ESPELEOLOGIA
DIGITAL

Sociedade Excursionista e Espeleológica Nº II Outubro de 2019

SEE



50 Anos de ciência nacional

Sociedade Excursionista e Espeleológica
(Excursionist and Speleological Society)

DIRETORIAS

Diretoria - 2019/2020
Presidente: José Mota Neto
Secretário: Gabriel Amora Basílio
Tesoureiro: Gabriel Lourenço Carvalho de Oliveira
Diretor científico: Isaac Daniel Rudnitzk
Diretor de materiais: Guilherme Augusto Rodrigues de Sousa
Diretor de documentação: Yanê Arruda Castor de Altamirano
Diretor de imprensa e divulgação: Wilker Soares Silva

Diretoria - 2018/2019
Presidente: Syro Gusthavo Lacerda
Secretário: Marcos Paulo Souza Araújo
Tesoureiro: Gabriel Lourenço Carvalho de Oliveira
Diretor científico: Isaac Daniel Rudnitzk
Diretor de materiais: Guilherme Passos Ribas
Diretor de documentação: José Mota Neto
Diretor de imprensa e divulgação: Gabriel Amora Basílio

Diretoria - 2017/2018
Presidente: Paulo Eduardo Santos Lima
Secretário: Pedro Henrique da Silva Assunção
Tesoureiro: Syro Gusthavo Lacerda
Diretor científico: Isaac Daniel Rudnitzk
Diretor de materiais: Bruno Diniz Costa
Diretor de documentação: Mikhaela Salíveros Alderete
Diretor de imprensa e divulgação: Gabriel Lourenço C. de Oliveira

EDITORAÇÃO

Editor responsável: Gabriel Lourenço
Comissão Editorial: Yanê Arruda, Gabriel Amora, Guilherme Ribas, Syro Lacerda.
Revisão: Membros da Sociedade Excursionista e Espeleológica
Diagramação: Gabriel Lourenço
Foto capa: Gabriel Lourenço

COMISSÃO AVALIADORA

Dr. Ricardo Fraga Pereira
Dr. Isaac Daniel Rudnitzki
Dra. Eliany Salaroli La Salvia
Msc. Isabel Pires Mascarenhas
Dr. Heros Augusto Santos Lobo
Dr. Paulo de Tarso Amorim
Dr. Thiago Nogueira Lucon
Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Msc. Paulo Rodrigo Simões
Dra. Mariana Barbosa Timo
Msc. Valdiney Amaral Leite

Sociedade Excursionista e Espeleológica dos Alunos da Escola de Minas – SEE/EM

Cx. Postal 68, Beco da Ferraria, s/ n°, Escola de Minas - Praça Tiradentes, Ouro Preto - MG

Homepage: www.see.ufop.br

E-mail: see@ufop.edu.br

Telefones: (31) 3559 - 1531 (Portaria da Escola de Minas, horário comercial)

(33) 9 9141 - 3537 (José Mota Neto - Atual Presidente da S.E.E)

EDITORIAL

A Sociedade Excursionista e Espeleológica (SEE) iniciou seus trabalhos durante uma época em que as ciências naturais conquistavam seu espaço no cenário nacional, momento em que a curiosidade de alguns estudantes da Escola de Minas impulsionou esforços para fundar o primeiro grupo de espeleologia das américas. A SEE comemora seus 82 anos de história consolidando relações e atividades muito importantes para dar sequência à longa história deste grupo.

Através de projetos que têm em vista a apresentação da espeleologia para a comunidade ouro-pretana e alunos da UFOP, junto com a realização de estudos espeleológicos inovadores, nossa sociedade passa por um momento áureo. Colhemos frutos da dedicação de nossos precedentes e também procuramos plantar as sementes que vão garantir a continuidade dos trabalhos de nossa sociedade.

A Revista Espeleologia é mais uma herança que a SEE carrega com orgulho, hoje temos a oportunidade de comemorar os 50 anos de lançamento da primeira revista brasileira que reúne trabalhos sobre o mundo subterrâneo. Apesar das dificuldades encontradas ao longo de sua história, a divulgação desses estudos foi de grande importância para a consolidação dessa ciência em âmbito nacional. Suas edições inspiraram a criação de novos grupos de espeleologia e também de novos espeleólogos, além de proporcionar um conteúdo que, até então, só era encontrado em literaturas estrangeiras.

A preservação do patrimônio espeleológico é uma das questões que têm dominado as discussões no cenário. As atuais formas de compensação espeleológica provocam debates importantes sobre a originalidade que cada cavidade possui. Por vezes essas ações garantem a preservação de cavidades importantes, entretanto podem resultar em privilégios para aqueles que podem arcar com o custo de suprimir uma caverna. Além disso, uma outra questão em alta é o reconhecimento da espeleologia como profissão, que foi tratada durante o 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia em 2017. Diversas formas têm sido propostas para solucionar a consolidação da profissão, como a criação de uma Escola Brasileira de Espeleologia (EBRE).

A edição atual tem um caráter histórico e de maneira distinta às últimas publicações, expõe além de trabalhos científicos, um conteúdo memorável. Mediante reportagens, relatos e artigos de opinião, esta edição apresenta pontos de vista de agentes importantes para o desenvolvimento da espeleologia nacional, que atuaram em sua disseminação e criaram possibilidades para o seu estabelecimento como a ciência que conhecemos hoje.

Os atuais membros da SEE foram honrados com a oportunidade de apresentar essa edição e de fazer parte dessa trajetória. Esse caminho pôde ser percorrido graças ao apoio de pessoas apaixonadas pelo conhecimento, juntamente às instituições associadas a essa causa como a Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, a Escola de Minas – EM, o Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas – MCT, a Fundação Gorceix – FG e a Fundação Vitor Dequech. Nossa Sociedade gostaria de agradecer o apoio de cada um desses agentes que contribuíram com os interesses da espeleologia. Mesmo com a falta de estímulos para pesquisas no atual cenário brasileiro, esses motivadores continuam acreditando na ciência como forma de desenvolvimento.

A Comissão Editorial gostaria de destacar que a Revista Espeleologia não tem a pretensão de ser perfeita, impecável. Teremos, durante nossa caminhada, diversas falhas que serão corrigidas através de críticas construtivas dos nossos leitores, que convidamos a fazer parte desse processo como autores de nossas próximas edições.

Boa Leitura!



Microtravertinos da Gruta América, Bonito, MS.

foto: Gabriel Lourenço

Índice

Especial: Revista Espeleologia 50 anos

Revista Espeleologia 6
50 anos de ciência nacional

Matérias

Gruta Martimiano II 12
A maior caverna em quartzito do Brasil

Curso de Introdução à Espeleologia - CIE 19
Difundindo a espeleologia para todos

Acervo de mapas Espeleológicos da SEE 24
Entrevista com Leonel de Souza Barros Neto

Indo às trevas luminosas 28

Mulheres na Espeleologia 32
Relato de experiência

Grutadas 36
Saídas de campo realizadas pela SEE

Trabalhos

Geoespeleologia da Gruta Manequinho - Parque Estadual do Ibitipoca - PEIB, Santa Rita de Ibitipoca, MG 48

Levantamento fotogramétrico e modelagem 3D aplicados à cartografia espeleológica e à espeleometria da Gruta dos Fugitivos, Parque Estadual do Ibitipoca - MG 58

Inventariamento e caracterização do patrimônio geomorfológico da região cárstica Arcos-Pains 68

Estudo hidrogeológico da zona de recarga na lagoa e córrego do Matadouro e sua interação com o aquífero cárstico de Sete Lagoas (MG) 80

Caracterização Geomecânica do Maciço Rochoso da Gruta do Pião, Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais 88

A Espeleologia como alternativa para a promoção do desenvolvimento local sustentável 102

Revista Espeleologia

50 anos de ciência nacional

Syro Gusthavo Lacerda
Cláudia Pessoa

Sociedade Excursionista Espeleológica - SEE

Foi a partir de publicações científicas em revistas internacionais, e principalmente francesas – como La Nature e Spelunca – que os alunos da então Escola Nacional de Minas e Metalurgia de Ouro Preto, Srs. Victor Dequech, Walter José Von Krüger, Paulo A. Almeida Rolff, Murilo de Andrade Abreu, Sandoval Carneiro e Lisanel de M. Mota, se depararam com um novo e apaixonante ramo da ciência moderna, a espeleologia. E, no ano de 1937, estes mesmos alunos fundaram a Sociedade Excursionista & Espeleológica dos Alunos da Escola de Minas (SEE).

32 anos após sua fundação, os membros da SEE – mas principalmente os Srs. Jairo A. de Vasconcelos Reis, Marco Antônio R. Drummond, Newton Reis de Oliveira Luz, Ricardo Pereira, José Maria de Barros Campos, Cezar Impellizieri Ribeiro, Cristiano Barbosa da Silva Filho e Geraldo Ferreira Fortes – lançaram a "Revista Espeleologia", inédita no Brasil, na tentativa de preencher uma lacuna até então existente. Neste mesmo ano, no mês de novembro, foi recriada a Sociedade Brasileira de Espeleologia durante o IV Congresso Brasileiro de Espeleologia e também neste ano foi criada a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

A Revista Espeleologia ANO I Nº 1. lançada em novembro de 1969, foi composta e impressa nas Oficinas Gráficas da Escola de Minas – assim como as de Nº 2 (1970), 3-4 (1971) e 5-6 (1973). Estas edições foram recheadas de informações sobre as grutas do estado do Ceará (Gruta de Ubajara), de São Paulo (região de Iporanga), da Bahia (Gruta da Mangabeira), do Leste de Goiás e sobretudo de Minas Gerais (províncias cársticas de Arcos-Pains-Bambuí, Montes Claros-Coração de Jesus, Sete Lagoas-Matosinhos e Ouro Preto especialmente a "Gruta da Igrejinha"). Estas edições notavelmente ainda apresentavam fatos históricos sobre as "Primeiras Viagens" da SEE da década de 30, 40 e 50, e que aumentavam a consolidação desta entidade, além de um robusto entendimento do que é a ciência em suas mais diversas formas, desde o mapeamento espeleológico, passando por estudos biológicos e meteorológicos exclusivos das cavernas e demais estudos discutidos internacionalmente. Aparecem aqui eventuais homenagens a ex-sócios da entidade e ex-professores da Escola de Minas.



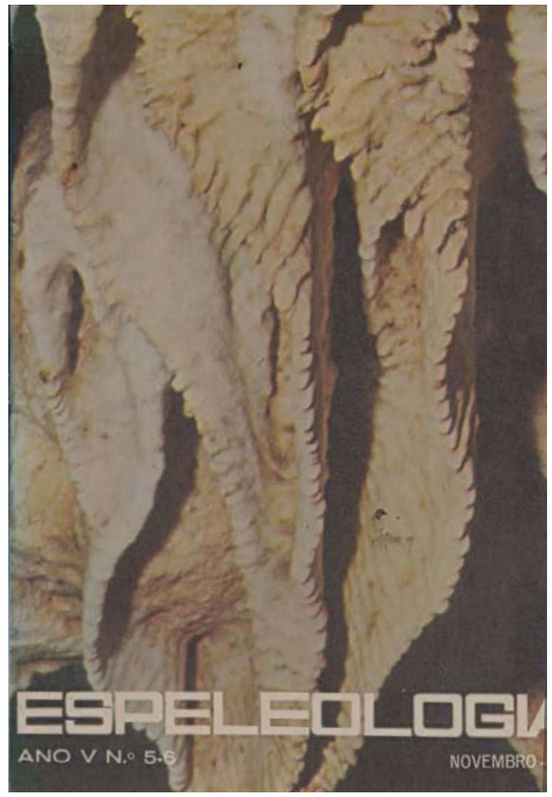




A partir da edição ANO VII Nº 7, de outubro de 1975, que a Revista Espeleologia foi editada pela Revista da Escola de Minas (REM) e que a partir desta data foi a ela integrada. É notável a participação da SEE nas matérias da REM nas edições do ANO XL Vol. XXXV de outubro de 1976 – Nº 3 e da edição LI Vol. XL – Nº 4 – quarto trimestre de 1987. Nesta primeira, José Fernando Coura, então presidente da SEE, apresenta de forma sucinta a história da entidade, sua atual situação e pretensões futuras. Nesta edição ainda é exibida a relação de ex-sócios da SEE, bem como as declarações de Utilidade Pública e Registro de Pessoa Jurídica. Na edição de 1987, em comemoração do Cinquentenário da SEE, Sr. Victor Dequech discorre sobre o "esboço histórico da espeleologia brasileira" e exibe a relação de artigos de espeleologia por ele organizada. São notórios e importantes os trabalhos da entidade nesta edição apresentados sobre a região de Campo Formoso, estado da Bahia, e os estudos preliminares no Cárste em quartzitos da Serra do Itacolomi (Ouro Preto) – termo amplamente discutido até os tempos atuais. Além disso, nesta revista, foi publicado o primeiro trabalho de Computação aplicada à topografia de cavernas pelo Sr. Marcelo Taylor.

Não se tem notícia sobre publicações da Revista Espeleologia desde o ano de 1975 até 1996 – somando mais de duas décadas de obscuridade científica nacional. No entanto, no ano de 1995, membros da SEE, acalorados pela sentença judicial a favor da Gruta da Igrejinha, em setembro do ano anterior, lançaram o "Informativo Spé" o qual se tem notícia de três edições, Nº 1, 2 e 3. O Informativo Spé funcionava como um órgão de informação da SEE, sua edição passa e ser numeral e tiragem de 500 e 600 exemplares (para as edições Nº 2 e 3, respectivamente) pela Impressão da UFOP. Estas edições contaram com a diagramação, corpo editorial e de revisão compostos pelas Sras. e pelos Srs. Milton Pereira Filho, Eliany Salaroli La Salvia, Marcus Vinícius C. Carvalho, José Aldilson Cavalcanti e Cláudio M. T. Silva.

Nestas edições do Informativo, são apresentadas as atividades desenvolvidas principalmente no Vale do Peruaçu (Januária – MG), de Poções em Matozinhos – MG e na região de Ouro Preto (Gruta da Igrejinha e Antigas minas de Ouro Preto). Além disso são exibidas diversas matérias sobre temas específicos como os processos de carstificação, espeleomorfologia, geoespeleologia e espeleotemas; mas também sobre assuntos diversos, exóticos e psico-temáticos como a matéria da edição Nº 3 intitulada "Fragmento do caos" pelo Sr. Cláudio M. T. Silva, bem como a "O que sois? Espeleólogo ou caverneiro?" pelo Sr. Theófilo Aquino. Nesta mesma edição foi firmado, e publicado, um patrocínio por intermédio da Fundação Gorceix, na pessoa de seu superintendente Dr. Saulo Tárcia, com a Distribuidora de Bebidas Antarctica Ltda. através do seu diretor Dr. Hermógenes Teixeira Lacerda. O slogan "Até debaixo da terra, paixão nacional" ficou famoso principalmente entre os espeleólogos do Brasil e este patrocínio proporcionou a entidade a renovação de grande parte de seus equipamentos e de informática, mas também rendeu novas publicações da Revista Espeleologia nos anos seguintes.

