuizamento de ações judiciais de desapropriação. O mesmo fundamenta-se em estudo realizado pela Organização Não Governamental "TerraBrasilis" afirmando que a região do Parque se encontra em estado de abandono, sujeita às intempéries climáticas, queimadas e devastação, dizendo que as áreas a serem excluídas da Unidade de Conservação não se prestam à sua formação principal, inclusive por se tratarem de áreas antropizadas. Porém ao afirmar isso, Célio Moreira e a Organização "TerraBrasilis" provavelmente não levaram em

consideração a enorme relevância natural existente na APP Gruta da Igrejinha a qual, com a nova remarcação do Parque, ficará com grande parte da sua área fora da zona de conservação, havendo inclusive um manifesto de lavra sobre a mesma, o que põe em risco sua integridade.

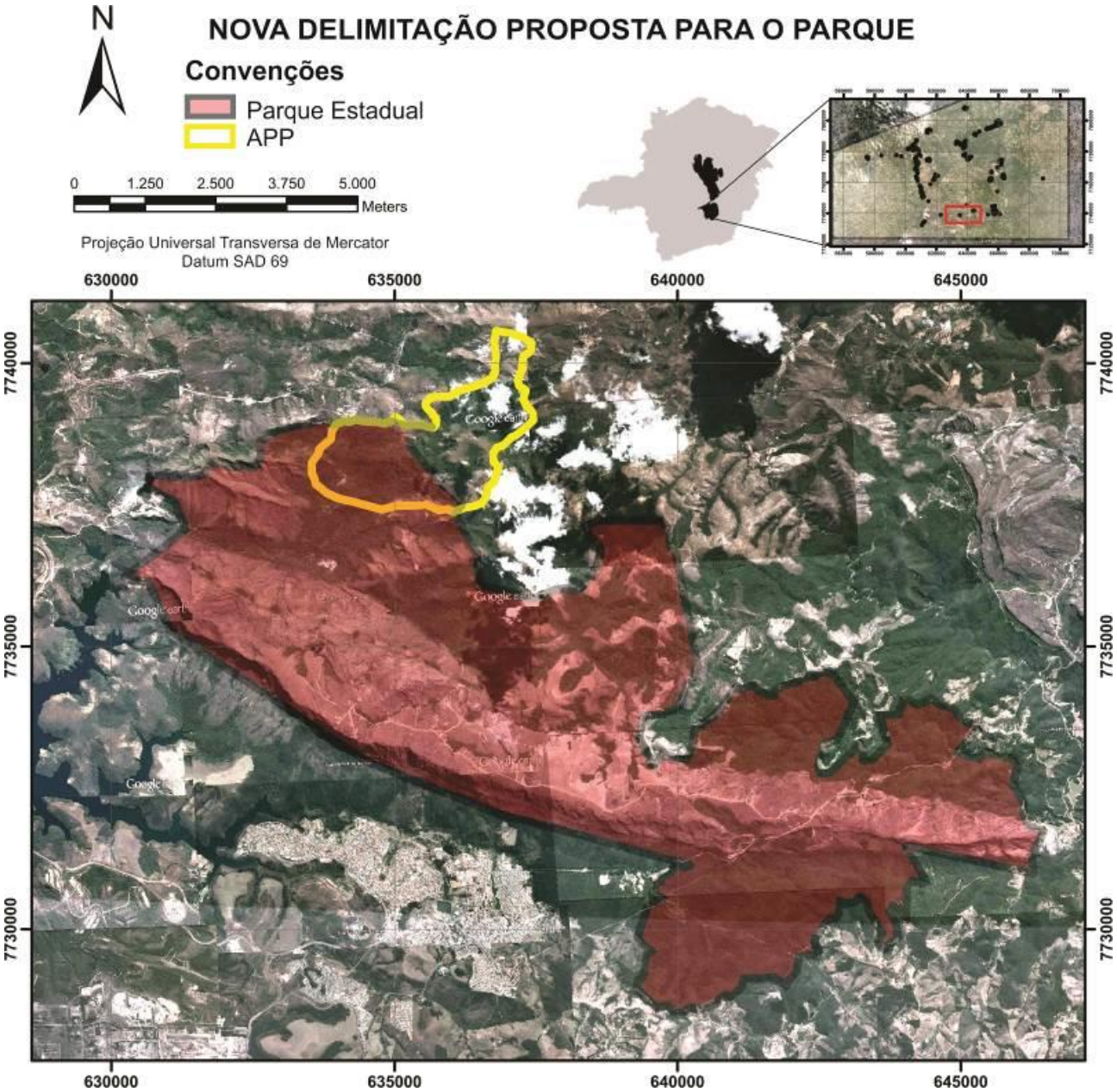


Figura 7: Delimitação proposta pelo PL nº 3.405 de 2012, com destaque para a APP Igrejinha, agora em grande parte excluída do Parque Estadual da Serra de Ouro Branco.

4. CONCLUSÕES

A Gruta da Igrejinha possui parâmetros geológicos que lhe relegam relevância máxima. As suas dimensões comparadas em nível local e regional são notáveis, sendo a segunda maior para a sua unidade espeleológica. A cavidade, ainda em pleno desenvolvimento, tem em seu regime hidrológico uma importante função para o sistema cavernícola, o qual pode ser diretamente relacionado às condições hipógeas de sua meteorologia. Possui presença de população residente de quirópteros e seus atributos cênicos, também averiguado na configuração de seus espeleotemas, são nacionalmente reconhecidos, sendo a cavidade objeto de estudos científicos e visitas sistematizadas. Tudo isso garante sua alta relevância, com importância acentuada em nível local e regional.

Em questões biológicas, o local apresenta uma baixa riqueza de espécies residentes, tanto de invertebrados quanto de vertebrados, não tendo sido observada a presença de animais troglóbios, endêmicos ou que estejam em risco de extinção. Quanto às interações ecológicas únicas, para se afirmar tal fato, há necessidade de estudos

bionômicos e em nível de comunidade, ainda não realizados. Sob enfoque paleontológico, não foram reconhecidos registros notáveis, contudo está averiguada a potencialidade de preservação dos mesmos na conjuntura da Gruta.

O Parque Estadual Serra do Ouro Branco encontra-se inserido em um complexo sistema de Áreas Protegidas, entre eles o Monumento Natural Estadual de Itatiaia, RPPN Luis Carlos Jurovsky Tamassia, Parque Estadual do Itacolomi, Estação Ecológica Estadual do Tripuí, Monumento Natural Estadual da Serra da Moeda, Estação Ecológica Estadual de Aredes, Área de Proteção Ambiental Cachoeira das Andorinhas, Área de Proteção Ambiental Seminário Menor de Mariana e Floresta do Uaimii, além de outras reservas particulares (IEF, 2013). A associação dessas áreas com aquela de proteção da Gruta da Igrejinha torna-se bastante interessante, devendo ser levado em consideração na decisão dos novos limites do parque, pois as interligações desses locais possibilitam a manutenção do equilíbrio do ecossistema ao atuarem como corredores ecológicos proporcionando um importante fluxo gênico entre as áreas protegidas, atendendo às funções propostas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (BRASIL, 2000).

A manutenção da Gruta da Igrejinha na área do Parque Estadual da Serra de Ouro Branco garantirá sua efetiva conservação, pois, assim como observou Rezende (2011), sua acessibilidade é difícil, havendo áreas mineradas abandonadas em seu entorno, sujeitas às intempéries climáticas. O mesmo autor recomenda, então, a implementação de instrumentos de gestão, para a preservação efetiva. Além disso, reconhece-se neste sítio espeleológico um singular registro do passado geológico de relevância científica, constituindo um patrimônio que deve ser preservado (AZEVEDO, 2007).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Sociedade Excursionista e Espeleológica pela oportunidade de realização do presente trabalho, e aos Professores Doutores: Paulo de Tarso e Claudio Mauricio Teixeira Silva pela revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.N.; PROUS, X.; IRACI, S.P. Estruturação de um banco de dados de espeleologia para suporte à tomada de decisões. In: RASTEIRO, M.A.; MOSS, D.F.; PONTES, H.S. (Eds). Congresso Brasileiro de Espeleologia, 31, Ponta Grossa. **Anais**. Ponta Grossa: SBE/GUPE, 2011. p. 593-600.

AZEVEDO, U.R. **Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um Geoparque da UNESCO**. 2007. 211 p. Tese de Doutoramento, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
BRASIL. Lei nº 9.985 – 18 de julho 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, 19 de outubro de 2000, Seção 1, p.1.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 392 – 25 de junho de 2007. Define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 26 de Junho de 2007, Seção 1, p.41-42.

BRASIL. Decreto n.º 6.640 - 07 de novembro de 2008. Dá nova redação aos arts. 1º, 2º, 3º, 4º e 5º e acrescenta os arts. 5-A e 5-B ao Decreto nº 99.556, de 1º de outubro de 1990, que dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, 10 de novembro de 2008, Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 2 do Ministério do Meio Ambiente, 20 de Agosto de 2009**. Dispõe sobre metodologia para classificação do grau de relevância das cavidades naturais subterrâneas. Brasília: ICMBio, 2009. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/IN%2002_MMA_Comentada.pdf.>. Acesso em: 08 de Agosto de 2013.

CECAV – Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas. **Base de dados do Estado de Minas Gerais**. Brasília: CECAV, 2013. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html>. Acesso em: 18 abr. 2013.

CHAIMOWICZ, F. **Avaliação superficial das possíveis alterações ecológicas no biótopo subterrânea da Gruta Igrejinha determinadas pelo fechamento de sua entrada. Tombamento da Gruta Igrejinha.** Tombamento Gruta da Igrejinha. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 1986, p. 1-8.

CHIARELLO, A.G.; AGUIAR, L.M. de S.; CERQUEIRA, R.; MELO, F.R.; RODRIGUES, F.H.G.; SILVA, V.M.F. da. Mamíferos. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Eds) **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** Brasília: MMA/Fundação Biodiversitas, 2008, v. 2, 908 p.

DRUMMOND, G.M.; MARTINS, C.S.; MACHADO, A.B.M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais:** um atlas para sua conservação. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2005.p. 222.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **As Grutas em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Oficinas gráficas da Estatística, 1939, 278 p.

IEF - INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. **Parque Estadual Serra de Ouro Branco**. Minas Gerais: IEF, 2009. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/1411>. Acesso em: 02 abr. 2013.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. **The IUCN red list of threatened species**. Reino Unido: IUCN, 2012. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 22 abr. 2013.

MACHADO, A.B.M.; BRESCOVIT, A.D.; MIELKE, O.H.; CASAGRANDE, M.; SILVEIRA, F.A.; OHLWEILER, F.P.; ZEPPELINE, D.; MARIA, M. de; WIELOCK, A.H. Invertebrados terrestres. In: MACHADO, A.B.M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (Eds) **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção.** Brasília: MMA/Fundação Biodiversitas. Brasília, 2008, v. 1, 512 p.

MINAS GERAIS. Decreto nº 26.420, de 9 de Dezembro de 1986. Define como de preservação permanente florestas e demais formas de vegetação natural em áreas dos municípios de Ouro Preto e Ouro Branco**. Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, Poder Executivo, Belo Horizonte, 10 de Dezembro de 1986. Seção 1, p. 7.

MINAS GERAIS. Decreto nº 45.180, de 21 de Setembro de 2009. Cria o Parque Estadual Serra do Ouro Branco, nos municípios de Ouro Branco e Ouro Preto. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**, Poder Executivo, Belo Horizonte, 22 de Setembro de 2009. Seção 1, p. 4-6.

MINAS GERAIS. Projeto de Lei nº 3.405 – 21 de ago. de 2012. Dispõe sobre a remarcação da área e perímetro do Parque Estadual Serra do Ouro Branco, nos Municípios de Ouro Branco e Ouro Preto e dá outras providências. **Diário do Legislativo**, Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 23 de agosto de 2012.

OLIVEIRA, O.A.B.; OLIVITO,J.P.R.; RODRIGUES-SILVA, D. Caracterização da unidade espeleológica e das unidades geomorfológicas da região do Quadrilátero Ferrífero – MG. **Espeleo-Tema**, Campinas,v.22, n.1, p.61-80, 2011.

OLIVEIRA, O.A.B. Aspectos geológicos relacionados às cavernas no Quadrilátero Ferrífero-MG. In: RASTEIRO, M.A.; MOSS, D.F.; PONTES, H.S. (Eds). Congresso Brasileiro de Espeleologia, 31, 2011. Ponta Grossa: **Anais**. Ponta Grossa: SBE/GUPE, 2011. p. 103-109.

OURO PRETO. Lei Municipal nº 15 – 26 de setembro de 1986. Declara como Área de Preservação Permanente a Gruta Igrejinha, localizada em Hargreaves, no Distrito de Miguel Burnier. **Diario Oficial de Ouro Preto**, Ouro Preto, 26 de setembro de 1986, p. 20-21.

REZENDE, R.A. **A fragmentação da flora nativa como instrumento de análise da sustentabilidade ecológica de áreas protegidas – Espinhaço Sul (MG)**. 2011. 215 p. Tese de Doutoramento, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto.

SALGADO, F.S. Gruta da Igrejinha. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 23, n. 4, p. 179-184, 1964.

SBE – SOCIEDADE BRASILEIRA DE ESPELEOLOGIA. **Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC).** Campinas: SBE, 2013. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/cnc_form.asp>. Acesso em: 18 abr. 2013.

TEIXEIRA-SILVA C.M., SOUZA K. Geoespeleologia da gruta Igrejinha. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia, 24. Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: SEE/SBE, 1997.p.119-130.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região carstica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v.2,n.5,p.55-320, 1984.

ZEFERINO, J.; SILVA, J.C.R.M.;NETO, L.S.B.;AMORE, L.;LIMA, M.T.;BRUNETTO, W.J. Gruta da Igrejinha. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.39, n.3, p.45-50, 1986.

Fluxo editorial:
Recebido em: 19.07.2013
Aprovado em: 21.10.2013

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

CARACTERIZAÇÃO DAS KAMENITZAS EM QUARTZITOS NA REGIÃO SUDESTE DE DIAMANTINA (MG)

CHARACTERIZATION OF KAMENITZAS IN QUARTZITES IN THE SOUTHEAST REGION OF DIAMANTINA (MG)

Fernanda Cristina Rodrigues de Souza & André Augusto Rodrigues Salgado

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Contatos: souzageografia@yahoo.com.br; geosalgado@yahoo.com.br.

Resumo

O presente trabalho apresenta as características das kamenitzas, uma tipologia de karren, desenvolvidas em quartzitos na região sudeste de Diamantina (MG). O procedimento metodológico utilizado consistiu em aferição morfométrica de kamenitzas e tratamento estatístico dos parâmetros morfométricos dessas feições. Os resultados obtidos demonstram que, em geral, há duas tipologias morfológicas de kamenitzas na área de estudo: a) profundas, arredondadas e de dimensões menores e b) rasas, alongadas e de dimensões maiores. Constata-se que as kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se em áreas entre 900 e 999m e estão inseridas principalmente na parte sul da área pesquisada. Já as kamenitzas rasas, alongadas ou ovais e de dimensões maiores localizam-se em áreas entre 1100 e 1199m de altitude e, predominantemente, na porção norte da região SE de Diamantina.

Palavras-Chave: Kamenitzas; Análise Morfométrica; Estatística; Quartzitos; Diamantina (MG).

Abstract

This paper presents the kamenitzas features, a typology of karren, developed in quartzite in the southeastern region of Diamantina (MG). The methodological procedure consisted measurement of morphometric kamenitzas and statistical morphometric parameters of these features. The results showed that, in general, there are two morphological types of kamenitzas in the studied area: a) deep, rounded and smaller sizes, and b) shallow, narrow and larger sizes. It is verified that the deep, rounded and smaller sizes kamenitzas, located in areas between 900 and 999m, are placed mainly in the southern part of the studied area. The shallow, narrowed or oval and larger sizes kamenitzas, on the other hand, are located in areas between 1100 and 1199m of altitude and, predominantly, are in the northern portion of the southeast region of Diamantina.

***Key-Words**: Kamenitzas; Morphometric Analysis, Statistics, Quartzite; Diamantina (MG).*

1. INTRODUÇÃO

Karren se refere a uma feição exocárstica caracterizadas pela presença de sulcos ou ranhuras direcionadas, que podem ser formadas diretamente na superfície da rocha ou abaixo de solo, musgo ou cobertura vegetal e apresentam tipologia diversificada, muitas vezes poligenética (CVIJIC, 1960; SWEETING, 1972; BÖGLI, 1978). As kamenitzas correspondem a uma tipologia de karren, que também é conhecida como bacias de dissolução, *solution pans* e tinajitas (FORD; WILLIAMS, 2007) e são frequentemente alinhadas em grupos ao longo de juntas e fissuras (SWEETING, 1972).