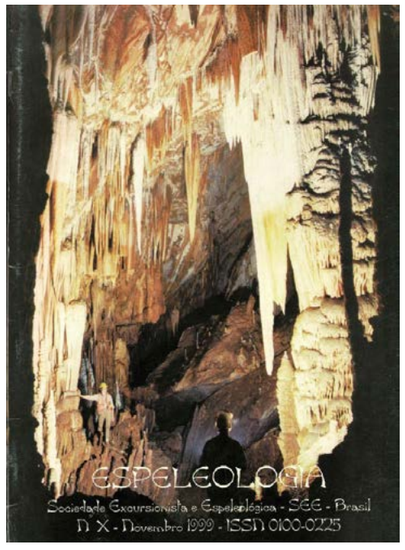


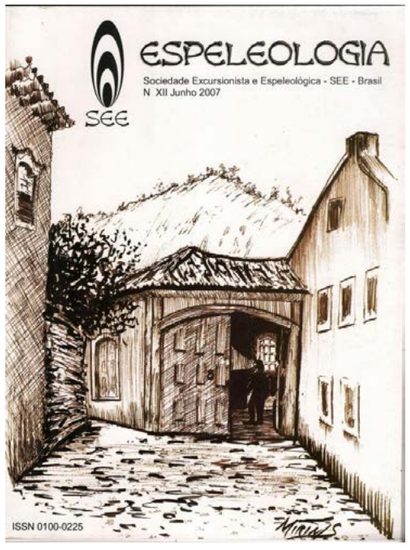
Por tudo isso e sobretudo por impulsão dos atuais membros da SEE – em especial os Srs. Milton Pereira Filho, José Adilson D. Cavalcanti, Gesner J. I. dos Santos e Cláudio M. T. Silva – volta a publicação da Revista Espeleologia, edição de ANO VIII Nº 8 em janeiro de 1997, com auxílio da Fundação Gorceix, Escola de Minas e Cerveja Antarctica. Nesta edição são apresentados estudos espeleológicos nas regiões de Cláudio Manuel, Unaí e Itacarambi, no estado de Minas Gerais. Além de uma descrição das pinturas rupestres de São Raimundo Nonato, no estado do Piauí, pelo Sr. Rubens Pereira da Silva; ademais conceitos e processos detalhados sobre a formação de Espeleotemas como em "Espeleotemas: Crescimentos Fractais", pelo Sr. Cláudio M. T Silva.

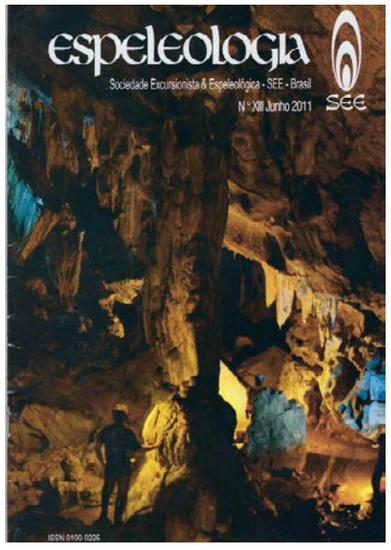
A partir da edição ANO X Nº X de novembro de 1999, a Revista Espeleologia adquire o ISSN (International Standard Serial Number), do inglês "Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas". Este código é aceito internacionalmente para individualizar o título de uma publicação seriada, tornando-se único e exclusivo do título desta. A Revista Espeleologia passa a partir deste momento a ser classificada como edição de periodicidade irregular, as edições Nº X e XI (de outubro de 2002) tiveram impressão feita pela Gráfica da UFOP, de "cerca de 60 páginas em formato A4 de pura Espeleologia Científica" em tiragens de 1.000 exemplares. Estas edições não seriam consolidadas sobretudo sem os esforços dos membros da entidade, mas especialmente a Sra. Luciana Vetel Cruz e Srs. Milton Pereira Filho, Cláudio M. T. Silva e Paulo Rodrigo Simões.

Nestas edições, além de terem sido organizadas as "Grutadas" – expedições realizadas durante os referentes anos –, os editores organizaram os trabalhos realizados no Cárste do Parque Estadual do Itacolomi, na região de Buenópolis e Augusto de Lima, no Vale do Peruaçu, na região de Itambé do Mato Dentro e Cordisburgo no estado de Minas Gerais. Assim como os estudos na Região de Campo Formoso, no estado da Bahia, principalmente os realizados na Toca da Boa Vista – maior caverna brasileira (com mais de 110 Km) encontrada pela SEE em 1985. Também são crescentes os trabalhos que envolvem a biologia subterrânea, a paleontologia e a arqueologia – principalmente relacionado às pinturas rupestres do nordeste brasileiro. Na edição Nº X de 1999 ainda é listado todo o acervo de mapas espeleológicos da SEE que, até o momento, somavam 234 mapas! Na edição Nº XI de 2002, é importante o desempenho em desenvolver um sistema de informações espeleológicas da SEE, que pretende organizar internamente os dados espeleológicos em meio digital e SIG, possibilitando ainda realizar pesquisas, análises estatísticas e distribuições espaciais.

A edição Nº XII de junho de 2007 veio para comemorar os 70 anos de fundação da SEE, mas também para receber o 29º Congresso Brasileiro de Espeleologia. A diagramação e impressão foi feita pela Editora Graffcor Ltda., teve o carimbo da Associação Brasileira de Editores Científicos (ABEC) e Corpo Editorial e Revisão composto pelos membros da diretoria 2006/2007 Sras. e Srs. Fabrício F. Vieira, Maíra F. Cunha, Silmar O. Oliveira, Thiago F. Santos, Matheus Leonardi Ribeiro, Tatiane Comelli Martins e Fernando Morais. É nesta edição em que se registra o "Novo Panorama da Espeleologia Nacional com artigos que buscam além de descrever cavidades, discutir a espeleologia de maneira holística, trazendo ao leitor artigos de cunho científico com temas heterogêneos visando atender aos anseios de uma maior diversidade de leitores bem como promover a multidisciplinaridade da ciência Espeleologia".





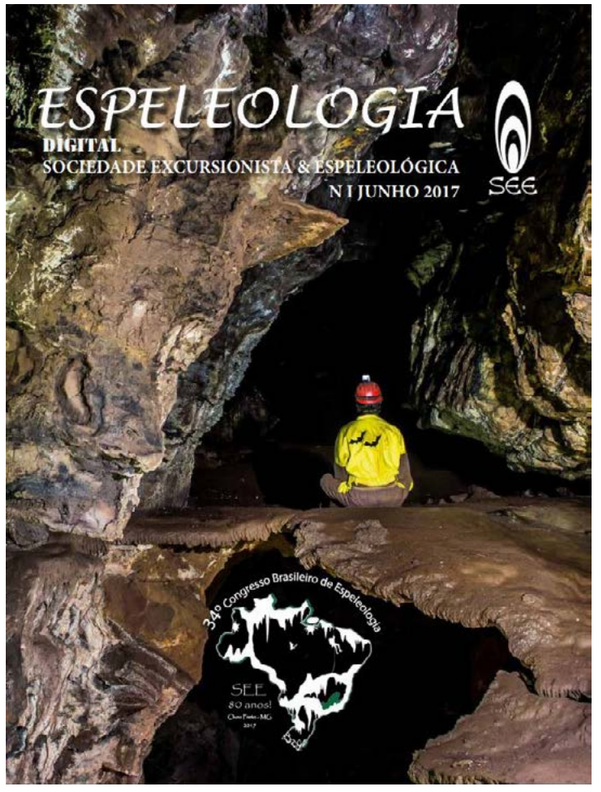


Esta edição, conhecida por sua capa branca e croqui da saudosa entrada do beco da Ferraria, é a primeira que possui Ficha Catalográfic e apresenta artigos de opinião sobre a espeleologia nacional, mantem-se sobre as "Grutadas", e são abordados ilustres, e muitas vezes inéditos, trabalhos organizados em duas e três colunas simétricas sobre a Serra do Iuiú, no estado da Bahia, sobre o potencial espeleológico da Serra da Bodoquena (Mato Grosso do Sul) e a zona cárstica do Apodi (Rio Grande do Norte). Além de matérias que envolvem a educação e a espeleologia e sobre a degradação do patrimônio espeleológico de Ouro Preto no Vale do Ojô – discutido até os dias atuais.

A edição Nº XIII de junho de 2011 foi a última edição impressa da Revista Espeleologia, teve como editor e diagramação Srs. Mateus Lima Rosa e Gustavo Nélio de Salles, em uma tiragem de 1000 exemplares impressos pela Gráfica Ribeiro e Hott Ltda. Nesta edição, bem mais colorida que a que a antecede, são apresentados os trabalhos na região de Arcos-Pains, de Ouro Preto (Vale do Ojô), Januária, Diamantina e Igarapé, no Estado de Minas Gerias. Mas também um relatório das atividades desenvolvidas na Serra de Iuiú, no estado da Bahia, durante os anos 2007 e 2009.

Passados 8 anos desde a última publicação, a Revista Espeleologia passou por uma nova evolução. No ano de 2017, quando se comemorava os 80 anos de sua fundação em concomitante realização do 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia em Ouro Preto, a SEE lança a primeira versão digital da Revista Espeleologia. Esta nova edição teve como editores responsáveis e pela diagramação Srs. Bruno Diniz Costa e Gabriel Lourenço e contou com a revisão dos demais membros da SEE. Nesta edição são mantidas as relações das Grutadas, são apresentados artigos de opinião e estudos recentemente realizados pela SEE, em especial na Serra do Ibitipoca, onde está guardada a maior caverna em quartzito do Brasil – Gruta Martimiano II. Por ser a primeira versão digital, a revista inda não conta com o registro ISSN.

No presente ano, a SEE, em comemoração aos 50 anos da primeira Revista Espeleologia, vem lançando mais uma edição digital, que em seu próximo número contará novamente com o código ISSN. Com este meio de publicação, pretendemos expandir de maneira exponencial a divulgação de nossas atividades a todos àqueles que se interessarem, buscando ainda evidenciar métodos e técnicas específicas, o desenvolvimento da espeleologia como ciência, mas é claro, sem deixar de lado o saudosismo da história da SEE. Esperamos preencher ao máximo as expectativas daqueles que dedicaram grande parte de suas vidas com a SEE e com a Revista Espeleologia e daqueles que ainda são e que sempre hão de ser espeleólogos, através de um olhar atual, inovador e tecnológico dos que hoje mantem a mesma chama acesa e que agora compõem esta casa.



Visita dos espeleólogos da SEE à Gruta da Lapinha, Lagoa Santa, Minas Gerais, em 1939, uma das primeiras expedições após a fundação em 1937.

foto: Acervo SEE

Gruta Martimiano II

A maior caverna em quartzito do Brasil

Lara Chaves Carvalho Guerra
José Mota Neto

Universidade Federal de Ouro Preto
Sociedade Excursionista Espeleológica - SEE

A Gruta Martimiano II está localizada no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) que abrange as cidades de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes. Segundo o Cadastro Nacional de Cavernas (CNC), administrado pela Sociedade Brasileira de Espeleologia, 40 cavernas são conhecidas no PEIB. Por isso, é reconhecido por muitos autores como um importante distrito espeleológico mundial. Tal importância se dá pela alta concentração de cavernas quartzíticas e suas dimensões notáveis, como a Gruta das Bromélias e a Gruta Martimiano II.

A Gruta Martimiano II coleciona características únicas que a fazem notória no cenário nacional. Além do grande desenvolvimento, pouco comum para as rochas quartzíticas, possuí morfologia com feições freáticas, com partes ativas e inativas. Seus condutos e salões são volumosos e os espeleotemas, de coloração avermelhada, chamam atenção por sua variedade e frequência. A gruta Martimiano II possui 4.170 m de projeção horizontal e 170 m de desnível.

O mapeamento espeleológico consiste na realização da topografi de cavernas utilizando-se de métodos de levantamento topográficos que possibilitam a confecção de mapas que são considerados a identidade de uma caverna. Estes mapas consistem em uma planta baixa, cortes longitudinais e cortes transversais; o que possibilita a visão da caverna em três planos de projeção diferentes.

O mapeamento topográfico foi feito ao longo de 4 anos por membros da Sociedade Excursionista e Espeleológica. Para a realização do mapeamento, utilizou-se de bússola bruton, tripé e trena a laser, adotando a metodologia British Cave Research Association – BCRA, no nível de precisão 4D. A caverna foi representada por desenhos técnicos em planta baixa, cortes longitudinais e cortes transversais na escala 1:200. Após o levantamento topográfico, as medidas foram conferidas e corrigidas no programa Compass e os croquis gerados em campo foram vetorizados no AutoCad2018 – Versão Acadêmica.

O mapa topográfico da cavidade é de suma importância para a realização de estudos espeleológicos e para a preservação do patrimônio, uma vez que nele é representado a morfologia, as características peculiares, os espeleotemas, ocorrência paleontológica, arqueológica ou biológica, potencial turístico, entre outros.

O mapeamento da Gruta Martimiano II serve de alicerce para demais estudos e é de suma importância para o planejamento de pesquisas. A visão em três dimensões possibilitada pelo mapa auxilia na locomoção e identificação de áreas especificas da caverna e permite a marcação de pontos para acesso posterior. Com a conclusão do mapeamento topográfico, a Gruta Martimiano II passou a ser a maior cavidade natural do PEIB, além de ser a mais extensa caverna em quartzito (e rochas siliciclásticas) do Brasil, aumentando assim a relevância da conservação da cavidade.



foto: Gabriel Lourenço

Salão de blocos abatidos na Gruta Martimiano II



foto: Gabriel Lourenço

Descida para o conduto da Fechadura, Gruta Martimiano II

Gruta Martimiano II

Parque Estadual do Ibitipoca - PEIB
Lima Duarte, Minas Gerais, Brasil.

SEE

Entrada secundária

Entrada principal

Salão das Estalactites

Salão Rolling Stones

Fechadura

Conduto “Olho do Dragão”

Cachoeira

Fenda

Conduto do Cavalo

0 20 40 80 120 160 200 m

Conduto “Olho do Dragão”, na Gruta Martimiano II Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG. Essa foto foi ganhadora do concurso fotográfico realizado durante o 35º CBE em Bonito, MS.

foto: Gabriel Lourenço



Participantes do Curso de Introdução à Espeleologia 16.2 na entrada da Gruta Morena, em Cordisburgo, MG.

foto: Gabriel Lourenço

Curso de Introdução à Espeleologia - CIE

Difundindo a espeleologia para todos

Lara Chaves Carvalho Guerra
Rayane Caroline de Freitas Ramos
Wilker Soares Silva

Universidade Federal de Ouro Preto
Sociedade Excursionista Espeleológica - SEE

Os estudos espeleológicos no Brasil foram consolidados juntamente com a fundação da Sociedade Excursionista e espeleológica (SEE) em 1937 e não é um assunto tão explorado nas universidades. Assim sendo, os Cursos de Introdução à Espeleologia (CIEs) têm como objetivo apresentar o mundo subterrâneo às pessoas interessadas, principalmente aos alunos da Universidade Federal de Ouro Preto, e com isso explicitar a importância ambiental, científica e turística dos ambientes cavernícolas.

O curso é composto por uma parte teórica e uma prática, sendo considerado e abordado durante todo o curso o caráter multidisciplinar da Espeleologia. A parte teórica possibilita um entendimento do ecossistema cavernícola, da relação das cavernas com o homem e das estruturas geológicas destes ambientes, e consiste em 11 palestras: Arqueologia e Paleontologia / Bioespeleologia / Espeleofotografia / Espeleotemas / Espeleoturismo / Exploração e Segurança / Geomorfologia Cárstica / Introdução Histórica / Legislação Ambiental e Espeleológica / Mapeamento Espeleológico / Meteorologia Hipógea. Já na parte prática, os conhecimentos adquiridos durante as palestras são aplicados dentro de cavernas pelos alunos, com enfoque principal no mapeamento topográfico.

À vista disso, um levantamento de dados foi realizado com objetivo de determinar o alcance de pessoas, cidades e cavernas abrangidos pelos CIEs ao longo da história da SEE. E, assim, reconhecer o empenho e influência da Sociedade na conscientização e divulgação do patrimônio espeleológico.

Para inventariação dos dados referentes aos CIEs já realizados, foi elaborada uma planilha que contempla as informações necessárias para o estudo. Para criação da mesma, foram realizadas buscas no acervo histórico da Sociedade, que conta com arquivos de imagens, documentos e relatórios. Então, foram selecionados os elementos pertinentes e criada a relação, que abrange o ano e semestre em que foram realizados os cursos, bem como a cidade em que ocorreram as aulas práticas e teóricas, suas respectivas datas, o número de alunos, as grutas e pontos turísticos visitados, palestras ministradas e observações gerais a respeito do curso.

Os primeiros registros do CIE são de uma edição realizada em outubro de 1981 com trabalhos de campo que ocorreram na Gruta Igrejinha, Ouro Branco – MG. Ao longo dos últimos 38 anos pelo menos 50 edições aconteceram e cerca de 900 pessoas participaram, segundo os registros levantados das edições anuais e semestrais do curso. No entanto, é provável que esse número seja bem maior devido à ausência de registros em vários anos.

Cerca de 26 cavernas diferentes foram visitadas em mais de 10 cidades brasileiras que abrigaram as expedições. As grutas Zé Brega (Pains

-MG) e Morena (Cordisburgo -MG) foram as cavernas mais visitadas nas partes práticas do campo, destacando também as Grutas Igrejinha, Santuário e Matinha. Algumas edições excepcionais do CIE foram realizadas, como na cidade de Diamantina – MG, oferecida a estudantes da UFVJM e outra expedição realizada no estado de Goiás.

A expressividade dos dados levantados demonstra a importância e o alcance obtido pela realização dos CIEs, principalmente ao quantifica a abrangência e a valoração dos cursos na sociedade ao longo de quatro décadas. Destaca-se também a relevância do acervo disposto pela SEE para manutenção da história e divulgação do patrimônio espeleológico, possibilitando projetos como este.

A vivência e o conhecimento sobre o mundo subterrâneo são de extrema importância para que a Espeleologia prospere, com isso o Curso de Introdução à Espeleologia pode despertar o interesse nesta ciência e, apesar de não ser um curso profissionalizante, pode propiciar a formação de novos espeleólogos. A escuridão total, o silêncio, os espeleotemas e espeleogens, os condutos e salões, a fauna especializada e as drenagens subterrâneas fazem com que cada caverna seja única, sendo que é necessário conhecer para amar e querer conservar estes ambientes tão peculiares.



Curso de Introdução à Espeleologia em Lagoa Santa, MG -2003. Foto: Acervo SEE



Participantes do Curso de Introdução à Espeleologia 19.1 no sítio do Sr. Amarildo, propriedade que dá acesso a Gruta da Morena, Cordisburgo, MG. Foto: Gabriel Lourenço

foto: Gabriel Lourenço

Entrada principal da Gruta Morena, Cordisburgo, MG. Seu expressivo volume faz dela uma das principais cavidades da região.

Acervo de mapas Espeleológicos da SEE

Entrevista com Leonel de Souza Barros Neto

Yanê Arruda Castor de Altamirano

Universidade Federal de Ouro Preto
Sociedade Excursionista Espeleológica - SEE

A Sociedade Excursionista e Espeleológica vem desenvolvendo projetos de mapeamento de cavernas ao longo de sua história, produzindo uma quantidade significativa de mapas espeleológicos. O acervo histórico da SEE, chamado carinhosamente de “mapoteca”, conta com aproximadamente 340 mapas que ilustram as características morfológicas das cavernas, incluem mapas da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. O material mais antigo registrado é de 1937, o mesmo ano da criação da SEE. Um mapa para ser completo precisa conter o nome da caverna, o município e o estado, os autores da topografia e cartografia, a escala, o ano da topografia, as legendas e convenções, a planta baixa, o corte vertical e o perfil. Entretanto, a mapoteca da SEE conta com diversos mapas históricos incompletos, que também descrevem o ambiente cavernícola de forma precisa. Suas ilustrações devem conter todas as peculiaridades da caverna como alguns espeleotemas não tão comuns como coralóides, dente-de-cão, pérolas, cortina, que devem ser referenciados a partir de uma tabela de convenções espeleométricas.

Um dos maiores croquistas que já passaram pela SEE e que deixou um grande número de mapas belíssimos para o acervo da mapoteca é o Leonel de Souza Barros Neto, nascido em Piracicaba - SP, participou da SEE entre 1984 a 1989. Da zona leste diretamente para Ouro Preto, Leonel com seus dons artísticos conseguiu realizar diversos desenhos, com a sua nanquim inseparável e com a ajuda de toda a equipe os mapas eram produzidos com uma ótima qualidade artística e de detalhamento.

Este ano, 2019, a equipe organizadora da mapoteca selecionou o mapa Tapuiu II para participar da competição de “mapa histórico” no 35ª Congresso Brasileiro de Espeleologia, e com honra obtivemos esse sucesso, o mapa de autoria de Leonel e toda sua equipe ganhou notoriedade e algumas perguntas foram feitas a ele para sanar algumas dúvidas levantadas.

Quais eram os materiais utilizados para a confecção dos mapas?

Na caverna, primeiramente, é a tranquilidade para o croquista. A equipe de topografia é sempre barulhenta, berrando as medidas e correndo de lado para o outro com a trena (admiro muito o trabalho deles) mas sempre deixava eles saírem do salão ou conduto para entrar. A topografia era feita com bússola brunton sobre tripé, trena e visadas no teto com lanterna (e muita trigonometria). A equipe deixava as estações topográfica marcadas com os antigos cartões de computador para referência do croquista.

O croquista vai depois com calma, ilumina tudo e desenha a baixa e os perfis, colocando as referências topográficas na caderneta ou folha quadriculada em prancheta. Um recurso que eu sempre gostei nos salões grandes era levar um som (fita cassete) e colocar na estação central para referência (Caverna Magica, Andreas Wollenwaider, às vezes Zappa, Deep Purple). No escritório a topografia é passada em uma cartolina branca e o desenho vinha se ajeitando por cima, depois de pronto vinha o papel vegetal. O papel vegetal bem pregado em cima da cartolina e um demorado processo de desenho com canetas nanquim, cada parte com sua espessura determinada (0,1/0,2/0,3...). Depois de pronto vinha a interminável hachura de rochas nos perfis, um padrão repetido em todas as porções de paredes e tetos, pontos onde o piso era recoberto de argila, e por aí ia noite adentro na spé (o povo entra e sai, mas você fica lá)

Quanto tempo demorava para executar e finalizar o desenho de um mapa?

Depende sempre do tamanho e complexidade da caverna, o primeiro que eu fiz foi a Lapa Nova e o segunda Igrejinha. Outra Caverna que tomou muito tempo foi a Gruta Convento em Campo Formoso na Bahia, tá certo que os mapas ficavam enormes e não muito práticos de manusear mas a satisfação de todos na hora que era esticado e pendurado era enorme. Acho que para 15 dias na caverna se gastava mais ou menos um mês no escritório, se fosse época de festa em Ouro Preto se gastava muito mais tempo no escritório!!

Qual foi a melhor experiência ou a história mais marcante dos mapas feitos por você e sua equipe?

Muitas histórias, mas a primeira caverna ninguém esquece. No primeiro dia fiquei o tempo todo em corte de vinte metros (desenha, apaga, volta olha, olha outra vez, mede, rasga tudo e começa de novo). Não sei quanto tempo tínhamos para acabar o mapeamento, mas nos dois últimos dias ficamos direto trabalhando, descansando e comendo dentro da caverna. Posso falar pelo que eu realmente vi, por exemplo um gambá dentro da panela de pressão berando a nossa comida. O Lulu (Luís Amore) deu um leve cochilo descendo a corda num plano inclinado que vinha do nível superior. Foi lá também que fiquei totalmente sem luz dentro da caverna, já tinha mijado no carbureto e ficou só o pó, minha lanterna simplesmente pifou e o pedacinho de vela minúsculo caiu no chão e quicou pra longe...já tinha desenhado tudo até lá e sabia para onde ir, mas canela e os cotovelos sofreram. Já na entrada joguei a lanterna longe.. e ela acendeu. Logo no início do trabalho também teve o tal pingo d´água, fui jogar a trena e bati em uma caixa de abelhas, e eu era bem cabeludo na época, contei umas cinquenta picadas.. deu um barato!!

Era necessário ajuda para desenhar os mapas?

Sempre foi um trabalho de equipe, não se faz nada sozinho dentro da caverna, spé foi o meu aprendizado de trabalho em equipe.

Qual a importância de se guardar e ter os mapas históricos, na sua opinião.

Estive no Congresso Brasileiro de Espeleologia em Ouro Preto em 2017, lá procurei justamente o mapa da Lapa Nova. Queria ver meus perfis, a baixa do Tonelada e principalmente escanear tudo para fazer uma montagem em 3D, no meu caso tentando usar o Auto –Cad, mas existem várias outras tecnologias para integrar os trabalhos históricos com as novas tecnologias. Já vi modelamentos 3D maravilhosos de cavernas que estão fazendo agora e gostaria de ver um 3D da Lapa Nova com a planta baixa e perfis da década de 80, ao lado de um modelamento isométrico atual, ou ainda um dentro do outro. A documentação da evolução tecnológica é tão importante como a própria tecnologia, sem contar a satisfação de rever o que foi feito com o que dispunha na época. Imagina fazer um cruzeiro marítimo até a Europa de caravela!!

Gruta da Igrejinha, Miguel Burnier, distrito de Ouro Preto. É a maior caverna em mármore do Quadrilátero Ferrífero, além de ser considera uma gruta de máxima relevância pelo seu expressivo tamanho, contexto geológico e biológico

foto: Gabriel Lourenço

Indo às trevas luminosas

Marco Antônio Fernandes Cardoso
Espeleólogo Fundador e Membro Ativo do Núcleo de Atividades Espeleológicas - NAE

Minha paixão pela espeleologia surgiu num cruzamento de interesses e coincidências daqueles que fazem um bipolar se tornar um virtuose em qualquer instrumento ou quase isso, afinal eu não sou virtuose em nada.

Sempre gostei de ciência e aventura, afinal, é isso que sobra à um pré-adolescente, ruim de bola e tímido.

Fazia caminhadas, escaladas e acampamentos numa época em que isso era coisa de loucos aventureiros, gostava de brincar com produtos químicos e obter reações no mínimo temerárias como produzir nitroglicerina em casa e guardar no congelador da geladeira da mamãe.

Numa dessas caminhadas com o meu amigo Edmundo Abi-Ackel, aprendi com ele que os minerais têm aspectos e composições químicas definidos e diante dessa informação comecei a considerar a possibilidade de combinar caminhadas, minerais e química. E deu certo até demais.

Isso foi por volta de 1972 em plena ditadura militar e o milagre brasileiro junto com o Sesquicentenário da Independência, a volta dos restos mortais de D. Pedro I ao Brasil e eu com meus 15 anos.

Houve uma megaexposição (para os padrões da época) no Palácio das Artes em Belo Horizonte onde a tônica da exposição era a potencialidade mineral disponível no Brasil. Uau! Nunca vi tanta amostra de rochas e minerais na minha vida até então. Fiquei por ali e acabei ganhando umas pedrinhas, e aprendendo o caminho das pedras fui parar na sede do então DNPM. Foi lá que, além de ganhar mais algumas amostras minerais gentilmente cedidas pelo órgão, recebi o endereço de Willye Brandt que também se interessava por minerais e tinha aproximadamente a mesma idade que a minha. Logo fizemos amizade e o contato resultou numa série de excursões e caminhadas em buscas de novas amostras e aventuras. Demos ao grupo o nome de “Centro de Pesquisas Geológicas”.

Mas nada teria tido tanto sucesso se não fosse pelo Sr. Manfred Brandt que era o pai do Willye. Alemão da gema, adorava tomate com sal, pão preto com mostarda e cerveja, é claro. E era com lanches assim que ele se nutria enquanto nos levava de carro (um fusca verde abacate 1971) para qualquer lugar que desse vazão aos nossos arroubos científicos e aventureiros. Numa dessas saídas nos levou à Cerca Grande, noutra, na Gruta do Rei do Mato e inúmeras outras grutas por aí, além de outros pontos de relevância geológica ou cênica indiscutíveis. Pronto, estávamos contaminados pelo bichinho das cavernas e Minas Gerais estava fica - do pequena para nós. Há de se fazer justiça ao Sr. Manfred Brandt nós e a espeleologia devemos muito ao dedicado e quase anônimo Sr. Fred.

No Brasil, naqueles tempos, sabia-se muito pouco sobre Espeleologia, pelo menos era o que eu achava (e eu estava certo), na verdade eu nem sabia que explorar e pesquisar cavernas sequer tinha um nome específico. Resolvi buscar informações sobre o tema e quem sabe alguma literatura. Foi quando eu procurei a Livraria Oliveira e Costa e perguntei à um atendente se havia algum livro que se referia a cavernas. Ele então chamou o gerente da loja, o Sr. César (nunca perguntei seu nome completo, infelizmente) foi quem me apresentou a palavra “Espeleologia” até então completa desconhecida para mim, me explicou o significado e a etimologia da mesma.

O Senhor César, como todo bom livreiro daqueles tempos, era um homem de uma cultura vastíssima. E além de tudo, muito interessado em arqueologia e paleontologia. Estava ligado à Academia Mineira de Ciências e ao Instituto Geográfico de Minas Gerais, onde fazia pesquisas amadoras junto com Josaphat Pena, Harold Walter, Arnold Cathoud, Aníbal Mattos dentre outros. Durante um bom tempo eu gastava o meu horário entre a escola e o trabalho, em longas conversas com ele. Ele me ajudou a comprar livros importados que eram raros e caros naquela época, hoje são só caros. Ele importava livros da França e Espanha para mim e eu os guardo até hoje.