Os principais fatores que interferem na formação das kamenitzas são: a) a composição da rocha; b) a quantidade, distribuição e natureza da precipitação; c) a declividade ou mergulho da rocha e suas estruturas primárias e secundárias; d) a presença ou ausência de cobertura vegetal, solos ou turfas; e) as condições paleoclimáticas (CVIJIC, 1960; SWEETING, 1972; BÖGLI, 1978). A Tabela 01 apresenta as características gerais das kamenitzas e suas principais superfícies de ocorrência. Destaca-se que o autor não mencionou nem atrelou especificamente, as características e áreas de ocorrências dessas feições ao tipo de rocha.

As kamenitzas são tipos de karren recorrentes em calcários, dolomitos, gipso, quartzito, arenito e gnaisse (FORD; WILLIAMS, 2007) e em áreas de clima tropical, temperado ou glacial (SWEETING, 1972). Entretanto, embora alguns estudos (ROBAINA; BAZZAN, 2008; RODET *et al.*, 2009; MELO *et al.*, 2011) apresentem e caracterizem essas feições desenvolvidas em quartzitos, esses trabalhos restringem-se basicamente ao resgate conceitual

apresentado por CVIJIC (1960) e BÖGLI (1978) e no registro de ocorrência dessas feições. Por isso, busca-se o levantamento e interpretação destas feições com base em dados estatísticos descritivos e espaciais. Assim, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar as kamenitzas desenvolvidas em quartzitos na região sudeste de Diamantina (MG).

A área de estudo localiza-se a sudeste da sede municipal de Diamantina (MG), abrange o distrito de Extração e suas proximidades, e está fora dos limites de unidades de conservação. A Figura 1 mostra a localização da área de estudo e a distribuição dos pontos de amostragem das kamenitzas.

Tabela 1: Características gerais das kamenitzas e suas áreas de ocorrência

Tamanho médio	Áreas de ocorrência	Superfície de ocorrência	Características das Cristas
Diâmetro: Poucos cm a 3m Profundidade: 50cm	Afloramentos ou superfícies livres e áreas com coberta pedológica	Horizontal	- Semi afiadas onde os karren são livres - Suavizadas onde os karren são cobertos

Fonte: Modificado de Sweeting (1972)

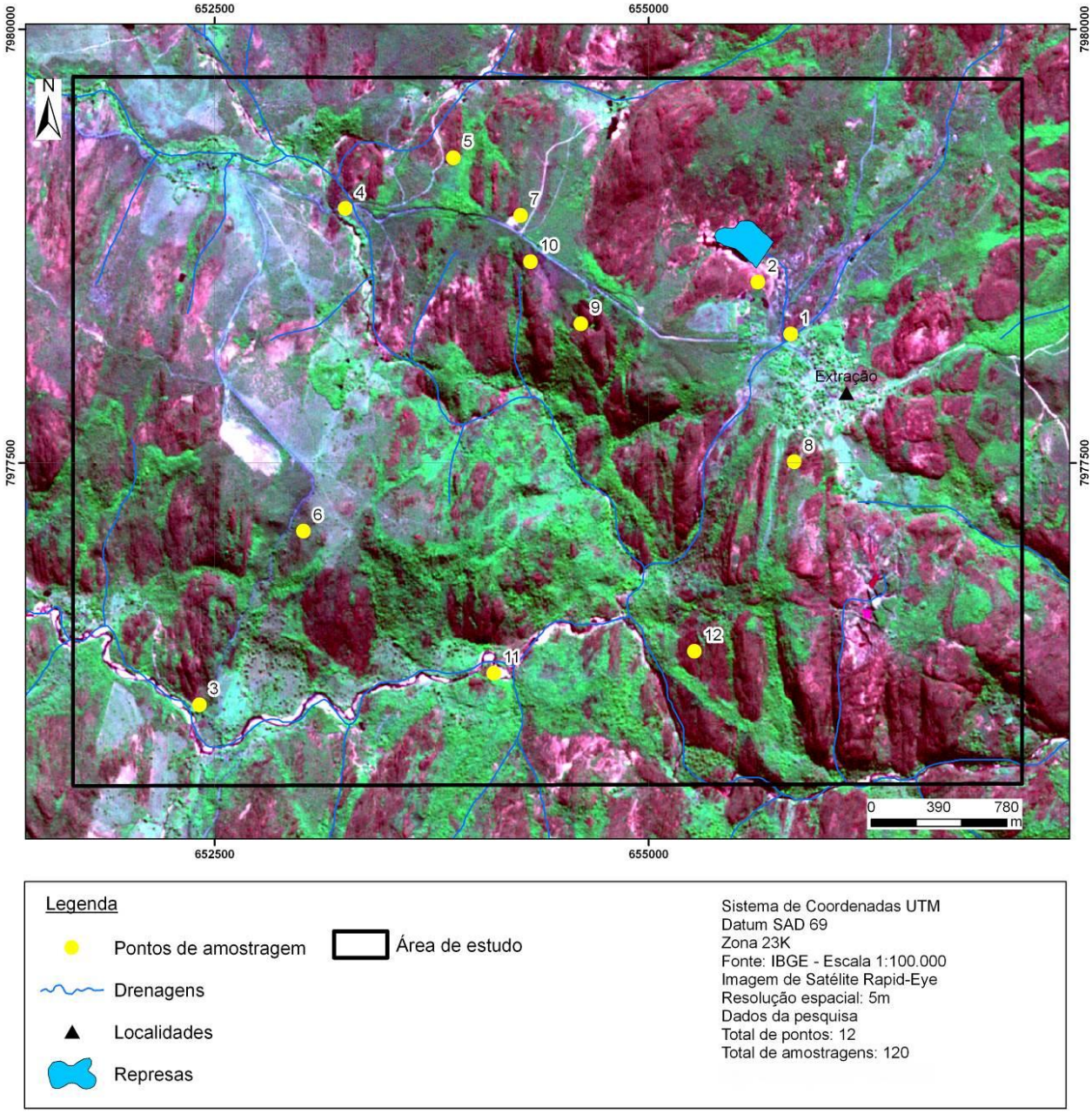


Figura 1: Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem das kamenitzas

A área pesquisada é composta por rochas do Supergrupo Espinhaço, Formação Sopa-Brumadinho, rochas metabásicas e depósitos do Terciário e Quaternário. A Formação Sopa-Brumadinho apresenta estratificações cruzadas de pequeno porte, é composta por quartzitos de granulação grosseira, filitos e metaconglomerados depositados no período de instabilidade tectônica (ALMEIDA ABREU, 1995). Na área de estudo essa Formação é representada pelas Unidades Inferior e Média do Membro Caldeirões, composta especificamente por quartzitos monomíticos, ortoconglomerados de matriz sericítica e paraconglomerados de matriz quartzítica (NOGUEIRA; FELINTO, 1982; VIEGAS, 2010; SILVA, 2010), conforme observado em campo e registrado na Figura 2.

O clima na área de estudo é influenciado pelo fator orográfico e é caracterizado por apresentar duas estações bem definidas: chuvosa (novembro a março) e seca (abril a outubro). As temperaturas são amenas durante todo o ano, com média anual de 18ºC a 19ºC e a precipitação média anual equivale a 1400 mm (INMET, 2012). Geomorfologicamente a área está inserida na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), na porção central do Planalto Diamantina e caracteriza-se pela ocorrência de relevo ondulado e suave ondulado. Leão *et al.* (2012) apresentam comportamentos morfológicos e denundacionais diferentes nas vertentes litorânea e interiorana da SdEM. Morfologicamente a vertente litorânea da SdEM apresenta maior declividade e, teoricamente, cursos fluviais mais agressivos que a vertente interiorana. Entretanto, devido aos fatores litológicos, a vertente oeste apresenta ocorrência e intensidade de geoformas erosivas e os dados de denundação geoquímica registram que atualmente as taxas de perdas geoquímicas são maiores na vertente oeste. Desta forma, os autores constatam que os processos denudacionais tiveram dois momentos diferenciados, que são demarcados pela exumação de granito, gnaisse e rochas carbonáticas na vertente oeste e esse fator condicionou que esta porção da SdEM passasse a apresentar taxas de perdas denundacionais superiores à margem litorânea. A Figura 3 demonstra as características geomorfológicas gerais da área de estudo.

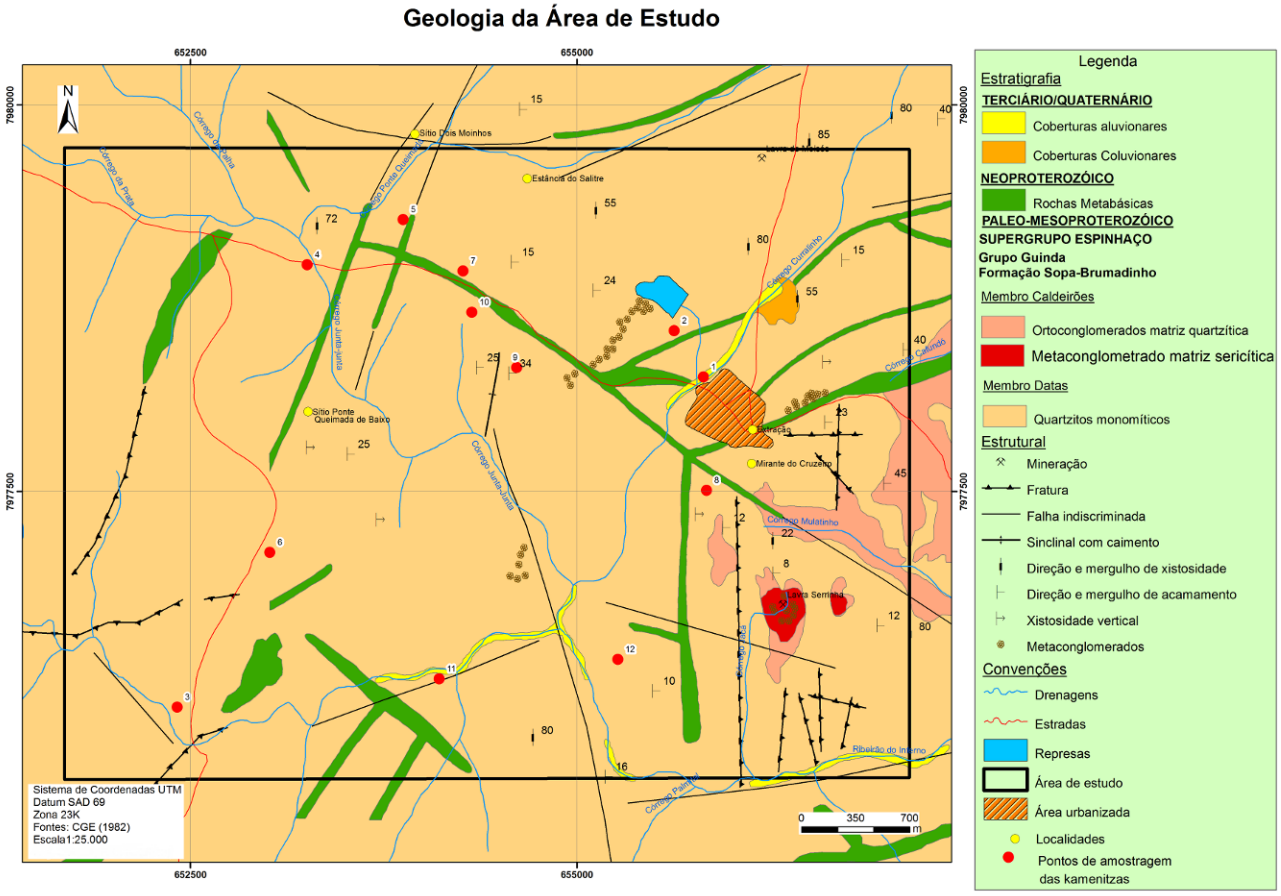


Figura 2: Estratigrafia da área de estudo. Fonte: Viegas (2010). Adaptado.

Figura 3: Características geomorfológicas da área de estudo. Relevo suave ondulado no primeiro plano e dissecado no segundo plano.

A formação dos solos está associada ao tipo de rocha existente e aos demais fatores, como relevo, clima e organismos vivos, ao longo do tempo. Conforme Diniz *et al.* (2005) os solos na SdEM estão associados ao relevo e à litologia. Na área de estudo predomina a ocorrência de NEOSSOLOS, que se caracterizam por serem arenosos, rasos, muito permeáveis, com coloração esbranquiçada e granulometria fina e são derivados de quartzitos. E também há solos argilosos e com coloração avermelhada, provenientes da alteração de rochas metabásicas (NOGUEIRA; FELINTO, 1982; VIEGAS, 2010).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico consistiu em etapas compostas por revisão bibliográfica, trabalhos de campo, análise estatística e espacial e tratamento dos resultados obtidos. Os trabalhos de campo incluíram prospecção, identificação e georreferenciamento das kamenitzas. A prospecção geral compreendeu uma campanha de campo executada em 23 dias que visou percorrer toda a área com a finalidade de conhecê-la e identificar as feições cársticas e geomorfológicas inerentes ao seu domínio territorial. As áreas de caminhamento foram planejadas de forma que possibilitasse: a) observar diferentes contextos geomorfológicos de inserção das feições cársticas (alta, média e baixa vertente); b) contemplar pontos favoráveis ao desenvolvimento de feições cársticas (maciços, topos, vales fluviais - para verificar a ocorrência de sumidouros e ressurgências – e áreas de ruptura de declive, por exemplo); c) permitir a integridade física dos profissionais em campo, principalmente em trechos onde as estradas vicinais de acesso são distantes, a vegetação é mais densa e o relevo é mais acidentado. Por isso, nos pontos de vertentes íngremes, as linhas de caminhamento foram executadas segundo as curvas de nível.

Durante o desenvolvimento da campanha de prospecção cárstica foram espacializados pontos de localização de várias feições cársticas e anotado as principais observações e características das mesmas. Todas as feições foram espacializadas através do GPS Garmim e posteriormente lançadas no *software* ArcGis 9.3. Os dados obtidos foram processados e, destacou-se que as kamenitzas requeriam a caracterização em detalhe. Para isso, foram selecionados 12 pontos de amostragem e em cada ponto foram realizadas análises morfométricas de dez kamenitzas que estavam localizadas a um raio máximo de 5m daquele ponto. Portanto, foram investigadas 120 kamenitzas por considerá-las como o número representativo para interpretação. Em termos estatísticos este número amostral representa a análise de 5,28 kamenitzas por km^2. Os pontos selecionados foram planejados de forma que contemplasse diferentes contextos geomorfológicos e correspondesse a um número amostral e espacial que representasse a área de estudo. Os parâmetros utilizados na análise morfométrica foram: extensão do eixo maior e menor de desenvolvimento das kamenitzas e profundidade média central de cada feição. Os dados obtidos foram tabulados e correlacionados com as cotas altimétricas em que estão inseridos.

Posteriormente os dados morfométricos obtidos foram processados estatisticamente e foram calculados a média aritmética, a mediana, os quartis e o desvio padrão das 120 feições. Foram elaboradas tabelas com os dados obtidos e a interpretação dos resultados foi organizada estatisticamente em cinco classes: i) de zero ao primeiro quartil, ii) do primeiro quartil à média, iii) da média ao segundo quartil, iv) do segundo quartil ao terceiro quartil e v) do terceiro quartil ao valor máximo. Neste caso, para a interpretação dos valores centrais do número amostral levantado, utilizam-se os dados de média aritmética e mediana. O grau de dispersão ou variabilidade das amostras em relação ao valor central é interpretado com base no desvio padrão. Os resultados de média aritmética de cada ponto foram tabulados e processados no *software* ArcGis 9.3, através do qual foram gerados os mapas com a distribuição espacial dos pontos e seus respectivos indicadores morfométricos. Esses parâmetros foram agrupados em cinco classes, cujos intervalos utilizados para elaboração dos mapas foram os indicados pelo *software*. Esses dados agrupados em cinco classes também foram interpolados com a ferramenta *Interpolate to Raster* do ArcGis 9.3 que gerou as curvas de dispersão dos parâmetros morfométricos investigados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na área de estudo as kamenitzas são feições recorrentes, ocorrem geralmente diretamente sobre a superfície da rocha e estão distribuídas espacialmente em toda a área. Para a interpretação destas geoformas foi selecionado o número amostral de 120 kamenitzas. A Tabela 2 demonstra os dados obtidos em cada ponto, com suas respectivas coordenadas de localização e as informações sobre a profundidade central, eixo maior e menor de desenvolvimento dessas feições.

Tabela 2: Caracterização morfológica das kamenitzas na região sudeste de Diamantina (MG)

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
UTM_N	7978241	7978540	7976105	7978965	7979258	7977105	7978925	7977506	7978301	7978659	7976288	7976414
UTM_E	655819	655630	652414	653254	653876	653012	654264	655839	654611	654321	654109	655265
Elevação	1100	1141	937	1082	1121	1111	1164	1172	1131	1144	941	997
Profundidade Central (cm)	11	3	25	22	10	20	21	22	17	18	19	42
	12	6	8	18	18	18	18	12	32	30	7	18
	13	3	19	22	15	7	12	21	17	22	17	6
	15	20	28	18	15	8	15	18	25	10	29	10
	12	2	22	12	5	17	10	20	35	8	22	19
	3	3	21	16	3	38	15	21	12	28	21	32
	10	4	39	10	28	21	12	11	18	38	37	19
	11	12	31	8	16	19	19	15	28	23	12	18
	9	4	28	15	30	19	18	16	31	15	26	15
	9	18	20	8	10	8	15	11	24	42	21	6
Eixo maior (cm)	132	72	150	56	52	40	42	100	110	82	126	60
	168	137	53	78	102	30	293	161	165	82	76	30
	90	99	92	126	121	40	80	61	234	120	98	40
	59	168	108	120	74	39	115	164	184	40	102	38
	75	114	60	68	105	57	106	159	169	110	83	57
	195	140	79	77	125	115	240	161	120	120	79	108
	75	116	108	54	105	104	97	114	132	120	109	92
	58	169	72	106	86	46	70	30	278	60	72	45
	109	115	71	118	122	45	95	49	285	54	56	38
	125	128	68	64	49	56	72	114	108	172	70	54
Eixo menor (cm)	72	70	80	31	49	29	29	62	70	60	102	29
	74	74	48	39	52	15	62	66	156	55	48	18
	33	63	70	47	87	30	35	26	120	98	71	29
	29	95	53	80	69	22	80	64	73	30	55	22
	47	60	55	49	44	23	49	138	129	40	52	23
	100	118	49	56	102	65	129	30	65	108	48	68
	40	71	80	36	74	56	69	30	90	64	76	57
	54	99	53	60	60	27	52	20	140	29	53	26
	69	66	28	42	100	21	40	39	118	27	28	23
	66	80	52	26	32	25	49	49	72	64	55	28

A tabulação dos dados sobre as kamenitzas permite constatar que a profundidade média das kamenitzas equivale a 17,38cm (Tabela 3). A distribuição percentual destas feições com até 21cm de profundidade média é relativamente homogênea, sendo que apenas 8% possui entre 31,6 e 42cm, que são as feições mais profundas (Tabela 4). O desvio padrão (8,94) evidencia que a maioria das amostras possui profundidades próximas ao valor central e, portanto, a dispersão é baixa (Tabela 4).

Em relação à extensão do eixo maior das kamenitzas, destaca-se que a média equivale a 100,72cm (Tabela 3). A distribuição percentual destas feições com valores até o segundo quartil (146,5cm) é relativamente homogênea, sendo que apenas 4% possui entre 219,8 e 293,0cm, que são as feições mais extensas. O desvio padrão (51,84) registra que, embora a margem de diferença seja baixa, a maioria das amostras possui valores dispersos (Tabela 4). A respeito da extensão do eixo menor destas feições, nota-se que o valor médio equivale a 58,61cm e a maioria das feições possuem dimensões até 78,0cm (Tabela 4). O desvio padrão (29,28) indica que a maioria das amostras possui valores próximos à média e mediana (Tabela 3).

Esses dados permitem constatar que, em geral, a maioria das kamenitzas possui valores que variam do valor mínimo ao segundo quartil no que diz respeito à profundidade central (2 a 21cm), extensão do eixo maior (30 a 146,5cm) e extensão do eixo menor (15 a 78,0cm), ou seja, predominantemente, as kamenitzas são pequenas e médias.

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam a relação da altimetria, respectivamente, com a extensão do eixo maior, extensão do eixo menor e profundidade das kamenitzas. A extensão do eixo maior das kamenitzas, apesar de algumas exceções, é maior quando estão localizadas em áreas com altitudes de variam de 1100 a 1199m de altitude (Figura 4). Destaca-se também que locais com este intervalo altimétrico são predominantes na área pesquisada, o que justifica o maior número de amostras neste local. A extensão do eixo menor, por sua vez, apresenta valores predominantemente homogêneos, independentemente da altimetria de inserção das kamenitzas (Figura 5).

Tabela 3: Estatística Descritiva Geral das Kamenitzas

	Prof. Central	Eixo maior	Eixo menor
Valor máximo	42	293	156
Valor mínimo	2	30	15
Média aritmética	17,38	100,72	58,61
Mediana	17,5	97,5	55
Desvio Padrão	8,94	51,84	29,28

Tabela 4: Classificação estatística geral das kamenitzas

Classificação	Profundidade Central		Eixo maior		Eixo menor	
	Prof. (cm)	Percentual	Extensão (cm)	Percentual	Extensão (cm)	Percentual
Zero ao Primeiro Quartil	0 a 10,5	29	0 a 73,2	42	0 a 39,0	35
Primeiro Quartil a Média	10,6 a 17,38	31	73,3 a 100,72	21	39,1 a 58,61	31
Média a Segundo Quartil	17,39 a 21,0	30	100,73 a 146,5	39	58,62 a 78,0	31
Segundo Quartil ao Terceiro Quartil	21,1 a 31,5	21	146,6 a 219,7	13	78,1 a 117,0	15
Terceiro Quartil ao Valor máximo	31,6 a 42,0	9	219,8 a 293,0	5	117,1 a 156,0	8

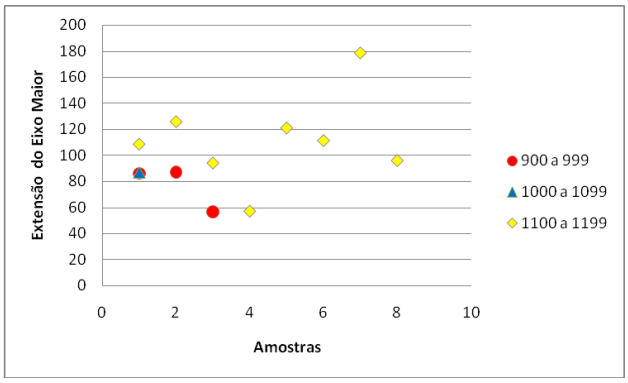


Figura 4: Relação entre altimetria e extensão do eixo maior das kamenitzas.

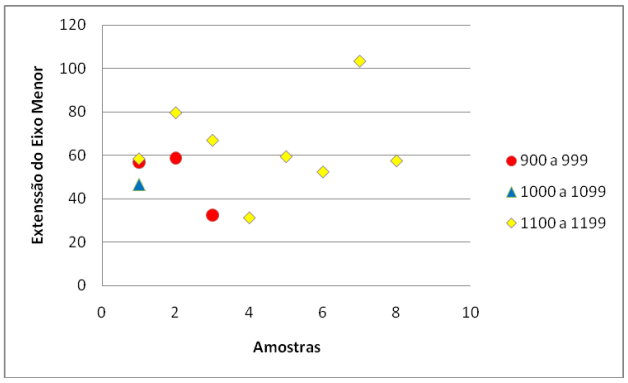


Figura 5: Relação entre altimetria e extensão do eixo menor das kamenitzas.

As feições analisadas tendem ser mais profundas quando desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude. Já nas áreas entre 1100 e 1199m de altitude há variações nos índices de profundidade média central, mas salvo algumas extensões, são predominantemente rasas (Figura 6).

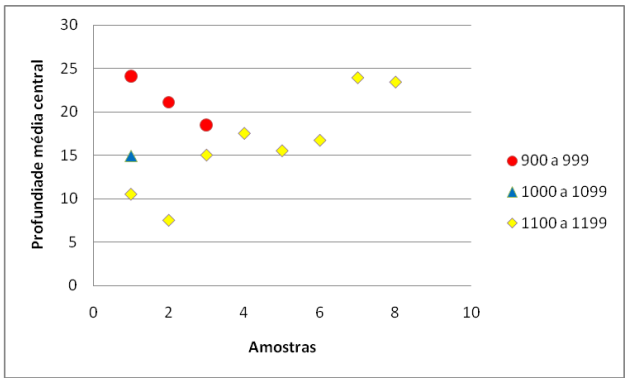


Figura 6: Relação entre altimetria e profundidade média central kamenitzas.

Esses dados morfométricos indicam que, em geral, as kamenitzas desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude apresentam morfologia predominantemente arredondada, devido à relativa pequena diferença entre as dimensões do eixo maior e menor de desenvolvimento destas formas; e também são as amostras mais profundas na área. Já as feições desenvolvidas em áreas entre 1100 e 1199m apresentam, em geral, morfologia alongada, são feições rasas e são as amostras mais extensas na área investigada. Ou seja, em síntese há duas tipologias morfológicas de kamenitzas: i) profundas, arredondadas e de dimensões menores e ii) rasas, alongadas e de dimensões maiores. A Figura 7 registra esses tipos de kamenitzas que ocorrem na área investigada.

Neste sentido, pode-se considerar que as condições ambientais locais caracterizadas por precipitações pluviométricas médias anuais de 1400 mm, litologia quartzítica e relevo ondulado a suave ondulado podem ser fatores que contribuem para o desenvolvimento das kamenitzas na área de estudo. Essas condições ambientais locais favorecerem predominantemente a presença de afloramentos ou solos rasos (NEOSSOLOS Litólicos ou Quartzarênicos). O tipo de vegetação, predominante, é campos rupestres ou campos de altitude, embora ocorram áreas com campo sujo onde há solos originados de rochas metabásicas. Devido a essas condições pedológicas e ao tipo de vegetação, observa-se que esses são os motivos pelos quais a maioria das kamenitzas ocorre em áreas de afloramento, diretamente sob a superfície da rocha.

Figura 7: Tipos de kamenitzas da área de estudo: A) profundas, arredondadas e de dimensões menores e B) rasas, alongadas e de dimensões maiores

A Figura 8 exemplifica um dos locais de inserção das kamenitzas e este ponto é caracterizado pela presença de relevo suave ondulado e localmente relativamente plano. A Figura 9, por sua vez, registra o exemplo de outro contexto geomorfológico de localização de kamenitzas e é caracterizado localmente por corresponder a uma área suavemente inclinada.

Figura 8: Área de relevo suave ondulado, localmente pouco íngreme, onde é possível identificar kamenitzas

Figura 9: Área de relevo suavemente inclinado, onde é possível identificar kamenitzas. O círculo evidencia uma pessoa como escala.

As Figuras 10, 11 e 12 apontam a distribuição espacial dos pontos amostrados com os respectivos valores da média aritmética da profundidade média central, extensão do eixo maior e do eixo menor, respectivamente. A Figura 10 mostra a localização das kamenitzas de acordo com a profundidade, essa Figura confirma a interpretação de que a proporção de kamenitzas mais profundas é restrita e praticamente não há localização espacial preferencial para ocorrência das kamenitzas mais profundas. Quanto às dimensões da extensão do eixo maior de desenvolvimento das kamenitzas, destaca-se que as feições menores quanto a este parâmetro estão localizadas predominantemente na parte sul da área de estudo (Figura 11). As kamenitzas cujas extensões do eixo menor de desenvolvimento possuem predominantemente valores médios, mas também apresentam o seguinte comportamento: i) há dois pontos amostrais com índices menores na parte sul da área pesquisada e ii) um ponto na parte norte em que os índices são os mais expressivos (Figura 12).

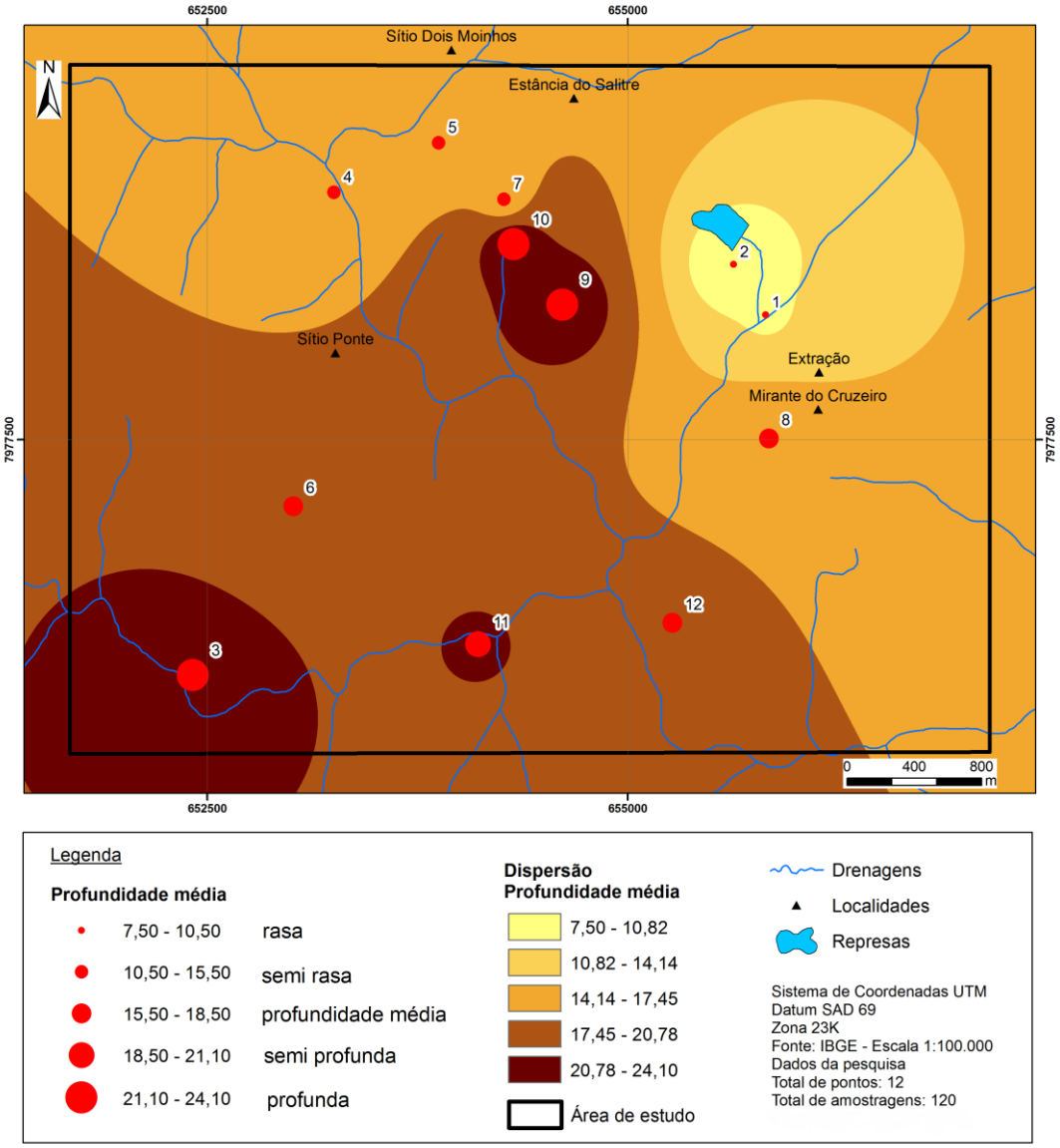


Figura 10: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a profundidade média central das kamenitzas