Num certo dia ele me perguntou se eu conhecia a SPÉ (sic), eu respondi que não e ele então me pediu para esperar um pouco e voltou com dois exemplares da Revista Espeleologia da SEE nas respectivas edições de 1969 e 1970. Era um presente dele para mim. Foram três agradáveis surpresas, as revistas com fotos de Helictites (coisa estranha) e as Colunas de Rei do Mato na capa, a percepção de que havia uma instituição que cuidava deste assunto e era amparada pela UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto, como ainda é, e a sensação de que eu não estava nada sozinho naquela confusão toda. Que bom! Tinha mais gente.

Resolvi então, fazer contato e enviei a primeira carta à SEE (escrita à mão) deve ter chegado à Ouro Preto, ainda em 1972 na caixa postal da mesma. Sinceramente, eu não esperava resposta alguma, mas cabia tentar um contato. Mas eu ficava pensando... “qual instituição séria iria se interessar por um pretenso Espeleo – Adolescente de apenas 16 anos”?

Para minha surpresa a resposta veio rápida e prontamente recebi uma carta que me dizia que eu receberia um contato direto da SEE em data à combinar, e junto com a carta outra edição da Revista da SEE. Pronto, me levaram à sério! Ai meu Deus, e agora? Bom, agora é esperar! Bons tempos em que cartas eram enviadas e muitas vezes levavam semanas para chegar ou até mais dependendo do destino. E o contato pessoal demorou muitos meses, mas aconteceu e foi uma grata surpresa.

Naquela época eu já era paraquedista e num sábado daqueles eu estava acabando de me equipar para saltar de paraquedas no Aeroclube do Carlos Prates. Macacão, bota, paraquedas e capacete, tudo conferido quando alguém chamou “Marco Antonio! Visitas para você” na porta do clube de paraquedismo estavam dois jovens senhores de roupa quase social. A surpresa foi mútua mas teve que esperar um pouco, é que o meu avião estava saindo naquele exato momento e não esperaria. Passei pela dupla e descobri que eram o José Fernando Coura (O Zé do Coura) e um outro colega que infelizmente não me recordo o nome. Ele era o presidente da SEE e o outro amigo era membro da mesma. Ambos concordaram em me esperar já que em menos de trinta minutos, de alguma forma eu estaria de volta ao chão, neste caso na superfície. Fui lá, executei meu salto, ganhei um pequeno torneio interno que rendeu uma caixa de cervejas e fui então conversar com meus novos amigos. Que encontro inusitado, né?

Foi um momento muito especial em que se abriam novas possibilidades. Conversamos bastante, recebi mais alguns textos e exemplares de revistas e convites para visitar a SEE em Ouro Preto, além de se colocarem à disposição para qualquer ajuda e o convite para visitarmos algumas cavernas.

Estava ali então um momento muito relevante. Havia se delineado uma referência que norteava nossos interesses e pesquisas. Agora tínhamos algo a seguir, e seguimos fosse através de informações verbais, ou pelo fato de nos guiarmos pelas referências relatadas na revista “Espeleologia”

Afinal, este grupo tinha histórias para contar, a SEE, existia desde 1937, estava em uma Universidade Federal, fazia pesquisas, realizava excursões e registrava as visitas a cavernas além de ter uma revista de projeção internacional sem nenhum exagero de minha parte. Afinal seus fundadores, em especial Victor Dequech tinham contatos diretos com nada menos que Edouard Martel e Robert De Jolly.

Nasceu aí uma relação que deu importantes frutos para o estudo da espeleologia em Minas Gerais. A revista “Espeleologia”, materializa parte do importante papel da SEE na divulgação dessa ciência no Brasil.

Para mim, a SEE e a revista “Espeleologia” viraram uma referência. As revistas da SEE eram usadas como um guia para orientar nossas primeiras prospecções, explorações e aventuras, pelas

grutas de Minas Gerais e até algumas do Brasil. Outra referência de peso influenciada pela revista “Espeleologia” foi o Prof. Doutor em Geocronologia Ronaldo Teixeira (in memoriam) com o qual tive a oportunidade de fundar ainda no Museu de História Natural de UFMG, o NEESA (Núcleo de Estudos Espeleológicos e Arqueológicos) seguindo os passos da SEE o referido professor conseguiu ainda na década de 1970 descer o abismo da Gruta dos Estudantes, fato até então só feito pela SEE e que adquiriu grande visibilidade pelo fato de que a SEE saiu de lá por conta própria enquanto que o Prof. Ronaldo precisou ser resgatado pelo Corpo de Bombeiros. Considerada pelo NAE um desafi a parte, fizemos questão de visitar a mesma caverna inúmeras vezes, inclusive topografando a mesma com um bom grau de detalhamento. Há de se observar que em todas as vezes assim como a SEE, o NAE também saiu por conta própria.

No ano de 1980, fui convidado pelo CPG à proferir uma palestra sobre espeleologia, para cerca de duzentas pessoas no auditório do antigo IBDF, hoje IBAMA, então com 24 anos, fui procurado após a palestra, por um pequeno grupo de pessoas que queria praticar espeleologia e saber mais a respeito do assunto, entre estas pessoas estavam nada menos que Augusto Sarreiro Auler , Raquel Abi-Sâmara dentre outros. Naquela época, como membro do hoje extinto CPG, eu estava um pouco cansado de participar de um grupo com reuniões intermináveis e lotadas de gente, e que de prático produzia pouco.

Então apresentei a seguinte proposta: “Eu estou fazendo espeleologia sozinho, mas estou disposto a fundar um novo grupo exclusivamente de espeleologia desde que ele tenha no máximo umas vinte pessoas dispostas a se dedicar realmente”. Começava ali, uma proposta que resultaria na fundação do NAE-Núcleo de Atividades Espeleológicas, que foi o primeiro grupo dedicado exclusivamente à espeleologia no Brasil até então. Há de se ressaltar que muitos grupos se dedicavam à atividade espeleológica mas junto com outras atividades afins como excursionismo, escalada, montanhismo, mergulho, etc. O NAE, rompia com este paradigma. Aos poucos foi se estruturando, padronizando métodos, equipamentos e até a indumentária. Acreditávamos que um grupo que se apresentasse bem organizado passaria mais confia ça e credibilidade e de fato isso ocorreu. Seus resultados também começaram a crescer, bem como o número de membros. Em menos de dois anos, dentro do NAE uma dicotomia deu origem à um dos mais relevantes grupos de espeleologia do Brasil, o Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas que assim como a SEE iria fazer história projetando o nome da espeleologia mineira além das fronteiras do nosso estado e do Brasil. Pessoalmente considero o GBPE um dos mais relevantes grupos de espeleologia do mundo, fundado e liderado pelo espeleólogo Augusto Sarreiro Auler, o GBPE deu grande visibilidade e relevância à espeleologia brasileira numa dinâmica até então nunca vista por aqui. É bom saber que ainda que indiretamente o NAE participou daquele momento.

Passado o episódio que deu origem ao Bambuí, o NAE se dedicou a fazer o que a SEE já fazia desde 1937, dedicar-se à pratica e à divulgação da espeleologia por onde quer que fossemos.

Essa dedicação ao ensino e à difusão da espeleologia deu frutos. Através de palestras e cursos e na participação direta na fundação de novos grupos dedicados à prática espeleológica surgiram alguns grupos cuja fundação estava ligada à participação, presença ou orientação do NAE. Alguns destes grupos assim como o NAE, existem e estão ativos até hoje. Podemos citar em Belo Horizonte o CEEBEL; o ESPAM; o Grupo Peter Lund e o Guano Speleo este último muito ativo e dinâmico até hoje. Apoiamos o Grupo Movimento Por Poções em Pedro Leopoldo; o Grupo Peter Lund em Montes Claros.

Neste ano, eu completo 47 anos dedicados à espeleologia, o NAE 38, a SEE 82 e a “Revista Espeleologia” 50. Temos muito o que contar, temos mais ainda a comemorar, mas temos ainda muito mais à agradecer. Agradecer àqueles que vieram antes de nós e iluminaram nossos caminhos, agradecer sobretudo à SEE e à “Revista Espeleologia” que de fato sempre manteve a chama acesa, e aqueles que ainda virão percorrer nossas trilhas, pisar nossas pegadas e deixar as suas mais longe e mais fundo. Parabéns SEE e parabéns à “Revista Espeleologia”.



Os condutos e clarabóias com expressivo tamanho permitem a entrada de luz e o desenvolvimento da flora no interior da cavidade. Gruta do Janelão, Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Minas Gerais.

foto: Gabriel Lourenço

Mulheres na Espeleologia

Relato de Experiência

Ângela Maria Pimenta

Engenheira Geóloga, UFOP (1979), Mestre e Doutora em Integração da América Latina, PROLAM-USP (2004) e Ex-Aluna da Sociedade Excursionista e Espelológica - SEE

Na época, janeiro de 1974, quando passei no Vestibular e me graduei em dezembro de 1979, ainda pouquíssimas mulheres ingressavam na Engenharia Geológica, e o que diria de participarem na Espeleologia?

E então, dificilm nte tinha mulheres compondo a Sociedade Excursionista & Espeleológica (SEE), a primeira instituição a ser criada no Brasil, em 1937, para tratar de uma área sequer considerada no meio científico brasileiro, mas que já fazia frente em Ouro Preto, na Escola de Minas.

E quando foi criada a Revista Espeleologia (Ano 1, nº 1, novembro de 1969) em pesquisa encontrei uma mulher, Ignez Gomes, que formou em Engenharia Geológica, que consta estava na Biologia, da SEE, em meio a todos os homens que compunham a diretoria e associados.

Assim foi também que cheguei em Hargreves, na Gruta da Igrejinha, eu e dezenove rapazes, colegas e o instrutor, depois de me associar à SEE, em março de 75, incentivada pela Evangelina Maria de Jesus Aparício (Vanja), ambas éramos fundadoras e recém-moradoras da República Rebu, e pelo Rui Campos Peres, amigo querido que nos deixou em 1997, inclusive pesquisando vi que ele foi homenageado na Revista Espeleologia 1999, de número 10.

Como a Vanja já era associada desde 74, ela já havia realizado o treinamento inicial, que era a visita/curso introdutório à espeleologia na Gruta da Igrejinha, quando ela fez também foi a única mulher.

Quem foi nosso instrutor? Foi o Wilson Miola, que já estava na diretoria naquela gestão e era ótimo instrutor, aliás com muita paciência, já que eu sendo única mulher e “marinheira de primeira viagem” – ou melhor, de primeira caverna – era muito medrosa, cheia de frescuras, pra comer de mão suja, pra ir ao “banheiro” no canto escuro da caverna, pra dormir reclamando do colchonete, que não me livrou de estar no chão duro.

Mas também era uma jovem cheia de curiosidades, de vontade de experimentar, de estar mais próxima às entranhas da Terra, às rochas que visivelmente estavam por toda parte por Ouro Preto, toda manhã as via numa paisagem panorâmica do espetacular complexo Pico do Itacolomi, subindo a rampa do Palácio e da Escola de Minas, se via rochas aflorantes com o sol da manhã batendo fazendo-as reluzentes num misto do dourado mesclando no prateado dos filitos e na negritude do ferro dos itabiritos.

No entanto, ali na Gruta da Igrejinha era tudo tão próximo, tão visceralmente terra, pó, rocha, no agachar, esfregar no chão, ficar quase prensada em determinadas rochas que ficaram posicionadas após o balanço e transformações desde os tempos geológicos, mescladas com as do tempo espeleológico: estalagmites e estalactites, cortinas... Tem mais detalhes no artigo “A Gruta da Igrejinha”, de Fernando Saraiva Salgado, na primeira Revista Espeleologia, de novembro 1969.

Saí da Gruta da Igrejinha e voltei pra casa com meus sentidos mais aguçados, e se fosse entrevistada sobre o que representou aquela excursão de conhecimento, diria certamente o que respondeu Priscila Gambi, graduanda de Nutrição/UFOP, no vídeo gravado e publicado na página da SEE no Facebook, após ela realizar o Curso de Introdução à Espeleologia (CIE) da SEE, 2018.2, em Pains, MG:

“A experiência do CIE é uma experiência única. Você aprende o trabalho em equipe, aprende a formação das rochas, os espeleotemas, à grandeza que isso tem. A galera tem uma paciência imensa pra explicar, aprende sobre mapeamento que é muito interessante. Saber fazer o trabalho, chegar pra fazer e cumprir fazê-lo. É uma experiência gratificante e única para mim, que eu vou levar para o resto da minha vida. Cada segundo aqui é muito grandioso.”

E para mim fui além, indo para a Excursão de Espeleologia em Januária-MG para o Complexo do Rio Peruaçu.

Nesses dias quando resolvi escrever sobre essa excursão para esse relato dos 50 Anos da Revista Espeleologia, fiquei em dúvida se essa excursão foi em 1975, 1976 ou 1977. Pesquisei nas revistas e encontrei esse levantamento do Acervo de Mapas Espeleológicos da SEE, da Luciana Vetel Cruz, que na ocasião estava diretora da Mapoteca da SEE em 1997/98, e encontrei que as grutas abaixo foram mapeadas em 1975: Gruta Bonita, Gruta da Pedra Armada, Gruta do Capim Vermelho, Gruta do Janelão (2 mapas), Gruta do Rezar, Gruta do Tatu. E as demais, em 1976, 1977.

Então creio que foi mesmo em julho de 1975, que foi quando esses mapas foram datados, principalmente os da Janelão e da Lapa de Rezar, essa excursão e trabalho foi intensamente para toda minha vida sim. Jamais esqueci a beleza dessas duas grutas, que foram as que mais me encantaram notadamente, a Janelão.

Nossa barraca era uma das quatro do acampamento. Éramos três mulheres e cerca de vinte rapazes. Tudo muito organizado, conseguimos ter um rendimento que favoreceu muito para que nosso trabalho ali naquele lugar inóspito, em parte pela vegetação de Cerrado do norte de Minas Gerais com jeitão de Caatinga, em parte verde com cara de mata decídua de interface Mata Atlântica e Cerrado.

Era uma paisagem muito diferente do nosso cotidiano em Ouro Preto. Com certas dificulda es para chegar em cada uma das grutas, como na Lapa de Rezar, que eu e o Zé Paulo fomos a cavalos, conseguidos com agricultores dali – nossos vizinhos.

Felizmente, esses nossos vizinhos venceram as estranhezas, como a visão de nós de uniformes azuis com capacetes e carbureteiras de um lado da cintura e claro, o cantil do outro. O dialogo e a conversação eram nossos aliados com toda paciência por aqueles mais diplomáticos, Miola e Rui, e pelo fato de ter três mulheres no conjunto, deixava de ter uma desconfiança extrema.

Ao contrário, havia um esforço de compreensão de que estávamos ali para fazer um trabalho para beneficiar aquele lugar, tanto como meio quanto como fim. Estávamos para mapear, adentrar em cada uma das quase 30 cavernas do complexo maciço do Vale do Rio Peruaçu e procurar a melhor forma para realizar aquele vasto trabalho.

Agora esses dias, quando vi o anuncio aberto para publicações de artigos para os 50 Anos da Revista Espeleologia, assisti na EPTV – afiliada da

TV Globo aqui em Ribeirão Preto e região – no Programa Terra da Gente, de 25 de julho de 2019, fez-se uma matéria excelente realizada lá no Parque Nacional Cavernas de Peruaçu, como a Unidade de Conservação tem como objetivo proteger o patrimônio geológico, arqueológico e espeleológico e que está com grandes possibilidades de se tornar Patrimônio da Humanidade pela UNESCO.

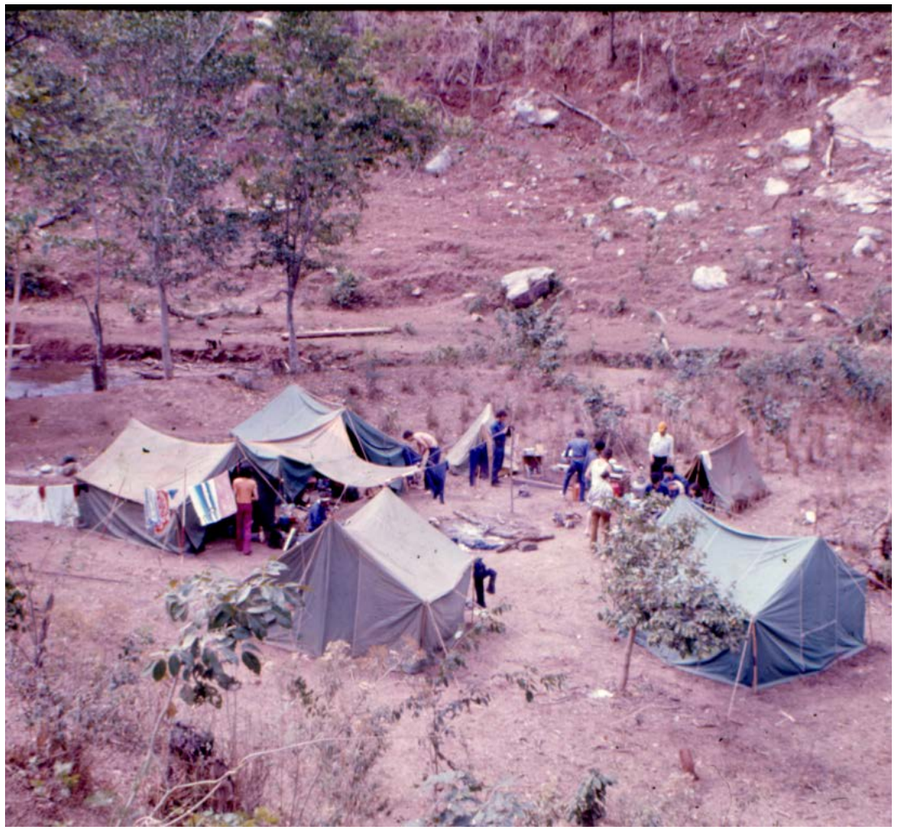
Pesquisando na Revista Espeleologia de 1999, nas páginas 41 a 43, encontramos o artigo do Engenheiro Geólogo, Edmilson Rodrigues da Costa, que trata da Geologia ambiental do Vale do Rio Peruaçu, Minas Gerais, Brasil, que valoriza esse complexo com cerca de oitenta sítios arqueológicos com pinturas rupestres.

Também chamamos atenção para a noticia encontrada na página do Facebook da SEE onde temos 2 Forum Permanente de Sustentabilidade das Cidades Históricas de Minas Gerais onde o Peruaçu é destaque para se tornar Patrimônio da Humanidade pela UNESCO.

Mas para tanto necessita conservar o rio, que foi responsável por todas as ocorrências que ali estão, mas que hoje nessa reportagem mostra que o rio foi cavando, cavando, cavando para se formar o arco de cerca de 100 metros, que foi uma das emoções que tive ali na Janelão que depois das três claraboias que tem após percorrer quase 1 km, olhei para cima e vi esse arco e senti muito, muito, muito mesmo pequena.

Na verdade, creio que mais do que a minha referência ter sido eu mesma, da imensidão daquela gruta, caverna, trabalhada por um rio que hoje está um fio de água. Isso é muito significativo, para tomarmos conta e que seja feito em conjunto com a população local, regional e também levar em conta que esse complexo está ligado ao Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Hoje nosso trabalho está voltado à Conservação do Patrimônio Cultural continuando trabalhos que já realizávamos pelo Movimento Por Ouro Preto, e que culminou no apoio de que o Brasil declarasse pela UNESCO seu primeiro patrimônio a cidade de Ouro Preto, em 1980 e que em 19 de outubro de 2016 apresentamos uma conferência sobre esse tempo abrindo o 23 Congresso ICOM Latino-americano promovido pelo Demul – Departamento de Museologia da UFOP.



Acampamento da SEE na Faz. Janelão em tempos de expedição às cavernas do vale do Rio Peruaçu em 1976. Foto: Acervo SEE





Espeleólogos reunidos no acampamento, descansando entre as atividades no vale do Rio Peruaçu em 1976. Foto: Acervo SEE

Espeleólogo contemplando a beleza da Gruta do Janelão, no vale do Rio Peruaçu em 1976. Foto: Acervo SEE

Grutadas

Saídas de campo realizadas pela SEE

GRUTADAS 2017

JANEIRO

10/01/2017 a 15/01/2017: VIII saída para campo do Projeto Ibitipoca - Lima Duarte, MG.
Participantes: Paulo Eduardo Santos Lima, Pedro HenriqueAssunção, IsaacRudnitzki, VitorHugo, Syro Gusthavo Lacerda, Guido Henrique Goris Vernooy.
Objetivo: Realizar a caracterização espeleológica da gruta Martimiano II e Manequinho, geomecânica da Gruta dos Viajantes. Os estudos foram feitos e analisados resultando em publicações no 34° Congresso Brasileiro de Espeleologia.

FEVEREIRO

03/02/2017: Campo nas minas do morro do São Cristóvão - Ouro Preto, MG.
Participantes: Guido Henrique Goris Vernooy, Claudia de Cássia Pessoa.
Objetivo: Registrar vestígios da mineração no Curral de Pedra.

05/02/2017: Campo no Parque Natural Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Celso Pascoal Constancio Junior, Bartira Gomes Franco, Syro Lacerda, Guido Henrique Goris Vernooy, Gabriel Amora Basilio, Wendy Tanikawa.
Objetivo: Mapear a Cavemina e treinar mapeamento com os novos membros. Deu-se continuidade ao mapeamento embora não tenha sido finalizado

ABRIL

13/04/2017 à 14/04/2017: Curso de Introdução à Espeleologia 2016/2 - Cordisburgo, MG.
Participantes: Marco Antônio Bragante Filho, Thiago Nogueira Lucon, Celso Pascoal Constancio Junior, Felipe Tomassini Loureiro, Guilherme Passos Ribas, Claudia de Cassia Pessoa, Isaac Rudnitzki, Hélio Moreira, Gabriel Lourenço, Gabriel Amora Basilio, Paulo Eduardo Santos Lima, Leandro Alcantara.
Objetivo: O curso é divido em parte teórica e prática. Durante os dias 10, 11 e 12 os participantes assistiram aulas teóricas onde foram apresentados os temas: Introdução à Espeleologia, Geomorfologia, Meteorologia Hipógea, Paleontologia e Arqueologia, Espeleotemas, Espeleofotografia, Bioespeleologia, Legislação Ambiental e Espeleológica, Mapeamento Espeleológico, Espeleoturismo e Exploração e Segurança. Nos dias 13 e 14, realizou-se a parte prática do curso, no município de Cordisburgo (MG) na Gruta Morena, onde se realizou a exploração e a aplicação das técnicas de mapeamento espeleológico. O principal objetivo do curso é apresentar a ciência, ainda bastante desconhecida, sensibilizar o público para a importância das grutas como reserva indispensável ao ambiente, além de atrair novos membros para a entidade. A SEE sempre está à procura de estudantes de diversas áreas para complementar nosso trabalho com excelência de forma interdisciplinar.

MAIO

07/05/2017: Parte prática do Curso de Espeleologia, ministrado por José Ayrton Labegalini, Parque Arqueológico do Gogo - Mariana, MG.
Participantes: Celso Pascoal Constancio Junior, Thiago Nogueira Lucon, Syro Gusthavo Lacerda, Marcelo Pioli, Paulo Eduardo Santos Lima, Bartira Gomes Franco, Marcos Paulo, Guido Henrique Goris Vernooy.
Objetivo: Discutir os conceitos apresentados durante as aulas teóricas e observar cavidades formados em minério de ferro.

13/05/2017: Reconhecimento do percurso da excursão para o Parque Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Celso Pascoal Constâncio Junior, Guido Henrique Goris Vernooy, Claudia Pessoa, José Mota Neto, Bruno Diniz, Leo Henrique do Carmo Barbosa.
Objetivo: Reconhecimento do percurso no parque para a realização de uma excursão no 34° CBE.

16/05/2017: Reconhecimento do percurso da excursão para Gruta do Muro - Ouro Branco, MG.
Participantes: Leticia Batisteli, Tiago Vilaça , Wendy TanikawaYoshizumi, Hélio Moreira.
Objetivo: Reconhecimento do percurso da gruta para a realização de uma excursão no 34° CBE.

24/05/2017: Reconhecimento do percurso da excursão para Gruta Piriás - Matozinhos, MG.
Participantes: Syro Gusthavo Lacerda, Guilherme Ribas, Gabriel Lourenço, Claudio Mauricio Teixeira da Silva.
Objetivo: Reconhecimento do percurso da gruta para a realização do minicurso de geoespeleologia em cavernas especiais no 34° CBE.

28/05/2017: Reconhecimento das grutas do Parque do Itacolomy - Ouro Preto, MG.
Participantes: Syro Gusthavo Lacerda, Leo Henrique do Carmo Barbosa, Marcelo Pioli, Yan Fellipe, José Mota Neto.
Objetivo: Reconhecimento do percurso no parque para a realização de uma excursão no 34° CBE. Grutas visitadas Matinha, Espeleotemas e Kiwa.

JUNHO

02/06/2017: Trabalho de Conclusão de Curso TCC - Débora Lara - Pains, MG.
Participantes: Syro Lacerda, Débora Pereira, Fernanda Guedes, Thiago Lucon, Bruna Oliveira, Leo Henrique Barbosa, Isaac Rudnitzki, Paulo Galvão.
Objetivo: Reconhecimento e levantamento de espessuras de solos na bacia hidrográfica do Rio São Miguel para o Trabalho de Conclusão de Curso de Débora Lara.

08/06/2017: Reconhecimento Gruta Igrejinha Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, MG.
Participantes: Syro Gusthavo Lacerda, Paulo Eduardo Lima, Bruno Diniz, Gabriel Lourenço.
Objetivo: Reconhecimento da Gruta Igrejinha que está localizada no Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, próximo ao distrito de Miguel Burnier. O objetivo não foi alcançado devido a péssima condição que se encontrava a trilha de acesso.

11/06/2017: Reconhecimento Gruta Igrejinha Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, MG.
Participantes: Celso Constâncio Junior, José Mota Neto, Bruno Diniz, Gabriel Lourenço, Pedro Henrique Assunção.
Objetivo: Reconhecimento da Gruta Igrejinha que está localizada no Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, próximo ao distrito de Miguel Burnier.

13/06/2017: Grutas do Parque Estadual do Itacolomi - Ouro Preto, MG.
Participantes: André Moreira Ramos, Emerson Marcelo Ferreira Anastácio, Henrique Garcia Santos, Henrique Simão Pontes, Jairysson Melo dos Santos Andrade, Laís Luana Massuqueto, Leandra Peixoto Nolasco Selos, Marcos Paulo Sousa de Araújo, Nair Fernanda BurigoMochiutti, Natalia Bittencourt de Oliveira Angarten, Paula Durante Tagliari, Tereza Maria F. Moniz de Aragão, Davi Nascimento Lantelme Silva e Ricardo Lima Figueira.
Monitores: Syro Gusthavo Lacerda, Leo Barbosa e Marcelo Pioli
Objetivo: Mostrar aos participantes do 34° CBE as grutas em quartizito do Parque Estadual do Itacolomy (PEI), que incluem a Gruta Kiva, Espeleotemas e a Matinha.

13/06/19: Setor Clásico da Gruta Centenário - Santa Bárbara, MG.
Participantes: Guilherme Augusto Rodrigues De Sousa; Lucas Padoan de Sá Godinho; Luís Henrique Sapiensa Almeida; Marcelo Nunes Vilas Boas; Mariana Barbosa Timo; Marinês da Silva; Pedro Augusto Vieira Assunção.
Monitores: Celso Pascoal Constancio Junior, Lorena Oliveira Pires, Tiago Vilaça Bastos.
Objetivo: Conhecer o Parque do Caraça e a Gruta do Centenário, que apresenta o maior desnível do Brasil

14/06/2017: Minicurso de Mapeamento de Cavidades Ferruginosa - Mariana, MG.
Participantes: Emille Souza Rodrigues; Fabrício Pinto Rodrigues; Felipe Aires Rocha; Fredson Reis Nunes; Henrique Simão Pontes; Johni Cesar dos Santos; Jussara Aparecida de Sousa; Laís Luana Massuqueto; Nair Mochiutti; Paula Regina Rezende Rocha; Ricardo Figueira; Sérgio Xavier Silva.
Instrutor: Lorena Oliveira Pires.
Monitores: Léo Henrique do Carmo Barbosa, Leonardo Vieira da Silva e Mikhaela Saliveros Alderete
Objetivo: Introduzir os participantes as técnicas do mapeamento em cavidades ferruginosas, no qual a parte prática foi realizada na Mina do Dú, no Bairro São Cristovão, Ouro Preto-MG.

14/06/2017: Minicurso de Técnicas Verticais Básicas Aplicadas a Espeleologia - Ouro Branco, MG.
Participantes: Daniele Bilate Cury Puida; Davi Nascimento Lantelme Silva; Guilherme Augusto Rodrigues De Sousa; Marcos Paulo Sousa de Araujo; Marinês da Silva.
Instrutor: Tiago Vilaça Bastos.
Monitores: Wendy Tanikawa Yoshizume e Bruno Fernandes de Aguiar.
Objetivos: Introduzir os participantes as técnicas básicas de vertical aplicadas na espeleologia, em que a parte prática foi realizada na Gruta do Muro, Serra de Ouro Branco (PESOB)-MG.