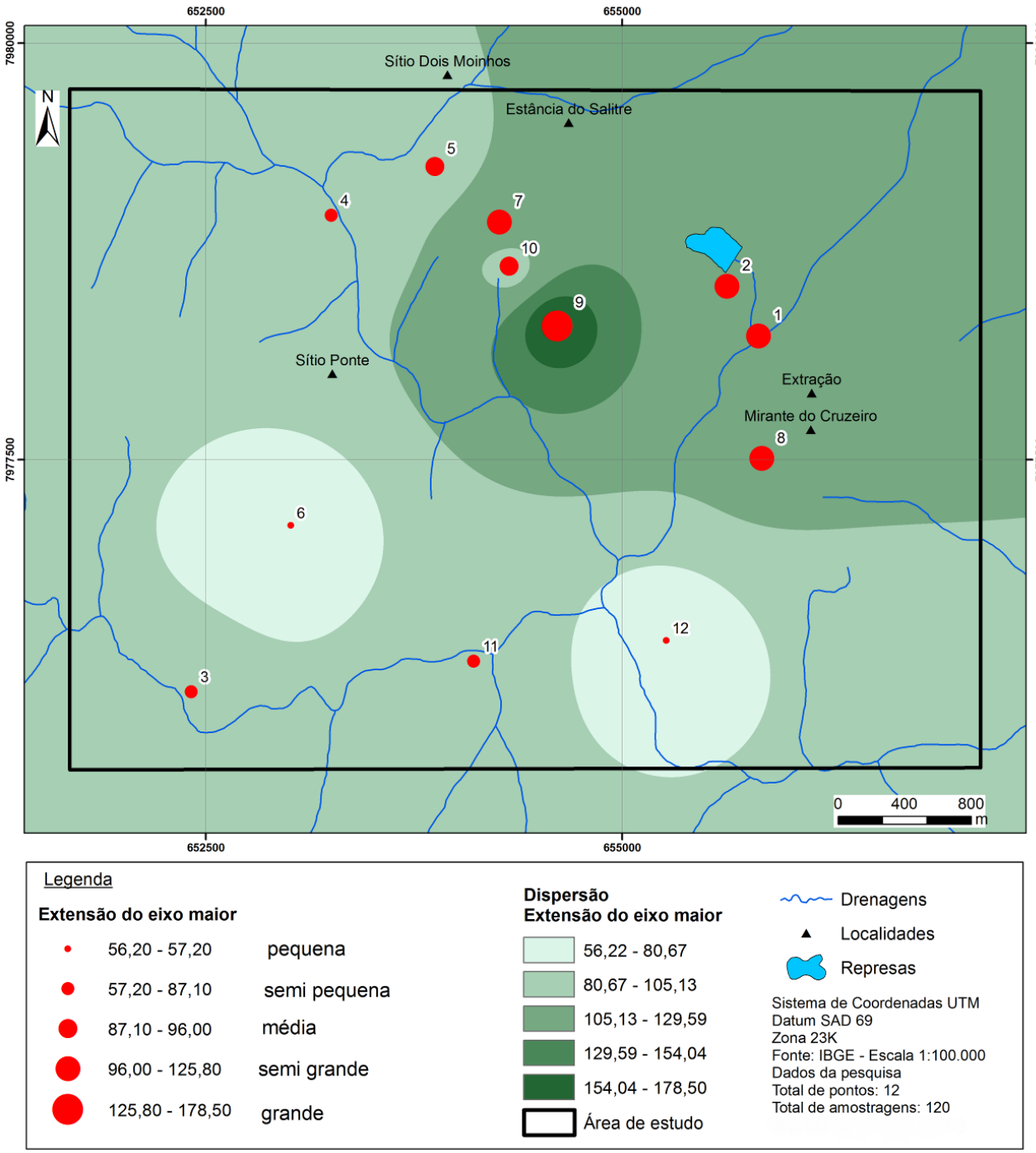


Figura 11: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a extensão média do eixo maior de desenvolvimento das kamenitzas

Levando em consideração as duas tipologias morfológicas de kamenitzas presentes na área de estudo e as informações presentes nas Figuras 10, 11 e 12 constata-se que, em termos gerais, a maior proporção de feições com extensões menores localiza-se na porção sul da área de estudo. Afinal, as feições com eixo maior com valores morfométricos menores geralmente corresponde ao com eixo menor de dimensões menores, como pode ser observados nos pontos 3, 6, 10, 11 e 12. Além disso, esses pontos também apresentam geralmente na classificação de indicadores profundos ou médios (Figuras 10, 11 e 12). Portanto, este indicador corrobora que as kamenitzas morfologicamente menores e arredondadas são mais profundas, salvo algumas exceções. Assim como demonstra que, geralmente, as kamenitzas com as maiores dimensões do eixo maior e menor de desenvolvimento são as feições menos profundas, como registra os pontos 1, 2, 5 e 7. Ou seja, conforme a classificação espacial, em resumo, as feições profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se predominantemente na parte sul da área de estudo e as kamenitzas rasas,

alongadas e de dimensões maiores estão situadas principalmente na parte norte da região sudeste de Diamantina.

As razões que justificam esses dois tipos de kamenitzas na área de estudo requerem estudos mais aprofundados. Entretanto, a hipótese inicial e geral que explica as diferentes características das variedades de kamenitzas está associada ao contexto geomorfológico local e às dinâmicas do comportamento hídrico em diferentes formas de relevo. Afinal, observa-se que, em geral, a parte norte da área de estudo é caracterizada por ser localmente mais suavizada e a parte sul, por sua vez, apresenta relevo mais acidentado e marcado por maior incisão das drenagens. Com isso, destaca-se que no processo de formação das kamenitzas, elas podem apresentar características diferentes, visto que, em áreas de relevo suavizado a água tende a atuar no processo de dissolução da rocha e o processo de expansão desta geoforma tende a ser lateral. Isso favoreceu o desenvolvimento de kamenitzas rasas, alongadas e de dimensões maiores, principalmente, na zona norte da área de estudo.

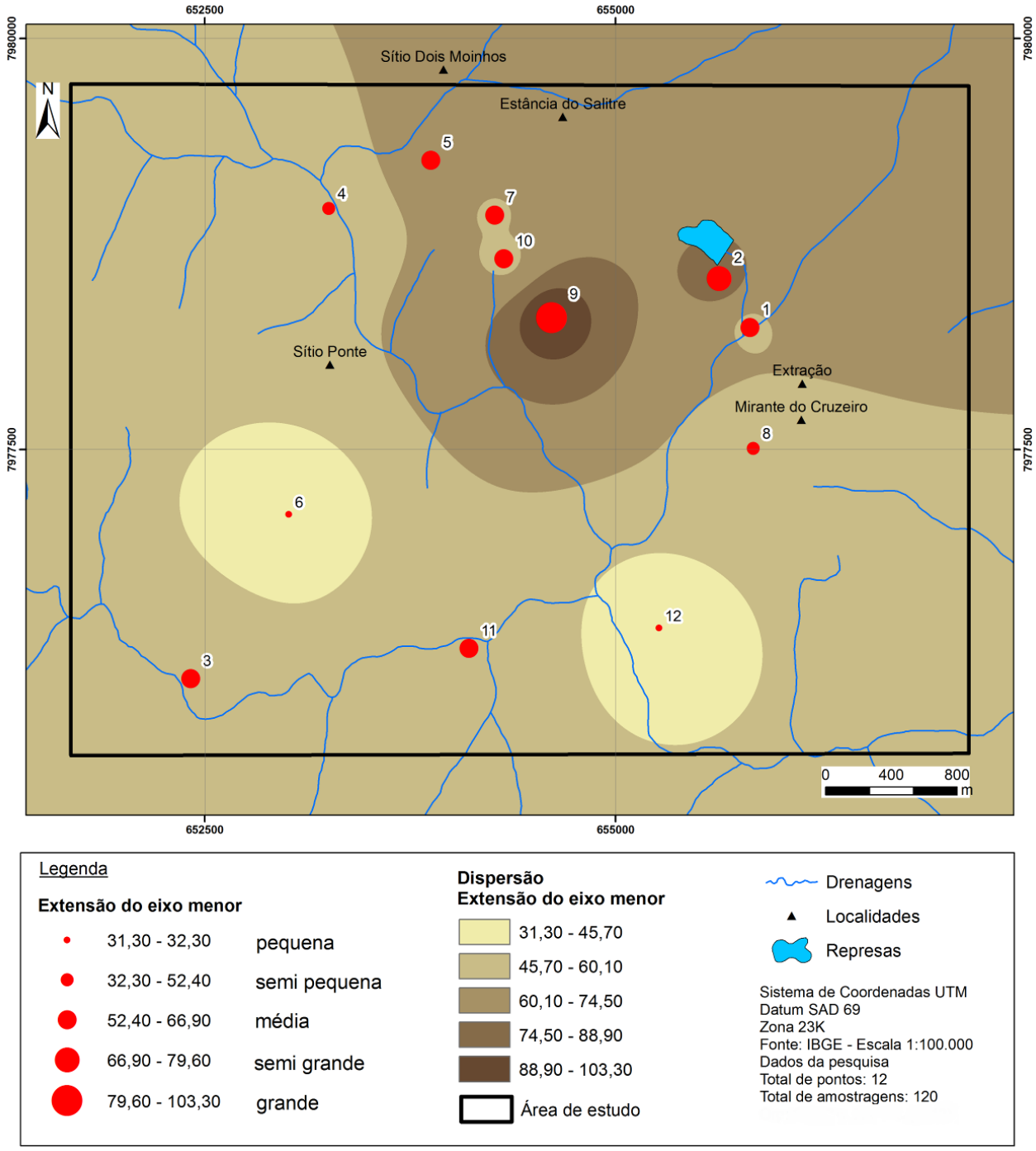


Figura 12: Distribuição espacial dos pontos organizado conforme a extensão média do eixo menor de desenvolvimento das kamenitzas

Já em área de relevo íngreme ou suavemente inclinado, a água pluvial tende a incidir e também ocorre o processo de dissolução da rocha, ocasionando a formação das kamenitzas. Entretanto, na escala temporal, o processo de dissolução tende a contribuir para o desenvolvimento mais vertical da geoforma em detrimento do lateral, o que é favorecido pelas características geomorfológicas de locais íngremes e suavemente inclinados. E essas condições, provavelmente, contribuíram para o desenvolvimento de kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores, predominantemente, na parte sul da área de estudo

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que as kamenitzas são geoformas recorrentes na área investigada. Já os dados estatísticos registram que em geral, a menor proporção das kamenitzas apresenta-se como as mais profundas (8%), com eixo maior mais extenso (4%) e eixo menor mais extenso (7%). Assim, em geral, as kamenitzas possuem distribuição amostral homogênea em relação a estes parâmetros no intervalo de extensões que variam do valor menor ao segundo quartil, ou seja, elas são predominantemente pequenas ou médias. O desvio padrão registra que a maioria possui valores de profundidade e extensão do eixo menor concentrados próximo ao valor médio, enquanto que, embora a diferença seja pequena, a maioria das kamenitzas apresenta dispersão em relação à extensão do eixo maior de desenvolvimento destas feições. Neste caso, esta dispersão é predominantemente associada a valores menores que o médio.

A interpretação da estatística descritiva das kamenitzas também demonstra que há dois tipos morfológicos de kamenitzas na área de estudo: a) as profundas, arredondadas e de dimensões menores e b) as rasas, alongadas ou ovais e de dimensões maiores. As feições desenvolvidas em áreas entre 900 e 999m de altitude apresentam morfologia predominantemente arredondada e também são as amostras mais profundas na área. Já as feições desenvolvidas em áreas entre 1100 e 1199m apresentam, em geral, morfologia alongada e rasa e são as amostras mais extensas na área investigada.

Em termos espaciais percebe-se que as kamenitzas profundas, arredondadas e de dimensões menores localizam-se predominantemente na parte sul da área de estudo. Essas características podem estar associadas ao contexto geomorfológico local, que é marcado por geoformas de dissecação e relevo íngreme ou suavemente inclinado. Afinal, em áreas com estas características geomorfológicas, a água pluvial tende a incidir e ocorre o processo de dissolução da rocha, ocasionando a formação das kamenitzas. Porém, na escala temporal, o processo de dissolução tende a contribuir para o desenvolvimento mais vertical da geoforma em detrimento do lateral.

Já as feições rasas, alongadas e de dimensões maiores estão situadas principalmente na parte norte da região sudeste de Diamantina, que apresenta características geomorfológicas suavizadas localmente. Em áreas de relevo suavizado a água tende a atuar no processo de dissolução da rocha e a expansão desta geoforma tende a ser lateral. Isso favoreceu o desenvolvimento de kamenitzas rasas, alongadas e de dimensões maiores. Por fim, registra-se que a semelhança entre essas kamenitzas é que ambas as tipologias apresentam cristas suaves e ocorrem diretamente sobre a rocha, não estão associadas à cobertura pedológica ou vegetal.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA ABREU, P. A. O Supergrupo Espinhaço da Serra do Espinhaço Meridional (Minas Gerais): o rifte, a bacia e o orógeno. **Geonomos**. 3; 1. 1995, p.1-18.

BÖGLI, A. **Karsthydrographie und Physische Speläologie**. Berlin: Springer Verlag. 1978. 284p.

CVIJIC, J. **La Géographie dês Terrains Calcaires. Monographies**. Académie Serbe des Sciences et del Arts. Beograd. 1960.

DINIZ, A. D.; OLIVEIRA, C. V.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Relações Solos – Superfícies Geomórficas na Porção Norte da Bacia do Ribeirão Chiqueiro – Gouveia, MG. **Geonomos**. v.13. n. 1,2. 2005. p. 19-27.

FORD, D; WILLIAMS, P. **Karst Hydrogeology and Geomorphology**. Ed. Rev. England: John Wiley & Sons Ltd. 2007. 562p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Estação Climática de Diamantina – MG**. Brasília. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 25/08/2012.

JENNINGS, J. N. **Karst**: an introduction to systematic geomorphology. v.7. The M. I. T. Press: Cambridge. 1971.

LEÃO, M. R; REZENDE, E. A; SALGADO, A. A. R; NALINI JÚNIOR, H. A. Erosão, Denudação e Evolução do Relevo da Média Serra do Espinhaço Meridional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 13. n. 2. 2012. p.113-124.

MELO, M. S.; GUIMARÃES, G. B.; PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L.; PIGURIM, I.; BAGATIM, H. Q.; GIANNINI, P. C. F. Carste em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da Formação Furnas, Campos Gerais do Paraná/ Brasil e as implicações para a região. **Espeleo-Tema**. v. 22. n. 1. 2011. Campinas: SBE. 2011. p. 81-97.

NOGUEIRA, J. L. Q; FELINTO, J. I. P. **Mapeamento Geológico do Distrito Diamantífero de Extração**. Diamantina: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Centro de Geologia Eschwege. 1982.

ROBAINA, L. E. S.; BAZZAN, T. Feições Cársticas em Rochas Siliciclásticas no Oeste do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 9. n.2. 2008. p.53-64.

RODET, M. J.; RODET, J.; WILLEMS, L.; POUCLET, A.; NASCIMENTO, S. **Geoarqueologia do Parque Estadual do Rio Preto, Minas Gerais, Brasil. Géoarchéologie du Parc Naturel IEF du Rio Preto, Minas Gerais, Brésil**. France: Centre Normand d'Estude du Karst et dês Cavités du Sous-sol. 2009, 59p.

SILVA, M. C. R. **Litofaciologia e Sistemas Deposicionais da Formação Sopa-Brumadinho na Campo Diamantífero de Extração, Diamantina – MG**. Dissertação [Mestrado em Geologia]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte. 2010. 227p.

SWEETING, M. M. **Karst Landforms**. London: Macmilan. 1972.

VIEGAS, R. F. **Mapeamento Geológico em Escala 1:10.000 do Distrito de Extração, Região SE de Diamantina, Minas Gerais**. TCC de Geologia [Manuscrita]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. 2010.

Fluxo editorial:
Recebido em: 17.07.2013
Aprovado em: 11.11.2013

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

LA CUEVA SECRETA DEL SAGREO (LA IRUELA, JAÉN, SUR DE ESPAÑA), UNA CAVIDAD CON HISTORIA EN JAÉN

SECRETA DEL SAGREO CAVE (LA IRUELA, JAÉN, SOUTHERN SPAIN), A CAVE WITH HISTORY IN JAÉN

Toni Pérez Fernández, Antonio Pérez Ruiz, Jesús Pérez Fernández & Fátima García Román

Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) - Villacarrillo, Jaén, España.

Contatos: gevillacarrillo@hotmail.com; bioespeleologiaGEV@hotmail.com.

Resumen

Se presenta una historia de exploraciones e investigaciones en el interior de la Cueva Secreta del Sagreo (La Iruela, Jaén), haciendo hincapié en el catálogo de invertebrados de esta cavidad y un primer registro de briófitos.

Palabras clave: Espeleología; invertebrados; Andalucía.