14/06/2017: Minicurso de Geoespeleologia em Cavidades Especiais - Matozinhos, MG.
Participantes: André Vieira de Araujo; Antônio Carlos de Sá Meneghin; Artur Nunes Pedrosa; Fernando Santos Seabra Cardoso; Gabriel Leite; Hektor Siqueira Sobral; Josiane Alves Moura; Larissa Piovezan Aragon; Leonardo Garcia Rodrigues; Luciany Torres Dias; Marcelo Nunes Vilas Boas; Pedro Henrique Silva Teixeira.
Instrutor: Dr. Claudio Mauricio Teixeira da Silva.
Monitores: Felipe Tomassine Loureiro, Guilherme Passos Ribas e Syro Ghustavo Lacerda.
Objetivo: Buscou-se adotar os conceitos básicos em relação à gênese de cavernas, com destaque a situação específica de cavernas com contexto de formação raro. A parte prática foi realizada na Gruta dos Irmãos Pirás, no município de Matozinhos, Minas Gerais. Durante o minicurso foram visitados condutos e salões dos mais variados tamanhos e feições percorrendo-se o conduto principal da gruta, a fim de se explorar e realizar uma descrição de sua geoespeleologia.

14/06/2017: Minicurso de Geoespeleologia de Grutas em Minério de Ferro - Ouro Preto, MG.
Participantes: André Santiago Martins de Andrade; Carolina Casagrande Hilário; Cibele de Aguiar Neiva; Cintia Fernandes Stumpf; Emerson Marcello Ferreira Anastácio; Fernando de Morais; Juliana Martuscelli Machado; Leonardo Silva Araújo; Luciano Versiani Ribeiro; Luiz Fernando Duraes; Paula Ribeiro de Melo; Rafael dos Santos Scherer; Renata Delicio Andrade de Freitas; Soraya de Carvalho Neves; Vanessa Veloso Barbosa; Vinícius de Manso Pereira; Vitor Hugo Rios Bernardes.
Instrutores: Georgete Dutra, Luís Amorim e Leandro Luzzi Monitor: Pedro Henrique da Silva Assunção.
Objetivo: Este minicurso veio muito a calhar com o cenário de desenvolvimento de pesquisa em cavidades ferruginosas, tendo em vista que a mineração de ferro ainda é uma das principais atividades da mineração nacional e, com isso, as províncias cársticas em litologias ferruginosas aparecendo. Compreender a formação destas cavidades permite entender todo um sistema muito peculiar de cavidades. A área de trabalho na etapa prática é conhecida por vestígios da mineração do século XVIII, como minas antigas, aquedutos, esplanadas de mineração, antigas igrejas e também por cavidades naturais que acabaram sendo mineradas na época.

14/06/2017: Minicurso de Introdução à Fotografia - Ouro Preto, MG.
Participantes: Aécio Rodrigo S. Motta; Mariana Yankous Gonçalves Fialho
Instrutor: Bernardo Machado Corbani.
Monitores: Bruno Diniz Costa, Gabriel Lourenço e Gabriel Amora Basílio.
Objetivo: A parte prática do curso foi realizada na Gruta da Igrejinha que está localizada dentro dos limites do Parque Estadual da Serra de Ouro Branco, no distrito de Miguel Burnier, município de Ouro Preto. Por sua gênese rara em mármore dolomítico e seus grandes espeleotemas, a Igrejinha foi o cenário ideal para a realização da parte prática do minicurso.

14/06/2017: Gruta Morena - Cordisburgo, MG.
Participantes: Aghata Zarelli Viana; Alexandre de Paula Sousa Moura; Cássio Sousa Pereira; Elis Miguele de Sá; Gabriel Mitsuaki Cenci Tsukuda; Gabriela Duarte de Oliveira; Guilherme de Souza Amaral; Henrique Albuquerque Fernandes; Lucas Vinícius Santos; Luísa Santos de Castro Guerra; Mariana Fontoura T Bento; Mariana Goldoni de Souza; Pedro Baldez Lagoeiro Barroso; Teresa Maria F. Moniz de Aragão; Tom Dias Motta Morita; Tulio Gabriel Ramos Ribeiro.
Monitores: Bruna Oliveira Meyer, Débora Lara Pereira, Isaac Daniel Rudnitzk, Leandro Antônio da Silva e Wendy Tanikawa.
Objetivo: Apresentar aos participantes a Gruta Morena, localizada no município de Cordisburgo-MG, uma das maiores cavidades em calcário da região e analisar suas peculiaridades.

18/06/2017: Cavidades do Parque das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Aécio Rodrigo S. Motta; Aline da Silva Reis; Ana Paula Martins; Antônio Carlos de Sá Meneghin; Barbara Fernanda Alves Cleto; Deyvid Ressurreição Santana; Hugo Afonso Villela Oliveira; Luiz Carlos da Cruz; Marcelo dos Santos Silverio; Robson de Almeida Zampaulo; Wallace Dos Santos Correa.
Monitores: Celso Pascoal Constâncio Junior, Gabriel Lourenço Carvalho e Pedro Henrique Assunção. Objetivo: Apresentar aos participantes o Parque Municipal das Andorinhas, suas cavidades e minas presentes, além da bela paisagem natural.

18/06/2017: Gruta do Muro e Monumento Natural do Itatiaia - Ouro Branco, MG.
Participantes: Elvis Pereira Barbosa; Larissa Carvalho Santos Silva, Camila Mota, Jady Araújo Souza Monitores: Bruno Fernandes de Aguiar, Pedro Henrique, Assunção, Tiago Vilaça Bastos.
Objetivo: Apresentar aos participantes os parques da Serra de Ouro Branco e Monumento Natural de Itatiaia, a gruta do Muro e suas belezas naturais (Figura 4.4).

18/06/2017: Circuito de Minas de Ouro Preto - Ouro Preto, MG.
Participantes: José Mota Neto; Marcelo Augusto Rasteiro; Marco Aurelio Attela Barbosa Monitores: Paulo Eduardo Lima, Leo Henrique do Carmo Barbosa, Mikhaela Saliveros Alderete.
Objetivo: A visita ocorreu nas intermediações dos bairros São Francisco, São Cristóvão e Passa Dez de Cima, no munícipio de Ouro Preto-MG. Nesta foram percorridos os antigos locais que serviam para a retirada e puração do ouro extraído na serra de Ouro Preto. A atividade começou com a observação das minas e ruínas presentes no Morro do Piolho (bairro São Francisco). Depois foi a vez da mina turística Mina Du Veloso (bairro São Cristóvão), uma das galerias mais expressivas da localidade. Por fim a visitação percorreu os aquedutos do bairro São Francisco em direção à Lagoa Azul, que consiste em uma cachoeira usada nos processos de mineração dos sécs. XVII e XVIII. A atividade teve seis (06) horas de duração.

JULHO

29/06/201 e 30/07/2017: Curso de Introdução à Espeleologia 17.1 no Parque Estadual do Itacolomi e na Gruta Igrejinha - Ouro Preto, MG.
Participantes: Icaro Assis Cruz, Luan Ricardo Pereira de Souza, Mariana, Thiago Silva de Souza, Pedro Ignacio da Cruz Neto, Maria Tereza de Godoy Cordeiro, Laura Matias Severo, Wilker Soares Silva, Davy Saraiva Pinheiro Moreira, André Luiz Fernandes Soares, Sarah Coutinho Pacheco, Jady Araujo Souza.
Monitores: Guilherme Passos Ribas, Syro Gusthavo Lacerda, Paulo Eduardo Santos Lima, Guido Henrique Goris Vernooy, Celso Pascoal Constancio Junior, Cláudia de Cássia Pessoa, Bruno Fernandes de Aguiar, Wendy tanikawa Yoshizumi, Bruno Diniz Costa, Gabriel Lourenço Carvalho de Oliveira, Gabriel Amora Basílio, Pedro Henrique da Silva Assunção, Mikhaela saliveros alderete, Leo Henrique do Carmo Barbosa , Isaac Rudnitzki.
Objetivos: O curso é divido em parte teórica e prática. Durante os dias 24 a 27 de Julho os participantes assistiram aulas teóricas onde foram apresentados os temas: Introdução à Espeleologia, Geomorfologia, Meteorologia Hipógea, Paleontologia e Arqueologia, Espeleotemas, Espeleofotografia, Bioespeleologia, Legislação Ambiental e Espeleológica, Mapeamento Espeleológico, Espeleoturismo e Exploração e Segurança. Nos dias 29 e 30, realizou-se a parte prática do curso, no município de Ouro Preto nas Grutas do Parque Estadual do Itacolomi, Kiva, Espeleotema e Matinha, e na Gruta Igrejinha, onde se realizou a exploração e a aplicação das técnicas de mapeamento espeleológico. O principal objetivo do curso é apresentar a ciência, ainda bastante desconhecida, sensibilizar o público para a importância das grutas como reserva indispensável ao ambiente, além de atrair novos membros para a entidade. A SEE sempre está à procura de estudantes de diversas áreas para complementar nosso trabalho com excelência de forma interdisciplinar.

AGOSTO

17/08/2017: Mapeamento Gruta do Jurandir Parque Municipal Cachoeira das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Celso Constâncio Junior, Gabriel Lourenço, José Mota Neto, Marcelo Nunes, Gabriel Amora.
Objetivo: Mapeamento da Gruta Jurandir localizada no Parque Municipal Cachoeira das Andorinhas.

26/08/2017 e 27/08/2017: Prática de Técnicas Verticais Parque Municipal Cachoeira das Andorinhas.
Participantes: Syro Ghustavo Lacerda, Bruno Diniz, Paulo Eduardo Lima, Débora Lara, Wendy Tanikawa Yoshizumi, Guido Henrique Goris Vernooy, Bruno Fernandes Aguiar, Tiago Vilaça Bastos, Leandro Maciel, Afrânio Alfes de Freitas, Gabriel Lourenço, José Mota Neto, Gabriel Amora.
Objetivo: Prática de Técnicas de Espeleovertical ministrado pelo Grupo Bambuí.

SETEMBRO

11/09/2017: IX Expedição Ibitipoca - Lima Duarte, MG.
Participantes: Syro Ghustavo Lacerda, Bruno Diniz, Felipe Tomassine Loureiro, Gulherme Passos Ribas, Bruno Fernandes Aguiar, Isaac, Gabriel Lourenço, Marcelo Nunes, Gabriel Amora.
Objetivo: IX Expedição Ibitipoca, mapeamento das grutas Matiminiano II e Manequinho.

OUTUBRO

04/10/2017: Curso Básico de Espeleoresgate – Parque Nacional das Cavernas do Peruaçu - Itacarambi, MG.
Participantes: Syro Gusthavo Lacerda, Bruno Diniz, Débora Lara Pereira, Wendy Tanikawa Yoshizumi, Paulo Eduardo Lima, Guido Henrique Goris Vernooy.
Objetivo: Participação da SEE no Curso Básico de Espeleoresgate, ministrado pela Espeleogrupo Brasília e Federação Francesa de Espeleoresgate, no Parque Nacional Cavernas do Peruaçu – Itacarambi, distrito de Fabião/MG.

NOVEMBRO

03/11/2017: Curso de Introdução a Espeleologia 2017.2. Gruta Morena - Cordisburgo, MG.
Participantes: Pedro Gaban Petindá Moreira, Pedro Lourenço dos Reis, Gabriel de Almeida Moretti, Rafaela Assunção Gurita, Renan Lucas da Silva, Giulia Oliveira Costa Cardoso, Rafaella Jorge Diniz Jardim, Pedro Aurelio Vieira Bamberg, Pedro Victor Ferreira Neves, Marcio Fernandes de Oliveira, Esther Luisa Fereguetti de Oliveira, Nayan Amankay Iriarte Fuentes, Ianka Celestino Almeida Oliveira, Viviane T. F. Moreira, Lais Moreira Fernandino, Ricardo de Araujo Cançado Fernandes Papa, Danilo Ferreira, Ignacio Davel Milanez, Vitor Hugo Junqueira, Krishna G. Ferreira.
Monitores: Syro Ghustavo Lacerda, Celso Pascoal Constâncio Junior, Bruno Diniz, Mikhaela Alderete Saliveros, Gabriel Lourenço, Gabriel Amora, Leandro Paulo Eduardo Lima, Leandro Alcântara, Claudia Pessoa.
Objetivo: O curso é divido em parte teórica e prática. Durante os dias 30 de outubro ao dia 3 de novembro os participantes assistiram aulas teóricas onde foram apresentados os temas: Introdução à Espeleologia, Geomorfologia, Meteorologia Hipógea, Paleontologia e Arqueologia, Espeleotemas, Espeleofotografia, Bioespeleologia, Legislação Ambiental e Espeleológica, Mapeamento Espeleológico, Espeleoturismo e Exploração e Segurança. Nos dias 4 e 5 de novembro, realizou-se a parte prática do curso, no município de Cordisburgo-MG na Gruta da Morena, onde se realizou a exploração e a aplicação das técnicas de mapeamento espeleológico. O principal objetivo do curso é apresentar a ciência, ainda bastante desconhecida, sensibilizar o público para a importância das grutas como reserva indispensável ao ambiente, além de atrair novos membros para a entidade. A SEE sempre está à procura de estudantes de diversas áreas para complementar nosso trabalho com excelência de forma interdisciplinar.

18/11/2017: Mapeamento Gruta da Mocambuta – Lavras Novas, Ouro Preto MG.
Participantes: Bruna Oliveira, Tiago Vilaça Bastos, Lara Guerra, Gabriel Amora.
Objetivo: Mapeamento da Gruta Mocambuta localizada nas proximidades de Lavras Novas distrito de Ouro Preto/MG.

DEZEMBRO

08/12/2017: III Encontro dos Atuais e Ex-alunos da SEE – Parque Estadual do Itacolomi - Ouro Preto, MG.
Ex-Spés participantes: Claudio Maurício Teixeira, Bruna Oliveira, Matheus Lima Rosa, Thiago Lucon, Maria Gabriela, Silmar Onofre de Oliveira.
Atuais membros participantes: Lara Guerra, Gabriel Amora, Pedro Henrique Assunção, Paulo Eduardo Lima, Bruno Diniz, Débora Lara, Syro Lacerda, Guilherme Passos Ribas, Gabriel Lourenço, Mikaela Sliveros Alderete.
Objetivo: Reencontro dos ex-membros da SEE com os atuais membros com troca de experiências em espeleologia e comemoração de espeloamizade.

GRUTADAS 2018

JANEIRO

04/01/2018 a 14/01/2018: X saída para campo do Projeto Ibitipoca - Lima Duarte, MG.
Participantes: Bruno Fernandes Aguiar, Bruno Diniz Costa, Claudia Cássia Pessoa, Fabrício Fernandes, Gabriel Lourenço, José Mota Neto, Lara Guerra, Marcelo Taylor, Marcos Paulo, Paulo Cézar, Nuria Taylor, Paulo Eduardo Santos Lima, Silmar Onofre de Oliveira, Syro Lacerda, Victor Hugo Bernardes.
Objetivo: Cadastramento, Mapeamento Espeleológico e Geoespeleologia das Cavernadas do Parque Estadual do Ibitipoca (PEI), localizado na região da Serra da Mantiqueira, entre os limites municipais de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes, sudeste do Estado de Minas Gerais.

ABRIL

08/04/2018: Nivelamento de mapeamento no Parque Natural Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Guilherme Ribas, Marcos Paulo, Lara Guerra, Paulo Eduardo, Mikhaela Alderete, José Neto, Gabriel Amora, Gabriel Lourenço, Wilker Soares, Bruno Diniz e Syro Lacerda.
Objetivo: Ensinar e aprimorar as técnicas utilizadas em campo para os membros mais inexperientes da SEE.

MAIO

04/05/2018 a 06/05/2018: Simulado de Espeleoresgate Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - Iporanga, SP.
Participantes: Débora Lara Pereira e Tiago Vilaça
Objetivo: Aprimoramento das técnicas de segurança de resgate em cavidades e saber como agir corretamente em casos de acidente.

11/05/2018 a 13/05/2018: Curso de Introdução à Espeleologia 18.1 - Pains, MG.
Participantes: José Mota Neto, Gabriel Amora Basílio, Wendy Tanykawa, Guilherme Passos Ribas, Pedro Henrique Assunção, Wilker Soares Silva, Syro Ghustavo Lacerda, Bruno Diniz, Gabriel Lourenço, Makaela Alderete, Bruno Fernandez Aguiar.
Objetivo: Este campo foi realizado como parte prática do Curso de Introdução à Espeleologia, cuja parte técnica teve início no dia 7 de maio e término no dia 10 de maio, onde foram ministrados os seguintes temas: Introdução à Espeleologia, Geomorfologia Cárstica, Espeleotemas, Bioespeleologia, Espeleofotografia, Espeleoturismo, Meteorologia Hipógea, Exploração e Segurança, Paleontologia e Arqueologia, Mapeamento Espeleológico e Legislação Ambiental e Espeleológica. A parte prática foi realizada durante o final de semana, nos dias 11, 12 e 13 de maio, nas grutas Zé Brega, Santuário, Ninfeta e Toca do Índio – que posteriormente foi batizada como Gruta Labiríntica pelo Espeleogrupo Pains (EPA). O principal objetivo do curso é apresentar aos estudantes da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) as maravilhas do mundo subterrâneo e angariar novos membros para entidade.

JUNHO

06/06/2018 a 12/06/2018: 1º Seminário e Mostra de Bioespeleologia do Carste do Alto São Francisco - Pains, MG.
Participantes: Bruno Diniz, José Mota, Mikhaela Alderete e Syro Lacerda.
Objetivo: Este campo foi realizado como prática do Seminário que teve início no Museu Arqueológico do Carste do Alto São Francisco, em Pains - MG e, posteriormente, o grupo seguiu para as cavernas Brega e Santuário, no mesmo município.

AGOSTO

06/08/2018 a 12/08/2018: XI Expedição Ibitipoca. Parque Estadual do Ibitipoca - Lima Duarte, MG.
Participantes: Bruno Diniz, Paulo Eduardo, Lara Guerra, Syro Lacerda, José Mota, Wendy Tanikawa, Bruno Fernandes, Gabriel Lourenço, Mikhaela Sa-

liveros, Guilherme Ribas, Gabriel Amora, Marcos Paulo Araújo e Marcelo Taylor.
Objetivo: Cadastramento, Mapeamento Espeleológico e Geoespeleologia das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca (PEI) localizada na região da Serra da Mantiqueira, entre os limites municipais de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes, sudeste do Estado de Minas Gerais.

26/08/2018: Minicurso - Simpósio de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Serra Arqueológico da Serra do Gogô - Mariana, MG.
Participantes: Syro Lacerda, José Mota Neto e Guilherme Passos.
Objetivo: Campo feito como parte da prática do minicurso intitulado "Caracterização do meio físico no Licenciamento Ambiental, apresentando aos participantes os diversos componentes de um estudo de caracterização do meio físico, no âmbito do Licenciamento Ambiental Espeleológico.

26/08/2018: Visita Técnica - Simpósio de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Monumento Estadual Várzea da Pedra - Lagoa Santa, MG.
Participantes: Lara Guerra, Gabriel Lourenço, Gabriel Amora, Pedro Henrique Assunção, Bruno Diniz.
Objetivo: Campo efetuado durante o Simpósio de Espeleologia e Licenciamento Ambiental, com o objetivo de observar impactos provenientes das diversas atividades antropogênicas desenvolvidas na região.

SETEMBRO

BICITUR - Parque Natural Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Bruno Diniz, Cláudia Pessoa, José Mota Neto, Paulo Eduardo Lima, Débora Moura, Willian Santos, Flávia Silva, Pedro Silvestre, Gustavo Oliveira.
Objetivo: Realizado como parte do projeto extensão BICITUR, promovendo uma expedição às grutas do Parque Natural Municipal das Andorinhas em Ouro Preto com crianças da Escola Municipal Simão Lacerda. Um total de 12 crianças de idades entre 4 a 12 anos, algumas acompanhadas de seus pais, participaram da atividade e, foi possível conhecer uma série de aspectos relacionados à história, arqueologia, técnicas de exploração de cavidades e turismo, além de verificar as questões ambientais relacionadas ao tema.

16/08/2018: Nivelamento de mapeamento, Parque Natural Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Paulo Eduardo Santos, José Neto, Wilker Soares, Cláudia Pessoa, Victor Fagundes, Alice Mendes, Pedro Ferreira Henrique Garcia Santos, Rafael Silva e Yanê Castor.
Objetivo: Ensinar e aprimorar as técnicas utilizadas em campo para os membros mais inexperientes da SEE.

29/08/2018: Participação da SEE no curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental. Gruta do Baú - Lagoa Santa, MG.
Participante: Bruno Fernandes de Aguiar.
Objetivo: Este Campo foi realizado como parte prática do curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental, oferecido pelo Instituto Minere e ministrado por profissionais e especialista da área. O curso contou com dois dias de aulas teóricas interativas, onde foram discutidos o surgimento e a evolução dos conceitos voltados ao carste clássico e seus aspectos físicos e químicos, fundamentos legais e evolução da legislação e, por fim, espeleologia aplicada ao licenciamento ambiental.

NOVEMBRO

23/11/2018 a 25/11/2018: Curso de Introdução à Espeleologia 18.2 - Pains, MG.
Participantes: Cláudia Pessoa, Lara Guerra, José Mota Neto, Wilker Soares, Syro Ghustavo Lacerda, Paulo Rodrigo Simões, Mikaela Anderete, Gabriel Amora Basilio, Bruno Diniz e Yanê Castor.
Objetivo: Esse campo foi realizado como parte prática do Curso de Introdução à Espeleologia, cuja parte teórica teve início no dia 19 a 23 de novembro, onde foram ministrados os seguintes temas: Geomorfologia Cárstica, Espeleotemas, Espeleofotografia, Espeleoturismo, Meteorologia Hipógea, Exploração e Segurança, Paleontologia e Arqueologia, Mapeamento Espeleológico e Legislação Ambiental e Espeleológica. A parte prática foi realizada durante o final de semana, nos dias 23 a 25 de novembro , nas grutas Zé Brega e Ninfeta com o acompanhamento do Paulo José Oliveira, o Paulinho, que é integrante do EPA (Espeleogrupo Pains). O principal objetivo do curso é apresentar aos estudantes da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) as maravilhas do mundo subterrâneo e angariar novos membros para entidade.

30/11/2018: 2º Fórum Permanente de Sustentabilidade das Cidades Históricas de Minas Gerais. Parque Nacional Cavernas do Peruaçu - Itacarambi, MG.
Participantes: Paulo Simões, Guilherme Ribas, Ícaro Assis, Lara Guerra, Syro Lacerda, José Neto, Gabriel Lourenço.
Objetivo: Ocorreu como parte do Fórum, onde a SEE ofereceu um mini curso sobre os princípios básicos da espeleologia para todos os participantes que contou com uma visita à gruta do Janelão.

GRUTADAS 2019

JANEIRO

22/01/2019 a 27/01/2019: XII Expedição Cadastramento e Mapeamento das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca - Lima Duarte, MG.
Participantes: Alice Mendes, Bruno Diniz, Bruno Fernandes, Gabriel Lourenço, Gabriel Amora, Guilherme Ribas, José Mota, Leo Barbosa, Marcelo Taylor, Paulo Simões, Victor Fagundes e Syro Lacerda.
Objetivo: Em parceria com a Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas (SPEC), cadastramento, mapeamento espeleológico e geoespeleologia das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca (PEI) e integração entre os grupos de espeleologia brasileiros. Localizado na região da Serra da Mantiqueira, entre os limites municipais de Lima Duarte, Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes, sudeste do Estado de Minas Gerais.

ABRIL

28/04/2019: Nivelamento de Topografia Subterrânea CaveMina no Parque Natural Municipal das Andorinhas - Ouro Preto, MG.
Participantes: Aline Souza, Celso Constâncio, Gabriel Amora, Gabriel Lourenço, Giovana de Paula, Guilherme Ribas, Lucas Dorine, Luiz Filipe, Rayane Freitas, Syro Lacerda, Wilker Soares, Yanê Castor.
Objetivo: Ensinar e aprimorar as técnicas utilizadas em campo para os membros da SEE mais novos. A atividade é uma forma de fixar conceitos importantes sobre a realização de um mapa espeleológico.

MAIO

03/05/2019 a 05/05/2019: Curso de Introdução à Espeleologia 19.1 - Cordisburgo e Sete Lagoas, MG.
Participantes: Carla Válio, Celso Constâncio, Gabriel Amora, Gabriel Lourenço, Guilherme Augusto, Guilherme Ribas, Isaac Rudnitzki, José Mota Neto, Lara Guerra, Marcos Paulo Araújo, Mikhaela Alderete, Paulo Simões, Pedro Ferreira, Syro Lacerda, Victor Carvalho, Wilker Soares, Yanê Castor.
Objetivo: Este campo foi realizado como parte prática do Curso de Introdução à Espeleologia, cuja parte técnica teve início no dia 29 de abril e término no dia 05 de maio, onde foram ministrados os seguintes temas: Introdução à Espeleologia, Geomorfologia Cárstica, Espeleotemas, Biologia Subterrânea, Espeleofotografia, Espeleoturismo, Meteorologia Hipógea, Exploração e Segurança, Paleontologia e Arqueologia, Mapeamento Espeleológico e Legislação Ambiental e Espeleológica. A parte prática foi realizada durante o final de semana, nos dias 03, 04 e 05 de maio, nas grutas Gruta da Morena e Rei do Mato, situadas respectivamente nos municípios de Cordisburgo (MG) e Sete Lagoas (MG). O principal objetivo do curso é apresentar aos estudantes da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) as maravilhas do mundo subterrâneo e angariar novos membros para entidade.

26/05/2019: Pré Curso Nacional - Simulado de Espeleoresgate em Cordisburgo, MG.
Participantes: Syro Lacerda, Paulo Eduardo Lima, Wendy Tanikawa e Débora Lara Pereira.
Objetivo: Simulado de resgate que ocorre anualmente e sempre precede o Curso Nacional Básico de Espeleorresgate. Normalmente é realizado em um final de semana e tem como organizador a Comissão de Espeleorresgate da SBE - CER. Foi realizado na Gruta Morena, no município de Cordisburgo (MG). Durante esta simulação os participantes puderam compartilhar experiencias e desenvolver técnicas de equipagem e de progressão em corda. A simulação de resgate durou aproximadamente cinco horas.

30/05/2019 a 02/06/2019: Encontro de Ex-alunos e Atuais Frequentadores da SEE em Ouro Preto, MG.
Participantes: Bárbara Zambelli, Bruno Diniz, Dyana Caroline Ferreira Cardoso, Francisco Assis, Gabriel Amora Basílio, Gabriel Lourenço, Guilherme Passos Ribas, Isaac Daniel Rudnitzki, José Mota

Neto, Lara Chaves Guerra, Lucas Dorini, Luiza Clemente, Marcia Ribeiro, Marcos Paulo Souza Araújo, Marcos Saraiva Pimenta, Paulo Eduardo Santos Lima, Rayane Caroline de Freitas Ramos, Ricardo do Couto e Silva Monteiro, Syro Gusthavo Lacerda, Tiago Vilaça Bastos, Wendy Tanikawa, Wilker Soares Silva e Yanê Arruda Castor de Altamirano.
Objetivo: Interação entre os membros antigos e atuais da SEE, foi visitada a Gruta Kiwa por um grupo e outro grupo fez uma visita ao Abismo da Lagoa Seca. No dia seguinte a Gruta Igrejinha foi visitada, situada no Parque Estadual da Serra de Ouro Branco (PESOB).

JULHO

12/07/2019: III Fórum de Sustentabilidade das Cidades Históricas de Minas Gerais - Ouro Preto, MG.
Participantes: Márcia Oliveira, Hugo Cordeiro, Rayane Freitas, Lara Guerra e outros participantes.
Objetivo: Manifestar-se a respeito das condições do desenvolvimento sustentável das cidades históricas de Minas a partir de uma abordagem da influê - cia e impactos das atividades antrópicas presentes no entorno dos seus núcleos urbanos, com ênfase na mineração, expansão urbana e atividades rurais.

19/07/2019 a 22/07/2019: Participação da SEE no 35º Congresso Brasileiro de Espeleologia - Bonito, MS.
Participantes: Alexandre Gontijo, Bruna Meyer, Bruno Diniz, Gabriel Lourenço, Guilherme Augusto, Guilherme Ribas, Helena Guimarães, Isaac Rudnitzki, José Mota Neto, Lara Guerra, Lorena Pires, Maira Ferreira, Marcelo Taylor, Marcia Oliveira, Marcos Paulo Araújo, Maria Gabriela Carvalho, Mikhaela Alderete, Paulo Simões, Rafael Cardoso, Rayane Freitas, Syro Lacerda, Tiago Vilaça Bastos, Thiago Lucon, Victor Carvalho, Vitor Oliveira, Wendy Tanikawa, Wilker Soares.
Objetivo: O evento reuniu grandes nomes, nacionais e internacionais, para palestras, mesas redondas, apresentação de trabalhos, encontros técnicos, mini-cursos e saídas de campo.

12/08/2019 a 18/08/2019: XIII Expedição Cadastramento e Mapeamento das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca.
Participantes: Aline Rodrigues, Bruno Diniz, Celso Constâncio, Gabriel Amora, Gabriel Lourenço, Guilherme Augusto, Guilherme Ribas, Isaac Rudnitzki, José Mota Neto, Luiza Clemente, Marcelo Taylor, Pedro Assunção, Rayane Freitas, Syro Lacerda, Victor Carvalho, Vitor Oliveira.
Objetivo: Em parceria com a Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas (SPEC), a SEE desenvolve pesquisas nas cavernas do PEI que envolvem o mapeamento espeleológico de alto grau de precisão, estudo da gênese das cavernas e de estabilidade geomecânica das galerias abertas ao turismo.



Conduto do Vietnã, na Gruta Manequinho, Parque Estadual do Ibitipoca, PEIB, Lima Duarte, MG. É o conduto mais volumoso da cavidade, e recebeu esse nome pelos membros da SEE que ficaram impressionados ao descobrir o local.

foto: Gabriel Lourenço

Veios de quartzo e famílias de fraturas marcam o desenvolvimento dos condutos nas cavernas de Ibitipoca. Gruta das Bromélias, Parque Estadual do Ibitipoca, PEIB, Lima Duarte, MG.

foto: Gabriel Lourenço

Geoespeleologia da Gruta Manequinho - Parque Estadual do Ibitipoca - PEI, Santa Rita de Ibitipoca, MG

Guilherme Passos RIBAS;
Paulo Eduardo Santos LIMA;
Syro Gusthavo LACERDA;
Vitor Hugo Rios BERNARDES;
Bruno Fernandes AGUIAR;
Gabriel Lourenço Carvalho de OLIVEIRA;
Lara Chaves Carvalho GUERRA;
Bruno Diniz COSTA.

Universidade Federal de Ouro Preto
Sociedade Excursionista Espeleológica - SEE

RESUMO

O Parque Estadual de Ibitipoca é conhecido pela presença expressiva de cavernas em quartzito no Brasil, contendo algumas das maiores grutas conhecidas nesta litologia. A Gruta Manequinho é uma das maiores cavernas do parque, com 966 metros de projeção horizontal, contendo condutos volumosos e vestígios das três deformações que ocorreram no local. No presente estudo foi realizado um levantamento estrutural e litoestratigráfico da Gruta Manequinho, com a finalidade de se compreender a relação das estruturas observadas com a gênese desta cavidade. Foram descritas três famílias de fraturas que se relacionam com as fases deformacionais descritas na literatura. Os padrões de desenvolvimento dos condutos correspondem às direções das principais estruturas encontradas. Sugere-se que a caverna foi formada a partir do processo descrito como sanding - pipping, principalmente na fácies mais friável (FF) da sequência estratigráfica, controlado pelas direções das famílias de fraturas presentes. Condutos de feição freática desenvolvem-se na Fácies FF e, ao encontrarem o teto da cavidade da fácie mais compacta (GSS), passa a atuar o processo de abatimento de blocos e desenvolvem-se pequenos salões, com condutos mais retangulares. O chão dos condutos é formado, na maioria dos casos, sobre o contato com a fácies mais grossa inferior (GSI), que por vezes se encontra coberta por sedimentos.

ABSTRACT

The Parque Estadual de Ibitipoca is known as an expressive quartzite cave site in Brasil, presenting some of the largest caves known in this lithology. The Manequinho Cave is one of the largest caves in the park, with 966.00 meters of horizontal projection, presenting bulky conduits and traces of the three deformations that occurred in the place. In the present study, a structural and lithostratigraphic research of the Manequinho Cave was carried out, in order to understand the relation of the structures observed with the genesis of this cavity. Three sets of discontinuities were observed that relate to the deformational phases described in the literature. The patterns of development of the conduits correspond to the directions of the main structures found. In this way, it is sugested that the cave must have formed from the process described as sanding - piping, mainly in the more friable facies (FF) of the stratigraphic sequence. Undergroundwater conduits develop in the FF Facies, and when they find the cavity ceiling, of the more resistent facies (GSS), it acts to process the rock collapse and develop small halls and more rectangular conduits, while the ground of the ducts is formed, in most cases, on contact with the lower gross facies (GSI).

INTRODUÇÃO

A Gruta do Manequinho está inserida nos limites do Parque Estadual do Ibitipoca, pertencente aos municípios de Bias Fortes, Lima Duarte e Santa Rita do Ibitipoca, na região conhecida como Zona da Mata Mineira (Figura 1). O PEI foi criado em 1973, é uma unidade de conservação estadual com 1488 hectares de extensão. Entre seus atrativos encontram-se mirantes, cachoeiras, lagos e cavernas (IEF-MG, 2007).

A geomorfologia da Serra de Ibitipoca é descrita como duas cuestas, tendo em média 1500-1600 metros de altitude, que mergulham em direção ao centro do vale, onde correm o Rio do Salto e o Córrego da Mata. Sua altitude destaca-se do entorno, em uma diferença com cerca de 250-350 metros do nível freático para o nível de base local (Corrêa-Neto, 1997 a).

Em relação à geologia, na região afloram rochas metassedimentares do Proterozóico, pertencentes à porção basal das sequências metamórficas Andrelândia (Silva 2004). Diferentes sequências litoestratigráficas são propostas para esta assembleia de rochas metamórficas. Pacciulo (2003) define como Sequência Carrancas, limitadas por rochas do Complexo Mantiqueira. Nummer (1991) divide a Metassequência Andrelândia em domínio autóctone e alóctone, sendo o último presente na região de Ibitipoca. Pinto & Grossi (1991) distribuem a Metassequência Andrelândia em duas unidades, sendo uma unidade superior e outra inferior. Independentemente da forma que a Metassequência Andrelândia se organiza, Silva (2004) descreve nas proximidades do parque cinco variações litológicas: granada-moscovita-biotita-xisto, granada-biotita-gnaisse, anfibolitos, quartzito grosso e moscovita-quartzito/quartzito-xisto.

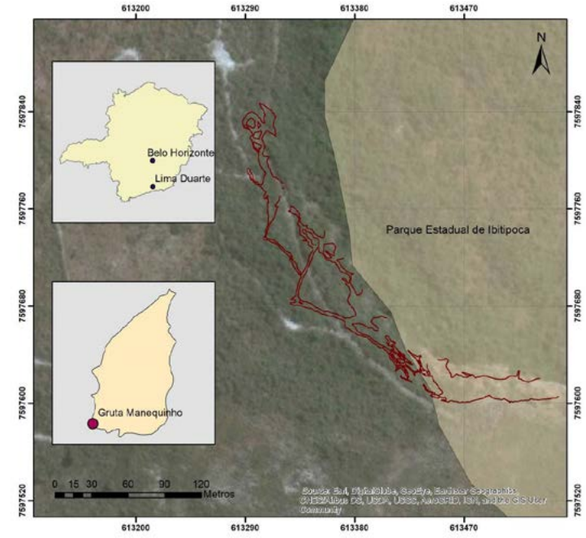


Figura 1: Mapa de localização da Gruta Manequinho no Parque. O quadro inferior à esquerda mostra os limites do PEI com a localização da Gruta.

Nummer (1991), por meio de estudos e modelagens geológicas, discorre que a área de Ibitipoca apresenta diferentes feições deformacionais e elevado grau metamórfico (fácies anfibolito médio e alto). O regime tectônico compressivo resultou em um modelo tipo nappe de dobra e no desenvolvimento de zonas de cisalhamento. Três fases deformacionais geraram estruturas planares e lineares, em diferentes escalas, com diversas orientações e formas. A primeira (D1) gerou grandes dobras recumbentes com eixos E–W. Durante a segunda, as estruturas anteriores foram parcialmente reorientadas por empurrões de SE para NW e redobramentos (Nummer, 1991). As estruturas da última fase correspondem a dobras suaves concêntricas com eixos NE – SW. A foliação principal, subparalela ao acamamento sedimentar reliquiar, é relacionada ao primeiro dobramento. Os principais sistemas de fraturas têm direções SW–NE (predominante), N–S e E-W (Nummer, 1991).

Conhecido mundialmente pela elevada concentração de cavidades em rochas siliciclásticas, 40 cadastradas, com algumas atingindo di-

mensões quilométricas, sendo mais notórias a Gruta Martiniano II (4.170 metros de projeção horizontal) e a Gruta das Bromélias (2.750 de desenvolvimento linear), a região tem recebido diversos pesquisadores com o desenvolvimento de trabalhos em diferentes áreas do conhecimento.

Corrêa-Neto (1997 b) designa o local como Distrito Espeleológico Ibitipoca, onde predominam quartzitos grossos, quartzitos finos micáceos subordinados e lentes de biotita-xistos, estando relacionado a Província Espeleológica Andrelândia, onde é comum a formação de cavernas na porção basal das rochas proterozóicas da Metassequência Andrelândia. As cavernas encontradas no parque, são subdivididas em três grupos (Corrêa-Neto 1993): Grupo I) destacam-se cavernas desenvolvidas seguindo uma camada de quartzito fino micáceo extremamente friável, resultando nas maiores cavidades do parque, suas galerias tendem a se desenvolver em direções N-S e E-W, mostrando em planta um padrão em rede; Grupo II) caracterizado por cavernas meandrantes ou retilíneas, que desenvolvem-se em quartzitos grossos micáceos e nos quartzitos sacaroidais grossos da serra; Grupo III) consiste em cavernas desenvolvidas ao longo do curso dos rios, aproveitando a menor resistência à erosão do quartzito fino, seguindo zonas de fraturamento intenso.

Apesar da formação de cavidades em rochas siliciclásticas seja amplamente discutida no meio técnico/científico, a definição dos processos, existentes na formação dessas cavernas indicam estar dependentes do contexto geológico local. O modelo mais difundido é conhecido como sanding-piping, que, segundo Martini (1979), em um domínio intergranular a sílica amorfa é dissolvida da matriz rochosa, permitindo que os grãos de quartzo fiquem livres e sejam carreados por agentes físicos. Bragante Filho (2018) descreve um controle estrutural rúptil do tipo releasing stepover e wing cracks no desenvolvimento de cavidades em quartzito no Parque Estadual do Itacolomi. Para os tepuis venezuelanos, Aubrecht (2011) propõe que a diferença entre o grau de cimentação da rocha proporciona distintas taxas de erosão, sendo este o agente responsável pela formação dessas cavernas.

O modelo espeleogenético da Serra do Ibitipoca é proposto por Corrêa-Neto (1997) e reafi - mado no trabalho de outros autores: Silva (2004), Teixeira-Silva (2017), Lima (2017). Segundo o modelo, a espeleogênese ocorreu em, pelo menos, dois estágios de desenvolvimento: o primeiro está inserido dentro de um longo período de estabilidade do lençol freático, com o aumento da porosidade da rocha, através da alteração de feldspatos e filossilicatos, além da dissolução da sílica amorfa do cimento intergranular da rocha, fazendo com que o fluxo de água penetrasse essas zonas; o segundo corresponde a eventos de soerguimento local, aumento da velocidade do fluxo de água nas drenagens subterrâneas, acarretando na remoção mecânica dos grãos de quartzo e na formação de pipes. O modelo corrobora com o proposto por Martini (1979), além de evidenciar que a presença do quartzito micáceo é especialmente favorável à ocorrência de sanding - pipping.

O presente trabalho pretende contribuir para as discussões sobre a formação de cavernas em rochas siliciclásticas. Mediante a confecção do mapa topográfico, foram efetuadas medidas estruturais das principais descontinuidades, descrições litoestratigraficas e fotografias, realizando assim o mapeamento geoespeleológico da Gruta do Manequinho, uma das maiores cavidades presentes no parque.

METODOLOGIA

Inicialmente, o método utilizado para a realização deste trabalho consistiu em uma etapa de revisão bibliográfica dos trabalhos geológicos e espeleológicos desenvolvidos na Serra do Ibitipoca. Em seguida, foi realizado o mapeamento topográfico, utilizando-se de bússola Brunton, tripé e trena a laser, adotando a metodologia British Cave Research Association – BCRA – no nível de precisão 4D, representado a caverna por meio da planta baixa, cortes transversais e cortes longitudinais, na escala 1:200.

Após o levantamento topográfico as medidas tomadas foram inseridas no programa Compass, para efetuar correções de possíveis erros de topografia, gerando então o “esqueleto da caverna”. Feitas as correções, os dados foram agrupados no AutoCad 2018 – Versão Acadêmica – e os croquis gerados em campo foram vetorizados, gerando o mapa da gruta. Ainda foram traçadas as direções preferenciais de desenvolvimento dos condutos da cavidade. Os vetores foram georreferenciados no ArcGis 10.5 e sobrepostos às imagens do Google Earth, mostrando sua configuração no maciço rochoso.

Através de quatro etapas de campo, foram realizados nove pontos descritivos com base no mapa topográfico, onde foram levantadas as principais feições geológicas/geomorfológicas, medidos os planos de descontinuidade, descrita a estratigrafia e hidrologia, além de caracterizados os depósitos físicos e químicos presentes. Para a interpretação dos dados, confecção de diagramas de densidade de polos dos planos de acamamento, rosetas de descontinuidades e direções preferenciais usou-se o software Dips. Os polos foram definidos a partir da concentração (acima de 10%) segundo a distribuição de Fisher.

RESULTADOS

A Gruta Manequinho possui 966 m de projeção horizontal, 1.251m de desenvolvimento linear e desnível de 88m. A geometria de sua planta baixa, segundo a classificaçã de Palmer (2012), tem o padrão branchwork com mergulho íngreme, típicas de fluxo ramificado. Seus cortes longitudinais são inclinados, com média de 16,1º, e os cortes transversais variam conforme o local da caverna, seguindo morfologias elipsoidais, triangulares, quadradas e irregulares. (Llado, 1970).

Depósitos químicos estão presentes por toda a gruta, porém em pequenas quantidades. Seguindo o agrupamento de Guimarães (1966), foram divididos em água circulante (escorrimentos e travertinos) e água de exsudação (coraloides). Os depósitos físicos constituem-se de sedimentos inconsolidados, com blocos angulosos métricos e centimétricos de quartzito, areia média com quartzo sacaroidal e areia fina quartzosa

Em relação à hidrologia, existe uma drenagem perene interna que se ramifica nos condutos da gruta, e uma drenagem superficial que entra na gruta pelo conduto do Vietnã. Também são observados gotejamentos e água em exsudação. As drenagens encontram-se formando fluxos médios, percorrendo toda a gruta, até desaparecerem em meio a blocos abatidos. Suas recargas estão localizadas próximo as bocas e a claraboia denominada Buraco do Urubu.

Foram descritas três fácies de quartzito (Figura 3, A e B): quartzito grosso sacaroidal, moscovita-quartzito e quartzito fino feldspático. Conforme suas distribuições ao longo da caverna, da base para o topo do maciço, foram denominadas como: quartzito grosso sacaroidal inferior (GSI), rocha foliada, com grãos de quartzo sacaroidal e moscovita, restringe-se ao piso e laterais inferiores da cavidade; quartzito fino feldspático (FF), rocha friável, foliada, com minerais caulinizados e descontinuidades pouco penetrativas, veios de quartzo, com feições de boudin locais, que ocorrem concordantes e discordantes com o acamamento. Esta fácies apresenta-se nas paredes da caverna, em quase toda sua extensão, e apresentam relação com o desenvolvimento de pipes (Figura 3, B); e quartzito grosso sacaroidal superior (GSS), rocha foliada, com grãos de quartzo sacaroidal e algumas lentes de muscovita, encontrando-se no teto da cavidade por quase toda a sua extensão. Os principais depósitos físicos são oriundos da erosão dessa litofácies.

As principais descontinuidades apresentam-se em três famílias de fraturas denominadas como F1, F2 e F3, com direções de mergulho médias 114º/81º, 23º/57º e 356º/71º respectivamente, e o acamamento sedimentar, com média de 172º/21º (Figura 4, B e C). Veios de quartzo leitoso, com direção 192º/44º, truncam o acamamento e podem ser observados em porções diferentes da gruta.

Os condutos apresentam direções preferenciais de desenvolvimento nos sentidos NE/SW, NW/SE e E/W (Figura 4, A). Encaixados na fácies mais fina de quartzito, em contato com as outras descritas, não formam grandes salões, sendo raros os condutos volumosos.