Abstract

Presents a history of explorations and investigacion inside Secreta del Sagreo Cave (La Iruela, Jaén), and research emphasizing invertebrates catalog of this cavity and in a first biogrifos inventary.

***Key-Words**: Speleology; invertebrates; Andalusia.*

1. INTRODUCCIÓN

La espeleología en la provincia de Jaén es relativamente reciente, y prácticamente las primeras exploraciones serias por grupos de espeleología comienzan en los años 60. No obstante, las primeras investigaciones científicas en Jaén aparecen en 1953, cuando los entomólogos Dr. Francisco Español, Dr. Joaquín Mateu y Dr. Antonio Cobos realizan una campaña en la Sierra de Cazorla, realizando muestreos bioespeleológicos en varias cavidades de la provincia, una de ellas es la Cueva Secreta del Sagreo. A partir de esta fecha, esta cavidad se convierte en numerosos estudios y visitas subterráneas, las cuales ampliaremos en el presente trabajo.

2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CAVIDAD

La Cueva Secreta del Sagreo se ubica en pleno Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Figura 1), concretamente en el término municipal de La Iruela (Jaén) y cercana a la Casa Forestal de El Sagreo.

La descripción de la cavidad (Cusó y Pérez, 1965) es la siguiente (Figura 2):

> "La boca de la misma tiene forma triangular, con dimensiones de 2'5 m de altura por 1 m de ancho. Penetrando unos 5 m, se encuentra una sala de 10 m de ancho por 10 m de largo; a la derecha se halla una galería de 21 m de recorrido por 1 m de anchura. Al fondo de la sala y frente a la boca de entrada hay otra galería de 7 m de recorrido que no pudo ser recorrida por su estrechez.
>
> El recorrido de la Cueva sigue por una galería y a un metro de ésta se encuentra otra desviación de 7 m de longitud. Siguiendo por la galería principal, a los 7 m se encuentra una sala de 19 m de longitud por 9 m de ancho. A la izquierda de la entrada de dicha sala hay una galería de 7 metros de recorrido. En la parte opuesta se comunica con una sala, cuyas dimensiones son 37 y 19 m. En el extremo N, sigue una galería que a los 8 m comunica con otra sala de 15 m de largo por 5 m de ancho. A los 8m de entrada y a la izquierda se halla una galería de 5 m de recorrido por 2 m de ancho.
>
> Esta cueva está toda ella repleta de formación calcárea que la embellece en grado sumo. También se encuentran, por sus salas, cantidades considerables de bloques, algunos de ellos de grandes dimensiones".

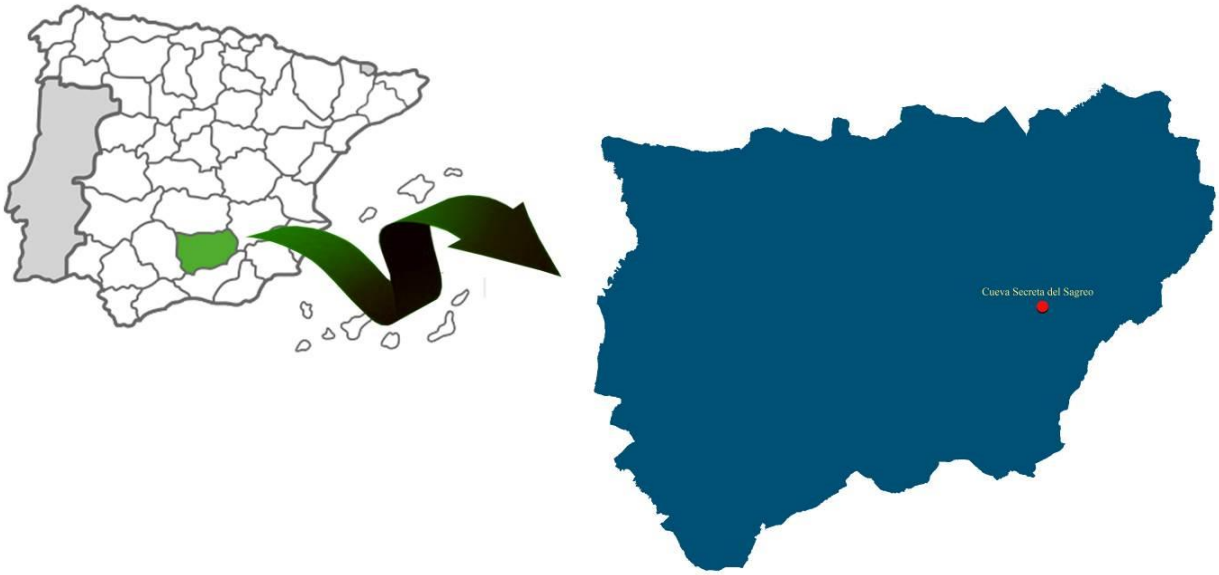


Figura 1: Situación de la Cueva Secreta del Sagreo (La Iruela, Jaén, sur de España)

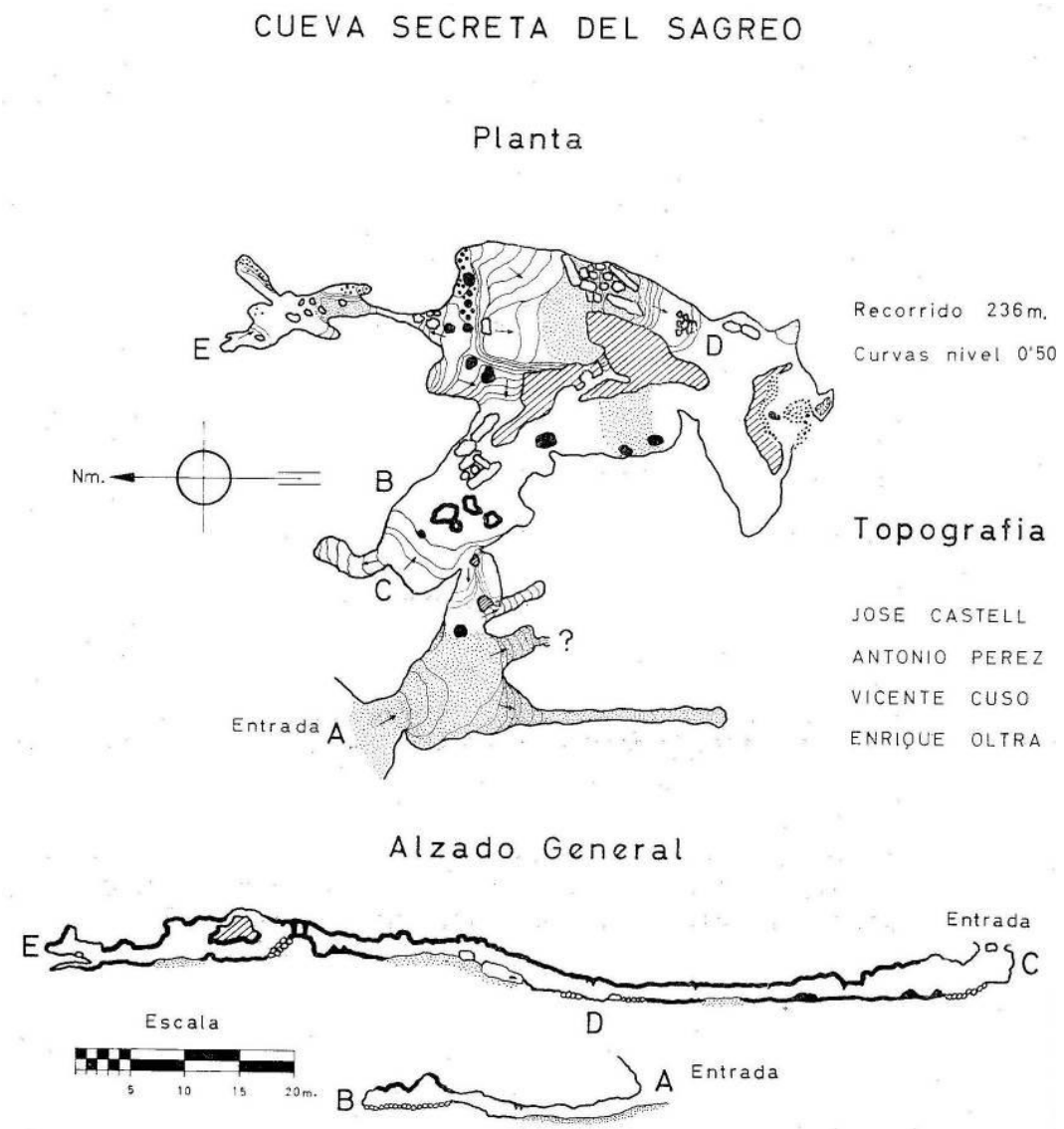


Figura 2: Topografía de la Cueva Secreta del Sagreo extraída de Cusó y Pérez, 1965

Esta cavidad, aunque de pequeñas dimensiones (Figura 3), se haya muy cerca de la carretera que une Cazorla con el Nacimiento del río Guadalquivir, y por tanto ha sido muy visitada por gente ajena a la espeleología y no dedicada específicamente al estudio subterráneo, por eso en su interior existe gran cantidad de desperdicios y basura. Además, casi todas las coladas y paredes tienen pintadas, las formaciones están rotas, e incluso hay restos de hogueras en su interior.

Figura 3: Entrada de la cueva desde el interior (Autor: Toni Pérez)

Este hecho, junto con la gran biodiversidad de invertebrados en su interior y una pequeña colonia de murciélagos, produjeron el cierre perimetral de la entrada principal y la chimenea al exterior de la Cueva Secreta del Sagreo, por parte de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, a través de la solicitud realizada por el Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) y la Universidad de Almería en un trabajo sobre invertebrados de Andalucía (Pérez Fernández y Pérez Ruiz, 2013).

3. HISTORIA DE LAS EXPLORACIONES E INVESTIGACIONES

Las primeras investigaciones subterráneas en la Cueva Secreta del Sagreo se realizan por parte de los entomólogos y doctores: Francisco Español y Joaquín Mateu, en una campaña entomológica realizada durante los días 15 al 31 de mayo de 1953, junto a Antonio Cobos (Auroux, 2013). Durante estos días se realizaron distintos muestreos e incluso se pusieron trampas de cerveza (Mateu, 1953), describiéndose posteriormente un coleóptero carábido endémico todavía en la actualidad de esta misma cueva: *Laemostenus (Anthisphodrus) cazorlensis* (Mateu, 1953).

En 1960, visita la cavidad el Dr. H. Henrot, entomólogo francés especialista en Chovelidae, ya que tenemos constancia a través de una publicación de la Dra. Marina Blas (1977), sin tener más detalles ni más datos de sus capturas aquí.

Es en 1964 cuando un grupo de espeleología se incursa en el interior de esta cavidad realizando un estudio completo de la misma y levantando la topografía (Cusó y Pérez, 1965), parte de esos trabajos se han reproducido en el anterior apartado de este trabajo, además de la topografía que lo ilustra. Se trata del Equip de Recerques Espeleológigues del Centro Excursionista de Cataluña (E.R.E. del C.E.C.), concretamente los miembros: Josefa Ruis de Castell, Monserrat Castell, Nuria Pascual, José Castell, Vicente Cusó, Antonio Pérez y Enrique Oltra. En este estudio completo también capturaron invertebrados cavernícolas, enviándose al Dr. Francisco Español.

Al año siguiente, en 1965, los miembros del E.R.E. del C.E.C., el S.I.R. de la Unión Excursionista de Cataluña (Delegación de Cornellá de Llobregat) y el G.R.S. de la Agrupación Excursionista Icaria: Josefa Ruis de Castell, Monserrat Castell, José Castell, Vicente Cusó, José Martí, Juan Mora y José Llopis, vuelven a la Cueva Secreta del Sagreo realizando un muestreo en dicha cavidad, donde se comenta que utilizan trampas de queso, sin citar lo que se capturó, enviándolo de nuevo al Dr. Francesc Español (Ruis de Castell, J. *et al*., 1966).

En 1987, y gracias a un trabajo reciente sobre pseudoscorpiones (Pérez y Zaragoza, 2010), nos hacemos eco de la visita del entomólogo italiano el Dr. Stefano Zoia a esta cueva. Cuál es nuestra sorpresa, que investigando más acerca de este muestreo, se describe una nueva especie de coleóptero estafilínido con material del Dr. Zoia (Assing & Wunderle, 1995), concretamente *Habrocerus ibericus* Assing & Wunderle, 1995.

Unos años más tarde, concretamente en 1991, tenemos noticias de las investigaciones en el interior de la Cueva Secreta del Sagreo de nuestro compañero Emilio Carabajal, realizando muestreos y trampeos con cerveza. En esas investigaciones, se

descubre una nueva especie de pseudoscorpión y otra nueva especie de ortóptero (Carabajal Márquez *et al*., 2001; Barranco, 2004), describiéndolos como *Chthonius (Ephippiochthonius) cazorlensis* Carabajal Márquez, García Carrillo & Rodríguez Fernández, 2001, y *Petaloptila (Zapetaloptila) carabajali* Barranco, 2004.

Durante los años 2003 y 2004, a través de la Estación Biológica de Doñana, nuestro compañero y amigo Jesús Nogueras realiza un estudio de los quirópteros de esta cavidad. Posteriormente, a través de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, se realiza un seguimiento de los quirópteros de esta cavidad.

Desde el 2005 hasta la actualidad, el Grupo de Espeleología de Villacarrillo (G.E.V.) comienza unos trabajos en su interior (Figuras 4, 5, 6 y 7), centrándose prioritariamente en la limpieza y conservación de la cavidad, y en un estudio profundo de la biodiversidad de su interior. Cabe destacar en estos trabajos, la participación de la Escuela de Espeleología de Villacarrillo en todas las actividades del G.E.V. en su interior, así como la ejecución de tareas de Voluntariado Ambiental. Además, durante nuestras actividades, descubrimos una moneda, concretamente un resello del siglo XVII (Quesada Avilés, 2007). Esta moneda se reselló en el año 1651-1652 según nos cuenta este experto en numismática, dato que atestigua que ya en esa época era conocida esta cavidad.

Tenemos constancia también de la captura del araneido *Metellina segmentata* (Clerck, 1757) en el interior de esta cavidad por el Sr. Sánchez Corral (Morano-Hernández & Sánchez-Corral, 2010).

4. BIODIVERSIDAD

El primer listado sobre la biodiversidad de esta cavidad se realizan tras varias jornadas de muestreo e identificación de invertebrados por parte de los miembros del G.E.V. (Pérez Fernández y Pérez Ruiz, 2006), coincidiendo con la edición de una nueva revista (Monografías Bioespeleológicas).

A partir de estos años, el número de especies en el interior de esta cavidad ha ido aumentando considerablemente (Assing, 2006; Pérez Fernández, 2006; Fresneda y Salgado, 2007; Pérez Fernández, 2007; Ortiz-Sánchez y Pérez Fernández, 2008; Pérez Fernández, 2008; Hippa *et al*., 2010; Pérez y López-Colón, 2010; Abolafia Cobaleda e Iglesias García, 2011; García Ruiz, 2011; Pérez y Castro, 2011; Ríos y Pérez, 2011).

Figura 4: Trabajos bioespeleológicos del G.E.V. (Autor: Jesús Pérez)

Figura 5: Trabajos de limpieza del G.E.V. (Autor: Toni Pérez)

Figura 6: Zonas inundadas de la cavidad (Autor: Toni Pérez)

A continuación exponemos un listado de las especies encontradas e identificadas hasta la actualidad, de los invertebrados subterráneos de la Cueva Secreta del Sagreo, aunque hay todavía especies en período de estudio:

Phylum NEMATODA

ORDEN RHABDITIDA Chitwood, 1933

Familia Peloderidae Andrássy, 1976

Pelodera strongyloides (Schneider, 1860) Schneider, 1866

Heterorhabditis sp.

Phylum ARTHROPODA

Clase ARACHNIDA Cuvier, 1812

Orden ARANEAE Clerck, 1754

Familia Dysderidae

Harpactocrates cazorlensis Fernández, 1986

Familia Liocranidae

Agroeca sp.

Familia Lyniphiidae

Lessertia barbara (Simon, 1884)

Walckenaeria incisa (O.P.-Cambidge, 1871)

Familia Mimetidae

Ero sp.

Familia Tetragnathidae

Meta sp. (posiblemente *Meta bourneti* Simon, 1922)

Metellina segmentata (Clerck, 1757)

Orden OPILIONES Sundevall, 1833

Familia Nemastomatidae

Nemastomella gevia Prieto, 2004

Orden PSEUDOSCORPIONIDA Haeckel, 1866

Familia Chthoniidae Daday, 1888

Chthonius (Ephippiochthonius) cazorlensis Carabajal Márquez, García Carrillo & Rodríguez Fernández, 2001

Clase ENTOGNATHA Lubbock, 1870

Orden COLLEMBOLA Lubbock, 1913

Familia Entomobryidae Schäffer, 1896

Heteromurus nitidus (Templeton, 1835)

Lepidocyrtus flexicollis Gisin, 1965

Familia Isotomidae Schäffer, 1896

Isotomurus pseudopalustris Carapelli, Frati, Fanciulli & Dallai, 2001

Clase INSECTA Linnaeus, 1758

Orden COLEOPTERA Linnaeus, 1758

Familia Carabidae Latreille, 1802

Laemostenus (Antisphodrus) cazorlensis (Mateu, 1953)

Familia Cholevidae Kirby, 1837

Catops andalusiacus Heyden, 1870

Catops fuliginosus Ericsson, 1837

Speonemadus angusticollis (Kraatz, 1870)

Speonemadus vandalitiae (Heyden, 1870)

Familia Cryptophagidae Kirby, 1837

Cryptophagus punctipennis Brisout, 1863

Familia Geotrupidae Latreille, 1802

Thorectes (Thorectes) lusitanicus (Jekel, 1866)

Familia Leiodidae Fleming, 1821

Leptinus vaulogeri Jeannel, 1922

Familia Staphylinidae Latreille, 1802

Atheta temeris Assing & Vogel, 2003

Atheta tenebrarum Assing, 2006

Geoselaphus franzi Besuchet, 1961

Habrocerus ibericus Assing & Wunderle, 1995

Orden DIPTERA Linnaeus, 1758

Familia Helomyzidae Bezzi, 1911

Heleomyza captiosa (Gorodkov, 1962)

Heteromyza atricornis Meigen, 1830

Familia Mycetophilidae Newman, 1834

Exechiopsis pseudindecisa Lastovka & Matile, 1974

Tarnania dziedzickii (Edwards, 1941)

Familia Phoridae (Latreille, 1796)

Megaselia tenebricola Schmitz, 1934

Familia Sciaridae Billberg, 1820

Bradysia forficulata (Bezzi, 1914)

Camptochaeta subcamptochaeta (Möhrig, 1992)

Corynoptera latibula Hippa & Menzel, 2010

Orden HYMENOPTERA Linnaeus, 1758

Familia Ichneumonidae Latreille, 1802

Diphyus quadripunctorius (Müller, 1776)

Orden ORTHOPTERA Latreille, 1793

Familia Gryllidae Bolívar, 1878

Petaloptila (Zapetaloptila) carabajali Barranco, 2004

Orden PSOCOPTERA Shipley, 1904

Familia Prionoglaridídae

Prionoglaris stygia Enderlein, 1909

Orden TRICHOPTERA Kirby, 1813

Familia Limnephilidae Kolenati, 1848

Mesophylax aspersus (Rambur, 1842)

Clase CHILOPODA Latreille, 1817

Orden LITHOBIOMORPHA Pocock, 1895

Familia Lithobiidae Newport, 1844

Lithobius motasi Matic, 1968

Lithobius (Monotarsobius) microps Meinert, 1868

Orden GEOPHILOMORPHA (Pocock, 1895)

Familia Himantariidae Cook, 1895

Haplophilus dimidiatus van. *angusta* (Latzel, 1886)

Haplophilus subterraneus (Leach, 1817)

Phylum MOLLUSCA

Orden PULMONATA Cuvier in Blainville, 1814

Familia Enidae B.B.Woodward, 1903 (1880)

Jaminia quadridens quadridens (O.F. Müller, 1774)

Familia Helicidae Rafinesque, 1815

Iberus guiraoanus (Rossmässler, 1854)

Respecto a los vertebrados, se ha detectado la presencia de 5 especies de quirópteros (Pérez Fernández y Pérez Ruiz, 2006), que se listan a continuación:

- *Rhinolophus ferrumequinum* (Schreber, 1774), Murciélago grande de herradura.
- *Rhinolophus hipposideros* (Bechstein, 1800), Murciélago pequeño de herradura.
- *Myotis myotis* (Borkhausen, 1797), Murciélago ratonero grande.
- *Myotis blythii* (Tomes, 1857), Murciélago ratonero mediano.
- *Miniopterus schreibersii* (Kuhl, 1817), Murciélago de cueva.

También se han realizado estudios de flora, concretamente de briófitos y de pteridófitos, encontrando solo 3 especies distintas. Los briófitos han sido identificados por la Dra. María Jesús Cano (Universidad de Murcia) y los pteridófitos por el Dr. Antonio J. Delgado (del Proyecto de Conservación de Pteridófitos de la Junta de Andalucía), y son los siguientes:

Phylum Bryophyta

Familia Brachytheciaceae

Oxyrrhynchium hians (Hedw.) Loeske

Familia Leucodontaceae

Pterogonium gracile (Hedw.) Sm.

Phylum Pteridophyta

Familia Aspleniaceae

Asplenium trichomanes L. Sp.

5. CONCLUSIONES

Aunque se trata de una cavidad de pequeñas dimensiones, ha sido una de las cavidades históricas por excelencia en la espeleología jiennense, no sólo por la multitud de visitas por grupos de investigación y de entomólogos, sino también por la biodiversidad subterránea.

En este caso, se hallan en su interior 5 especies diferentes de murciélagos, 3 plantas y 44 especies distintas de invertebrados. De éstos últimos, 3 son endémicos de esta cavidad: el coleóptero carábido *Laemostenus cazorlensis*, el coleóptero estafilído *Atheta tenebrarum* y el pseudoscorpión *Chthonius cazorlensis*. Además, gracias a las distintas investigaciones realizadas en los diferentes años, se han descrito otras especies, aunque también han sido citadas en otras cavidades y localidades, como el coleóptero estafilínido *Habrocerus ibericus*, el opilión *Nemastomella gevia* y el ortóptero *Petaloptila carabajali*. E incluso hay especies citadas únicamente en Andalucía de material de la Cueva Secreta del Sagreo.

En la actualidad se siguen realizando estudios bioespeleológicos en su interior, además de conservación.

AGRADECIMIENTOS

Tenemos que agradecer a la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y al Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas, las autorizaciones y permisos correspondientes para la ejecución de todos los trabajos en esta cavidad.

Agradecemos también a todos los especialistas que en el ámbito de la bioespeleología han contribuido de alguna forma al estudio de la biodiversidad del interior de esta cavidad.

El presente trabajo se ha podido realizar gracias a una subvención concedida por la Excma. Diputación de Jaén y el Instituto de Estudios Giennenses.

Figura 7: Miembros del G.E.V. y de la Escuela de Espeleología de Villacarrillo en la entrada de la cavidade (Autor: Jesús Pérez)

REFERÊNCIAS

ABOLAFIA COBALEDA, J. e IGLESIAS GARCÍA, M.T., 2011. Nematodos cavernícolas de Andalucía Ortiental. **Monografías Bioespeleológicas**, 6: 16-25.

ASSING, V., 2006. Three new species of Staphylinidae from Spain, with a new synonymy (Insecta: Coleoptera). **Linzer biologische Beitrage**, 38/2: 1129-1137.

ASSING, V. & WUNDERLE, P., 1995. A revision of the species of the subfamily Habrocerinae (Coleoptera: Staphylinidae) of the World. **Revue Suisse de Zoologie**, 102 (2): 307-359.

AUROUX, LL., 2013. Notas sobre una expedición en 1953 a la Sierra de Cazorla, Jaén. **Gota a gota**, nº 1: 32-36. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

BARRANCO, P., 2004. Estudio del subgénero *Zapetaloptila* Gorochov & Llorente, 2001 y descripción de cuatro nuevas especies (*Petaloptila* Pantel, 1890, Orthoptera, Gryllidae)". **Graellsia**, 60 (1): 81-93.

BLAS, M., 1977. Contribución al conocimiento de los Anemadinae de la Península Ibérica (Col. Catopidae). **Comunicacions del 6ª Simposium d'Espeleologia**, Bioespeleología, Terrasa: 125-130.

CUSÓ, V. y PÉREZ, A., 1965. Expedición espeleológica a la Sierra de Cazorla. **Montaña**, 95: 27-39.

FRESNEDA, J. y SALGADO, J.M., 2007. Nuevos datos de distribución de los *Leptinus* Müller, 1817 ibéricos (Coleoptera: Leiodidae: Platypsyllinae). **Heteropterus Revista Entomológica**, 7 (1): 133-136.

GARCÍA RUIZ, A., 2011. Contribución al conocimiento de los quilópodos cavernícolas de la Provincia de Jaén (III): Sima de la Lastra, Cuevas Secreta del Sagreo y Secreta del Poyo Manquill". **Monografías Bioespeleológicas**, 6: 26-29.

HIPPA, H., VILKAMAA, P. & HELLER, K., 2010. Review of the Holarctic Corynoptera Winnertz, 1867, s. str. (Diptera, Sciaridae). **Zootaxa**, 2695: 1-197.

MATEU, J., 1953. Revisión de los *Ceuthosphodrus* (s. s.tr.) cavernícolas de la Península Ibérica. **Premier Congrès Internacional de Spéléologie**, París (3): 113-124.

MORANO-HERNÁNDEZ, E. & SÁNCHEZ-CORRAL, D., 2010. Contribución al conocimiento de los Araneidae Latreille, 1806 y Tetragnathidae Menge, 1866 (Arácnida, Araneae) del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Jaén, España). **Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa**, 46: 245-254.

ORTÍZ-SÁNCHEZ, F.J. y PÉREZ FERNÁNDEZ, T., 2008. Captura de *Ichneumonidae* (Insecta, Hymenoptera) en cuevas de Andalucía (España). **Monografías Bioespeleológicas**, 3: 4-8.

PÉREZ, T., 2006. Notas Bioespeleológicas. **Espeleo**, 18 (*Bio-Espeleo*): 19-24. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

PÉREZ FERNÁNDEZ, T., 2007. Algunas notas sobre invertebrados capturados en Cuevas de Jaén. **Espeleo**, 19 (*Bio-Espeleo*): 27-28. Grupo de Espeleología de Villacarrillo, G.E.V. (ed.).

PÉREZ FERNÁNDEZ, T., 2008. Catálogo provisional de invertebrados cavernícolas de la provincia de Jaén (Jaén, España). **Actas del II Congreso Andaluz de Espeleología**, Priego de Córdoba: 337-349.

PÉREZ FERNÁNDEZ, T. y PÉREZ RUIZ, A., 2006. Estudios Bioespeleológicos en la Cueva Secreta del Sagreo, La Iruela (Jaén). **Monografías Bioespeleológicas**, 1: 1-13

PÉREZ, T. y CASTRO, A., 2011. Nota breve: Primera cita de *Geoselaphus franzi* Besuchet, 1961 en cuevas de la Península Ibérica (Coleoptera, Staphilinidae). **Monografías Bioespeleológicas**, 6: 14-15.

PÉREZ, T. y LÓPEZ-COLÓN, J.I., 2010. *Thorectes (Therectes) lusitanicus* (Jekel, 1866) (Coleoptera, Geotrupidae) capturado en la Cueva Secreta del Sagreo (La Iruela, Jaén, Andalucía). **Arquivos Entomolóxicos**, 4: 75-79.

PÉREZ, T. y ZARAGOZA, J.A., 2010. Sobre *Chthonius (Eppiochthonius) cazorlensis* Carabajal Márquez, García Carrillo & Rodríguez Fernández, 2001, stat. nov. (Arácnida: Pseudoscorpiones: Chthoniidae), endemismo de la Cueva Secreta del Sagreo, La Iruela, Jaén, España. **Monografías Bioespeleológicas**, 5: 17-22.

QUESADA AVILÉS, S., 2007. Historia de un resello. **Espeleo**, 19: 21.

RÍOS, F. y PÉREZ, T., 2011. Sobre la presencia de moluscos y conchas en las cavidades subterráneas de la provincia de Jaén. **Monografías Bioespeleológicas**, 6: 7-13.

RUIS DE CASTELL, J., CUSÓ, V. y MARTÍ, J., 1966. La segunda expedición espeleológica a la Sierra de Cazorla (Jaén). **Montaña**, 105: 154-159.

Fluxo editorial:
Recebido em: 10.03.2013
Aprovado em: 08.11.2013

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DE INVERTEBRADOS EM TRÊS CAVERNAS ARENÍTICAS DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

PRELIMINARY SURVEY OF INVERTEBRATES IN THREE SANDSTONE CAVES FROM RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Camile Sorbo Fernandes & Maria Elina Bichuette

Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos, SP, Brasil.

Contatos: camilesorf@bol.com.br; bichuette@uol.com.br.

Resumo

Apresentamos aqui um levantamento preliminar das espécies de invertebrados encontradas em três cavernas areníticas do Rio Grande do Sul, localizadas nos municípios de São Pedro do Sul e Manoel Viana. Nossos resultados contribuem para o conhecimento da fauna subterrânea da região, ainda deficiente de dados, totalizando 30 morfotipos encontrados, incluindo-se uma espécie nova de grilo do gênero *Endecous*. Os táxons registrados são comumente encontrados em ambientes subterrâneos em todo o Brasil, e a composição dessas comunidades parece estar influenciada principalmente pela disponibilidade de substratos na caverna e pelos impactos em cada área, porém estudos de longo prazo ainda são necessários para detecção e discussão desses padrões.

Palavras-Chave: cavernas em arenito; São Pedro do Sul; Manoel Viana.

Abstract

We present here a preliminary survey of the invertebrate species collected in three sandstone caves located in the municipalities of São Pedro do Sul and Manoel Viana, State of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. Our results improve the knowledge of the subterranean fauna of the State, still deficient of data, totaling 30 morphotypes including a new species of the cricket Endecous. *The taxa recorded are commonly found in hypogean environments in Brazil, and the composition of these communities appears to be mainly influenced by the availability of substrates in the cave and by impacts in each area, but long-term studies are still needed to detect and discuss these faunistic patterns.*

Key-Words*: sandstone caves; São Pedro do Sul; Manoel Viana.*

1. INTRODUÇÃO

As cavidades naturais subterrâneas do Estado do Rio Grande do Sul são relativamente pouco conhecidas. O início das prospecções ocorreu com o projeto Inventário de Calcário no RS (SZUBERT; PRESOTTO, 1974), onde se tentou delimitar áreas de ocorrência de calcário passíveis de conter cavidades naturais. Em 1979, Karmann; Sánchez mencionam a existência de cavernas em arenitos nesse Estado, porém o desenvolvimento dessas cavernas era desconhecido e sua localização não é citada no trabalho.

Poucas cavernas haviam sido exploradas e registradas no RS até 1997, com a publicação de um levantamento preliminar da ocorrência de cavernas por Rosa; Goldberg (1997). Por meio da integração entre levantamentos dos registros espeleológicos, aspectos geológicos evidentes em mapas e algumas informações sobre ocorrência comprovada ou verbal de cavernas, esses autores delimitaram cinco províncias espeleológicas em diferentes litologias, com elevada possibilidade de novas descobertas.

Entre os anos de 1998 e 2000 o Cadastro Nacional de Cavernas indicava a existência de apenas oito cavernas no Estado, apesar de um grande número de cavernas não cadastradas, algumas de ampla divulgação, serem de conhecimento público. Integrantes do GPME (Grupo Pierre Martin de Espeleologia) deram então início à prospecção digital e bibliográfica para o levantamento do potencial espeleológico da região, o que resultou num conjunto de mais de duzentas referências, ampliando significativamente o panorama numérico do potencial espeleológico do estado (IGUAL, 2009).

Seguiram-se algumas expedições de diversos grupos de espeleologia em busca da descoberta e mapeamento de novas cavernas (viagens

mencionadas, por exemplo, em AULER; STÁVALE, 2005 e IGUAL, 2009), resultando em uma lista atualmente disponibilizada pelo Cecav (Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas) contabilizando 27 cavernas verificadas e confirmadas (IGUAL, 2009) entre outras referências ainda não verificadas, em diferentes litologias, demonstrando o potencial para descoberta de novas cavernas na região.

Com isso, representantes do GPME organizaram algumas expedições com o objetivo de prospecção, exploração, mapeamento e levantamento de fauna subterrânea. Uma dessas expedições se deu em colaboração com biólogos do Laboratório de Estudos Subterrâneos (IB-USP) e do Laboratório de Estudos Subterrâneos (UFSCar), visando agregar conhecimento sobre a composição da fauna subterrânea da região, ainda deficiente de dados, não havendo listas publicadas até o momento.

Consideramos os levantamentos biológicos e a publicação de listas de fauna como etapas primeiras e essenciais em quaisquer estudos ecológicos e biogeográficos, já que permitem conhecer a ocorrência e área de distribuição das espécies em um dado momento (SILVEIRA et al., 2010; TRAJANO et al., 2012). Esse tipo de estudo se torna ainda mais importante em uma região onde ainda não há dados publicados mencionando fauna subterrânea, como é o caso do Rio Grande do Sul.

Nesse contexto, apresentamos aqui a lista da fauna encontrada em três cavernas em arenito descobertas durante a expedição. Nosso objetivo na presente publicação é tão somente fornecer dados para a execução de estudos mais bem planejados e abrangentes dessa fauna (ver discussões sobre inventários faunísticos em SILVEIRA et al., 2010, TRAJANO, 2010 e TRAJANO et al., 2012).

Esperamos que os dados de ocorrência e distribuição gerados na presente lista de espécies sejam o ponto de partida para futuros estudos de cunho ecológico e biogeográfico da fauna subterrânea do RS, resultando em um melhor conhecimento dos processos e padrões evolutivos da fauna subterrânea brasileira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A lista relatada no presente trabalho resulta de um levantamento faunístico que ocorreu simultaneamente às atividades de mapeamento pela equipe de topografia do GPME (Ericson Cernawski Igual e Ana Cristina Hochreiter), com exceção da topografia da Caverna Kid Bairro, que foi deixada para outra ocasião. As coordenadas inseridas foram fornecidas pelo GPME em Datum WGS-84 (Figura 1).

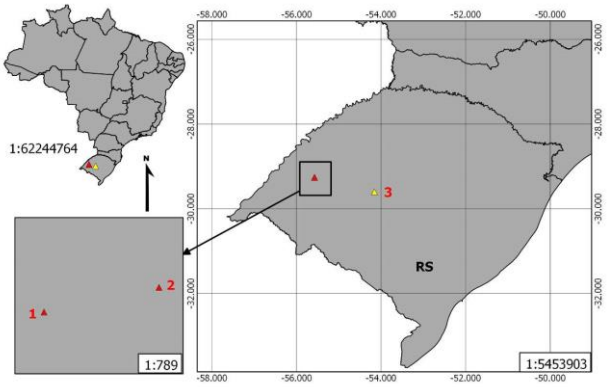


Figura 1. Localização das cavernas visitadas em relação ao Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
1. Caverna Rincão dos Pintos (sinônimo Norival de Freitas) e **2.** Caverna Kid Bairro (ambas no município de Manoel Viana); **3.** Caverna do Faxinal (município de São Pedro do Sul).

Três cavernas foram investigadas em toda sua extensão pela equipe de biologia subterrânea (Camile Sorbo Fernandes - UFSCar e Sandro Secutti - USP). No município de São Pedro do Sul (RS) coletamos na Caverna do Faxinal, localizada na Estrada de Serra Alegre (29°35′57,5″S; 054°09′18,9″W). Já no município de Manoel Viana (RS), visitamos as Cavernas Kid Bairro (29°15′22,0″S; 055°34′24,3″W) e Rincão dos Pintos (Sinônimo da Caverna Norival de Freitas, 29°15′22,3″S; 055°34′25,7″W), ambas localizadas na região do 3º Distrito da Barragem do Itu. Para mais detalhes sobre a viagem pode-se acessar o Blog do GPME no endereço eletrônico http://www.blog.gpme.org.br/?p=637.

A captura dos espécimes se deu por busca ativa em todos os habitats em potencial (substratos rochosos, bancos de sedimento, guano, acúmulo de detritos vegetais, paredes e teto). Dois coletores realizaram o levantamento, entre 2 e 3 horas de esforço de coleta. Os indivíduos muito jovens e as larvas não foram incluídos na contagem, pela dificuldade em estabelecer se pertencem à mesma espécie que os adultos.

Nenhuma das cavernas apresentava curso d'agua ativo durante a ocasião da visita.

Os organismos foram preservados em álcool 70%. Posteriormente, os espécimes obtidos foram enviados a especialistas, tendo sido depositados nas coleções das instituições de destino: Dr. Marcio Bolfarini (Unesp – Botucatu); Dr. Antonio Brescovitch (Butantan); Dr. Fabio Akashi (Unesp – Rio Claro); Dra. Darcy Barros Battesti (Butantan);

Diego Monteiro Neto (UFSCar); Dra. Regina Bessi (São Paulo).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os táxons registrados encontram-se listados na Tabela 1 (Anexo), tendo sido identificados por taxonomistas até o menor nível possível.

A Caverna do Faxinal é formada em arenito, possuindo 39,4 m de desenvolvimento linear, 34,8 m de projeção horizontal, e 5,5 m de desnível. Não possui drenagem (Ericson C. Igual, comunicação pessoal). O entorno dessa caverna consiste predominantemente de pastagens, sendo a caverna localizada em uma pequena mancha de vegetação (Fig. 2A). O interior da mesma encontrava-se bastante impactado pela presença de fuligem de pneus queimados sobre as paredes e rochas em toda a sua extensão (artifício utilizado para espantar morcegos). Também avistamos um frasco de pasta vampiricida no interior da mesma. Essa caverna foi a mais impactada das três relatadas no presente, e apresentou a fauna mais pobre em número de espécies em comparação com as demais (quatro espécies), composta basicamente por grilos do gênero *Endecous* sp. 1 (M. Bolfarini comunicação pessoal). Este gênero contém espécies troglófilas de hábito generalista e de ampla ocorrência em cavernas de todo o território brasileiro (TRAJANO, 1987, TRAJANO; MOREIRA, 1991; TRAJANO; BICHUETTE, 2010). Na Figura 3 encontram-se representados os táxons mais abundantes para essa caverna em comparação com as demais.

Nota-se que possivelmente a queima de pneus e a aplicação da pasta vampiricida dentro desta caverna promoveram grande impacto que pode ter eliminando a fauna original. Certamente o local era anteriormente utilizado como abrigo para espécies de morcegos, os quais não foram avistados na ocasião. Não havia guano nessa caverna, e nem sinais de drenagem temporária, porém vestígios de tais fontes de matéria orgânica podem ter desaparecido em função da queima dos pneus.

Uma grande presença de morcegos *Desmodus* é um problema que pode estar relacionado com impactos promovidos na cavidade ou em seu entorno, já que espécies frugívoras e insetívoras tendem a ser bem mais sensíveis à presença humana, abandonando locais impactados e dando lugar à ocupação por morcegos menos sensíveis e que acabam por causar transtornos à criação de gado (VOIGT; KELM, 2006, LEE et al., 2012). Em conversas com a população da região, percebemos que o fechamento de entradas das cavidades bem como a aplicação da pasta vampiricida são práticas comuns de pecuaristas.

Figura 2. Imagens de satélite mostrando a área de entorno das cavernas visitadas. **A.** Entorno da Caverna do Faxinal **(1)** em São Pedro do Sul, RS. **B.** Entorno das cavernas Kid Bairro **(2)** e Rincão dos Pintos **(3)** nos arredores do município de Manoel Viana, RS. Note que o nível de detalhamento dos mapas difere em função da disponibilidade das imagens no programa e da altitude da área mostrada, mesmo que as imagens tenham sido tomadas na mesma altitude do ponto de visão (1,87 km). Fonte: Google Earth Pro™ versão 2013.

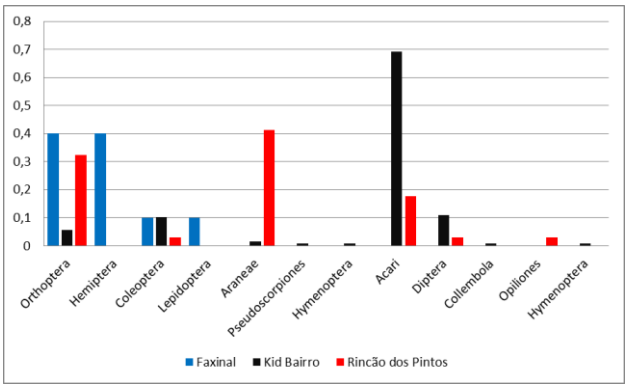


Figura 3. Abundância relativa dos táxons encontrados para as três cavernas.

Contrastando com essa caverna, as do município de Manoel Viana (Kid Bairro e Rincão dos Pintos) localizam-se em uma área de entorno com uma mancha de vegetação mais bem preservada. Essa área de entorno está representada na imagem de satélite da Fig. 2B, porém não com o mesmo nível de detalhamento presente na outra localidade, em função de limitações de resolução do

software Google Earth Pro™ na região. Ambas são parte de um mesmo sistema em litologia arenítica sendo a mesma drenagem temporária facilmente identificável nas duas cavidades, porém sem possibilidade de conexão entre elas. As entradas dessas cavernas se localizam na mesma dolina. Uma terceira gruta em arenito também foi descoberta nos arredores e batizada como Gruta da Malaca (29°15′22,6″S; 055°34′26,1″W), porém sem coleta de fauna nem mapeamento naquela ocasião. Pode-se dizer que as três cavernas constituem um sistema único.

Em Manoel Viana visitamos também a Toca da Forqueta (Fazenda/Sanga da Forqueta), de pequenas dimensões (aproximadamente 9 m, quase sem área afótica) e a Gruta do Perau das Pitangueiras, ampla, porém sem nenhuma área afótica (Ericson C. Igual, comunicação pessoal).

Estima-se que a caverna Kid Bairro tenha um mínimo de 45 metros de desenvolvimento e 4 m de desnível, porém a topografia não foi realizada nessa ocasião (Ericson C. Igual, comunicação pessoal). A caverna é abundante em guano de morcegos insetívoros, com a formação de pilhas desse guano evidenciando a utilização da mesma por colônias desses mamíferos. Com a menor disponibilidade de abrigos em arenitos em comparação com as rochas calcárias, é bastante comum que esse tipo de cavernas abrigue colônias mais numerosas de morcegos (TRAJANO, 1987, TRAJANO; MOREIRA, 1991). Onze morfotipos foram encontrados nessa caverna.

Uma grande densidade de ácaros pertencentes à Ordem Cryptostigmata foi encontrada nessa grande pilha de guano. Também associados ao guano coletamos indivíduos da Ordem Mesostigmata, porém com menor abundância. Ambas as ordens possuem diversas famílias encontradas associadas ao guano de morcegos (por exemplo, TRAJANO; GNASPINI, 1991, TRAJANO; BICHUETTE, 2010).

Os ácaros têm se mostrado um grupo muito abundante e diversificado em ambientes cavernícolas, principalmente quando associados a depósitos de guano de morcegos (TRAJANO; GNASPINI, 1991). Sendo assim, a grande abundância desses organismos encontrados nessa caverna possivelmente está associada ao depósito de guano encontrado por toda a extensão da caverna. Os ácaros da Ordem Cryptostigmata eram tão abundantes (milhares de indivíduos) que o guano encontrava-se visivelmente coalhado de indivíduos. Não sabemos, porém, se esta seria uma condição transitória em função de uma explosão populacional (como, por exemplo, durante o período reprodutivo) (Fig 3).

Uma nova espécie de grilo do gênero *Endecous* (M. Bolfarini, comunicação pessoal) foi registrada nessa cavidade, além de outros táxons recorrentes em cavernas brasileiras (por exemplo, em TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1991, PINTO-DA-ROCHA, 1995 e TRAJANO; BICHUETTE, 2010), como Collembola (não identificado, apenas um indivíduo coletado) e Aranhas (*Alpaida* sp.) que também foram registrados.

Localizada ao lado da Caverna Kid Bairro, a Caverna Rincão dos Pintos possui 162,1 m de projeção horizontal e 167,2 m de projeção linear, com desnível de 11,3 m e encontrava-se bem preservada e sem drenagem na ocasião de nossa visita (embora vestígios da existência de uma drenagem sazonal fossem visíveis) (Ericson C. Igual, comunicação pessoal). Dezesseis morfotipos foram encontrados, sendo um da mesma espécie de Diptera encontrada na caverna Kid Bairro.

Nessa caverna destacamos a presença de outra espécie de grilo do gênero *Endecous* (espécie 2, M. Bolfarini comunicação pessoal), bem como de um ortóptero Phasmidae (grupo de ocorrência possivelmente acidental) e um coleóptero Staphylinidae (outro grupo bastante comum em cavernas, porém este indivíduo não pôde ser identificado por ser muito jovem). Também coletamos ácaros identificados como pertencentes à Subordem Metastigmata (Ordem Ixodida), grupo conhecido por conter representantes parasitas de morcegos (por exemplo, TRAJANO; GNASPINI, 1991, REDDELL, 2012).

Observamos também a presença de pegadas de mamíferos, e regurgitos de corujas (possivelmente suindaras – Tytonidae; S. Secutti comunicação pessoal) evidenciando a utilização da caverna como abrigo por diversas espécies, porém nenhum deles foi avistado na ocasião.

A Caverna Rincão dos Pintos foi notavelmente mais rica em espécies de aranhas que as anteriores (sete espécies em seis famílias), principalmente considerando-se que o tempo de exploração desta caverna e da Kid Bairro foi semelhante, em uma mesma ocasião de coleta. Não havia grande aporte de guano nessa caverna, e a camada de solo estava bem menos espessa que na caverna vizinha. Esse fator possivelmente limitou a ocupação desse ambiente por fauna com preferência pelo guano ou bancos de sedimento, porém sendo adequada à ocupação do ambiente por fauna parietal, visto que aranhas e grilos eram muito abundantes.

Os táxons registrados nas três cavernas correspondem a grupos frequentemente encontrados em ambiente subterrâneo (por exemplo, em TRAJANO, 1987, TRAJANO; MOREIRA, 1991, GNASPINI; TRAJANO, 1994, PINTO-DA ROCHA, 1995; TRAJANO; BICHUETTE, 2010), sendo que nenhum potencial troglóbio foi capturado. Essa ausência de troglóbios pode ser devido à estrutura geológica do arenito em se encontram as cavidades, ou seja, se as rochas tendem a colapsar periodicamente gerando um ambiente instável (cf. ZEPPELINI, 2003) ou, ainda, pela escassez de amostragens realizadas na região. Ressaltamos aqui que em uma apenas uma rápida visita a essas cavernas encontramos uma espécie nova de grilo do gênero *Endecous*, mostrando assim o grande potencial que a região possui para a descoberta de novas espécies e novos registros de ocorrências.

Embora as diferenças na litologia possam se refletir no desenvolvimento das cavidades e, consequentemente, na fauna presente, a distribuição geográfica de táxons parece ser um fator mais importante na composição faunística de uma região (GNASPINI; TRAJANO, 1994, ZEPPELINI et al., 2003). De modo geral, nossos resultados mostram comunidades compostas por artrópodos associados ao guano (Collembola, Acari, Lepidoptera), organismos detritívoros (grilos *Endecous*) e organismos predadores como pseudoescorpiões (Chernetidae) e alguns grupos de aranhas, similar ao que tem sido encontrado em outras cavidades em arenito (TRAJANO; MOREIRA, 1991, ZEPPELINI et al., 2003). A composição faunística parece estar mais associada ao grau de preservação do entorno, aos usos da terra e a impactos na área, já que a caverna mais impactada também foi a mais pobre em abundância e em riqueza de espécies, estando todas localizadas aproximadamente na mesma latitude.

Por se tratarem de cavernas ainda pouco exploradas, a presente lista é apenas um levantamento preliminar. Enfatizamos que não temos nenhuma pretensão de embasar tomada de decisões relacionadas à supressão ou impactos nessa área, assim como conclusões definitivas a respeito da composição faunística da região. Acreditamos que, para essa finalidade, sejam necessários estudos em longo prazo, envolvendo um criterioso desenho amostral (ver discussões em SILVEIRA et al., 2010, TRAJANO, 2010 e TRAJANO et al., 2012), com réplicas anuais. Desta maneira, padrões podem ser detectados.

AGRADECIMENTOS

Aos espeleólogos do Grupo Pierre Martin de Espeleologia (GPME) que nos acompanharam nas coletas e fizeram o mapeamento das cavernas (Ericson Cernawski Igual e Ana Cristina Hochreiter). A Diego Monteiro Neto pela elaboração do mapa. A Sandro Secutti (IB-USP) pelo auxílio na coleta de espécimes. Em São Pedro do Sul, agradecemos especialmente ao Sr. José Moretto Xavier Paim (*Xirovelho*), proprietário do sitio em que se localiza a Caverna do Faxinal, por ter nos levado até o local e permitido nossa entrada. Ao Sr. Claudio Militz pelo auxílio na localização e acesso prévio ao sítio em que se localiza a Caverna do Faxinal. Ao Museu de Paleontologia Walter Ilha e Museu Histórico Antônio Ferrari pelas informações prestadas na localização dessa caverna. Em Manoel Viana, agradecemos à Prefeitura Municipal de Manoel Viana, especialmente ao Sr. Raul Valentim Corrêa Batista (na época Diretor Geral de Projetos da Prefeitura de Manoel Viana) que nos deu várias indicações. Ao Sr. Oclides Bairro (*Kid Bairro*) que saiu do trabalho para nos acompanhar pessoalmente ao local da gruta Kid Bairro.

REFERÊNCIAS

AULER, A.; STÁVALE, Y. Novas cavernas cadastradas no Rio Grande do Sul. **Boletim Redespeleo**, São Paulo, v. 22, p. 1-3. 2005.

GNASPINI, P.; TRAJANO, E. Brazilian cave invertebrates with a checklist of troglomorphic taxa. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 38, n. 3/4, p. 549-584, 1994.

IGUAL, E. C. **A importância da prospecção digital e bibliográfica no levantamento do potencial espeleológico; o exemplo do estado do Rio Grande do Sul.** Apresentação Oral do III Encontro Brasileiro de Estudos do Carste. São Carlos: Redespeleo Brasil e Universidade Federal de São Carlos, 2009.

KARMANN, I.; SÁNCHEZ, L. H. Distribuição das rochas carbonáticas e províncias espeleológicas do Brasil. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 13, p. 105-132, 1979.

LEE, D. N.; PAPES, M.; VAN DEN BUSSCHE, R. A. Present and potential future distribution of common vampire bats in the Americas and the associated risk to cattle. **PLoS ONE,** v. 7, n. 8, e42466, 2012.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 39, n. 6, p. 61-173, 1995.

REDDELL, J. R. Spiders and related groups. In: WHITE, W. B.; CULVER, D. C. (Eds.) **Encyclopedia of Caves**. Oxford: Elsevier, p. 786-797. 2012.

ROSA, A. A. S.; GOLDBERG, K. Levantamento preliminar da ocorrência de Cavernas no Rio Grande do Sul. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 18, p. 13-22. 1997.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. M.; CURCIO, F. F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE V. K.; MATTOX G. M. T.; CUNNINGHAM, P. T. M. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 173-207. 2010.

SZUBERT, E. C.; PRESOTTO, C. A. **Projeto Inventário de calcário no Rio Grande do Sul**. SUDESUL/CPRM, Relatório de serviços nº 4, contrato 02/72, v. 1, 1974, 96 p.

TRAJANO, E. Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar. **Revista Brasileira de Zoologia,** Curitiba, v. 3, n. 8, p. 533-561. 1987.

TRAJANO, E.; MOREIRA J. R. A. Estudo da fauna de cavernas da província espeleológica arenítica Altamira-Itaituba, Pará. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, n. 51, v. 1, p. 13-25. 1991.

TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO, P. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise preliminar da distribuição dos táxons. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 7, n. 3, p. 383-407. 1991.

TRAJANO, E. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 135-146. 2010.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E. Diversity of Brazilian subterranean invertebrates, with a list of troglomorphic taxa. **Subterranean Biology**, Moulis, v. 7, p. 1-16. 2010.

TRAJANO, E.; BICHUETTE, M. E.; BATALHA, M. A. Estudos ambientais em cavernas: os problemas da coleta, da identificação, da inclusão e dos índices. **Espeleo-Tema**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 13-22. 2012.

VOIGT, C. C.; KELM, D. H. Host preference of the common vampire bat (*Desmodus rotundus*; Chiroptera) assessed by stable isotopes. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n.1, pp. 1-6. 2006.

ZEPPELINI, D.; RIBEIRO, A. C.; RIBEIRO, G. C.; FRACASSO, M. P. A.; PAVANI, M. M.; OLIVEIRA, O. M. P.; OLIVEIRA, S. A.; MARQUES, A. C. Faunistic survey of sandstone caves from Altinópolis region, São Paulo State, Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 43, n. 5, p. 93-99. 2003.

ANEXO

Tabela 1. Lista de Invertebrados amostrados nas cavernas do Faxinal (São Pedro do Sul – RS), Kid Bairro e Rincão dos Pintos (Manoel Viana – RS).

Táxons/Cavernas	Caverna do Faxinal	Caverna Kid Bairro	Caverna Rincão dos Pintos
C. Insecta			
O. Orthoptera			
F. Gryllidae			
Endecous sp. 1	X		
Endecous sp. 2			X
Endecous sp. n. 3		X	
F. Phasmidae			X
O. Hemiptera			
F. Cixiidae	X		
O. Coleoptera	X		
F. Staphylinidae			
Staphylinidae indet.			X
O. Lepidoptera	X		
O. Diptera			
C. Entognatha			
O. Collembola		X	
C. Arachnida			
O. Araneae			
So. Araneomorphae			
F. Araneidae			
Alpaida sp.		X	X
F. Ctenidae			X
Enoploctenus ciclothorax			X
F. Sicariidae			
Loxosceles intermedia			X
F. Pholcidae			
Mesabolivar sp.			X
F. Theridiosomatidae			
Plato sp.			
F. Tetragnathidae			
Chrysometa sp.			X
O. Pseudoscorpiones			
F. Chernetidae		X	
Sc. Acari		X	
O. Cryptostigmata		X	
O. Mesostigmata		X	
So. Metastigmata			X
O. Opiliones			

Fluxo editorial:
Recebido em: 12.08.2013
Aprovado em: 02.09.2013

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

SUMÁRIO DE TÍTULOS – VOLUME 23
(SUMMARY OF TITLES – VOLUME 23)

Espeleobiologia:

Aspectos ecológicos de uma caverna granítica no sul de Minas Gerais
Ecological aspects of a granite cave in southern Minas Gerais
Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Thaís Giovannini Pellegrini, Erika Linzi Silva Taylor & Rodrigo Lopes Ferreira **5**

Estudos ambientais em cavernas: os problemas da coleta, da identificação, da inclusão e dos índices
Environmental studies in caves: the problems of sampling, identification, inclusion, and indices
Eleonora Trajano, Maria Elina Bichuette & Marco Antônio Batalha **13**

Ictiofauna epígea e hipógea da área cárstica de Pindorama do Tocantins – TO
Epigean and hypogean ichthyofauna from Pindorama do Tocantins karst area, Tocantins state
Milton José de Paula, Alberto Akama & Fernando de Morais **23**

Legislação Ambiental:

Proposta de metodologia para cálculo estatístico de dados espeleométricos de acordo com a Instrução Normativa Nº 2 do Ministério do Meio Ambiente
Proposed methodology for statistical calculus of speleometrical data in according with the Normative Instruction Nº 2 from the Environment Ministry
Mariana Barbosa Timo & Carla Elzi Rodrigues da Silva Acácio **43**

Manejo Ambiental:

Análise ambiental e avaliação da relevância das cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe
Analysis of environmental data and caves relevance in the municipality of Laranjeiras, Sergipe
Christiane Ramos Donato, Adauto de Souza Ribeiro & Leandro de Sousa Souto **59**

Espeleogeologia:

Espeleologia na Ilha de Santa Catarina: um estudo preliminar das cavernas da ilha
Speleology in the Santa Catarina Island (southern Brazil): a preliminary study of the island's caves
Edison Ramos Tomazzoli, Luciana Cristina de Almeida, Marinês da Silva, Nair Fernanda Mochiutti & Roberta Alencar **71**

Mapeamento e Prospecção de Cavernas:

The complex history of a sandstone-hosted cave in the state of Santa Catarina, Brazil
La compleja historia de una cueva alojada en piedra arenisca en el estado de Santa Catarina, Brasil
Heinrich Theodor Frank, Lizete Dias de Oliveira, Fabrício Nazzari Vicroski, Rogério Breier, Natália Gauer Pasqualon, Thiago Araújo, Francisco Sekiguchi de Carvalho Buchmann, Milene Fornari, Leonardo Gonçalves de Lima, Renato Pereira Lopes & Felipe Caron **87**

Exploração e documentação das cavidades naturais subterrâneas das regiões de Bulha D'água, vale dos Buenos, Fundão, Caboclos e entornos (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR e Parque Estadual de Intervales – PEI), Estado de São Paulo
Exploration and documentation of subterranean natural cavities from Bulha D'água, vale dos Buenos, Fundão, Caboclos and boundaries regions (Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR and Parque Estadual de Intervales – PEI), São Paulo state
Alexandre Lopes Camargo & Roberto Brandi **103**

Arqueologia:

A arte rupestre em cavernas da região noroeste de Mato Grosso do Sul: discussões preliminares
El arte rupestre en las cuevas de la región noroeste de Mato Grosso do Sul: discusiones preliminares
Rodrigo Luiz Simas de Aguiar & Keny Marques Lima **117**

Espaço e Território:

Formas simbólicas e a constituição espacial da furna "Buraco do Padre" em Ponta Grossa – PR
Symbolic forms and the spatial constitution of furna "Buraco do Padre" from Ponta Grossa - PR
Heder Leandro Rocha & Joseli Maria Silva **127**

ÍNDICE DE ASSUNTOS – VOLUME 23
(INDEX OF SUBJECTS – VOLUME 23)

A
Arenito, 117
Arenisco, 117
Arqueologia, 117
Arqueología, 117
Arte rupestre, 117

B
Biodiversidade, 13
Biodiversity, 13
Bioespeleologia, 5
Biospeleology, 5
Bulha d´Água, 103

C
Cave, 59, 71, 87, 103
Cave fauna, 13
Cavernas, 59, 71, 103, 117
Comunidades hipógeas, 13
Conservação, 13, 59
Conservation, 13, 59
Cueva, 87
Cuevas, 117

D
Desenho amostral, 13
Diversidade, 23
Diversity, 23

E
Espaço, 127
Espeleologia, 71, 103
Espeleología, 87
Espeleometria, 43
Estatística, 43

F
Fauna cavernícola, 13
Freshwater fishes, 23
Furna Buraco do Padre, 127

G
Granite, 5
Granito, 5
Ground sloths, 87

H
hypogean communities, 13

I
Ilha de Santa Catarina, 71
Inventário, 13
Invertebrados, 5
Invertebrates, 5
Itamonte, 5

L
Lognormal, 43

M
Mato Grosso do Sul, 117
Municipality of Laranjeiras, 59
Município de Laranjeiras, 59

N
New Cultural Geography, 127
Nova Geografia Cultural, 127

P
Paleocueva, 87
Peixes de água doce, 23
Perezosos terrestres, 87
Petroglifos, 87
Petroglyphs, 87
Prospecção, 103
Prospection, 103

R
Representações Sociais, 127

S
Sample design, 13
Social Representations, *127*
Space, 127
Speleology, 71, 87, 103
Statistics, 43
Survey, 13

T
Tradición Planalto, 117
Tradição Planalto, 117
Troglófilo, 23
Troglophiles, 23

V
Vertebrate burrow, 87

ÍNDICE DE AUTORES – VOLUME 23
(INDEX OF AUTHORS – VOLUME 23)

A
Acácio, 43
Aguiar, 117
Akama, 23
Alencar, 71
Almeida, 71
Araújo, 87

B
Batalha , 13
Bernardi, 5
Bichuette, 13
Brandi, 103
Breier, 87
Buchmann, 87

C
Carmo, 103
Caron, 87

D
Donato, 59

F
Ferreira, 5
Fornari, 87
Frank, 87

L
Lima, 87, 117
Lopes, 87

M
Mochiutti, 71
Morais, 23

O
Oliveira, 87

P
Pasqualon, 87
Paula, 23
Pellegrini, 5

R
Ribeiro, 59
Rocha, 127

S
Silva, 71, 127
Souto, 59

T
Taylor, 5
Timo, 43
Tomazzoli, 71
Trajano, 13

V
Vicroski, 87

QUADRO DE AVALIADORES – VOLUME 23
(BOARD OF REVIEW – VOLUME 23)

No ano de 2012, os originais recebidos foram avaliados pelos seguintes pesquisadores:

Dr. Abel Perez Gonzalez - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Dr. Antonio Liccardo - *Universidade Estadual de Ponta Grossa*

Dr. Cláudio M. Teixeira-Silva - *Universidade Federal de Ouro Preto*

Dr. Fernando Morais - *Universidade Federal do Tocantins*

MSc. Gabriela Slavec – *União Paulista de Espeleologia*

Dr. Gilson Burigo Guimarães - *Universidade Estadual de Ponta Grossa*

Dr. Gustavo Armani – *Instituto Geológico/Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo*

Dr. Luis Anelli - *Universidade de São Paulo*

Dr. Marconi Souza Silva - *Centro Universitário de Lavras*

Dr. Mário Sérgio de Melo - *Universidade Estadual de Ponta Grossa*

MSc. Maurício de A. Marinho – *Fundação Florestal/Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo*

Dr. Ricardo Fraga Pereira – *Geoklock Consultoria Ambiental e Engenharia Ambiental*

Dr. Valter Gama de Avelar - *Universidade Federal do Amapá*

GESTÃO EDITORIAL - 2012

Durante o ano de 2012, a revista *Espeleo-Tema* apresentou o seguinte fluxo editorial de avaliação de originais:

Originais recebidos em 2012: 12
Originais publicados em 2012: 03
Originais reprovados em 2011: 02
Originais recebidos em 2011 em avaliação para 2012: 07

Procedência dos trabalhos publicados*
Brasil: 3, sendo:
São Paulo: 1
Minas Gerais: 1
Tocantins: 1
*Considerando o vínculo institucional do primeiro autor de cada trabalho. Inclui todas as seções da revista

Web site (no período de 01/01/2012 a 31/12/2012)

Total de *page views* (página da revista): 3.601

Total de *page views* (página de cada número)
Volume 23 Número 1: 924
Volume 22 Número 1: 1.205
Volume 21 Número 2: 699
Volume 21 Número 1: 899
Volume 20 Números 1-2: 623

Total de *downloads* (revista completa):
Volume 23 Número 1: 970
Volume 22 Número 1: 300
Volume 21 Número 2: 403
Volume 21 Número 1: 736
Volume 20 Números 1-2: 646

Total *de downloads* (por artigo):

Volume 23 número 1 p.000-004: 170
Volume 23 número 1 p.005-011: 304
Volume 23 número 1 p.013-022: 235
Volume 23 número 1 p.023-030: 255
Volume 23 número 1 p.031-037: 139

Volume 22 número 1 p.000-005: 301
Volume 22 número 1 p.007-023: 345
Volume 22 número 1 p.025-039: 708
Volume 22 número 1 p.041-060: 846
Volume 22 número 1 p.061-080: 854
Volume 22 número 1 p.081-097: 1.203
Volume 22 número 1 p.099-110: 374
Volume 22 número 1 p.111-126: 605
Volume 22 número 1 p.127-137: 367
Volume 22 número 1 p.139-153: 308
Volume 22 número 1 p.155-167: 493

Volume 21 número 2 - p. 115-118: 227
Volume 21 número 2 - p. 119-129: 268
Volume 21 número 2 - p. 131-144: 322
Volume 21 número 1 - p. 145-149: 159

Volume 21 número 1 - p. 000-005: 334
Volume 21 número 1 - p. 007-016: 347
Volume 21 número 1 - p. 017-028: 303
Volume 21 número 1 - p. 029-041: 367
Volume 21 número 1 - p. 043-048: 269
Volume 21 número 1 - p. 049-065: 381
Volume 21 número 1 - p. 067-103: 291
Volume 21 número 1 - p. 105-112: 347
Volume 21 número 1 - p. 113-114: 348

Volume 20 números 1-2 - p. 000-005: 222
Volume 20 números 1-2 - p. 007-023: 864
Volume 20 números 1-2 - p. 025-036: 447
Volume 20 números 1-2 - p. 037-047: 415
Volume 20 números 1-2 - p. 049-058: 498
Volume 20 números 1-2 - p. 059-060: 225

Marcelo Augusto Rasteiro
Editor Executivo

A revista *Espeleo-Tema* é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE).
Para submissão de artigos ou consulta aos já publicados visite:

www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp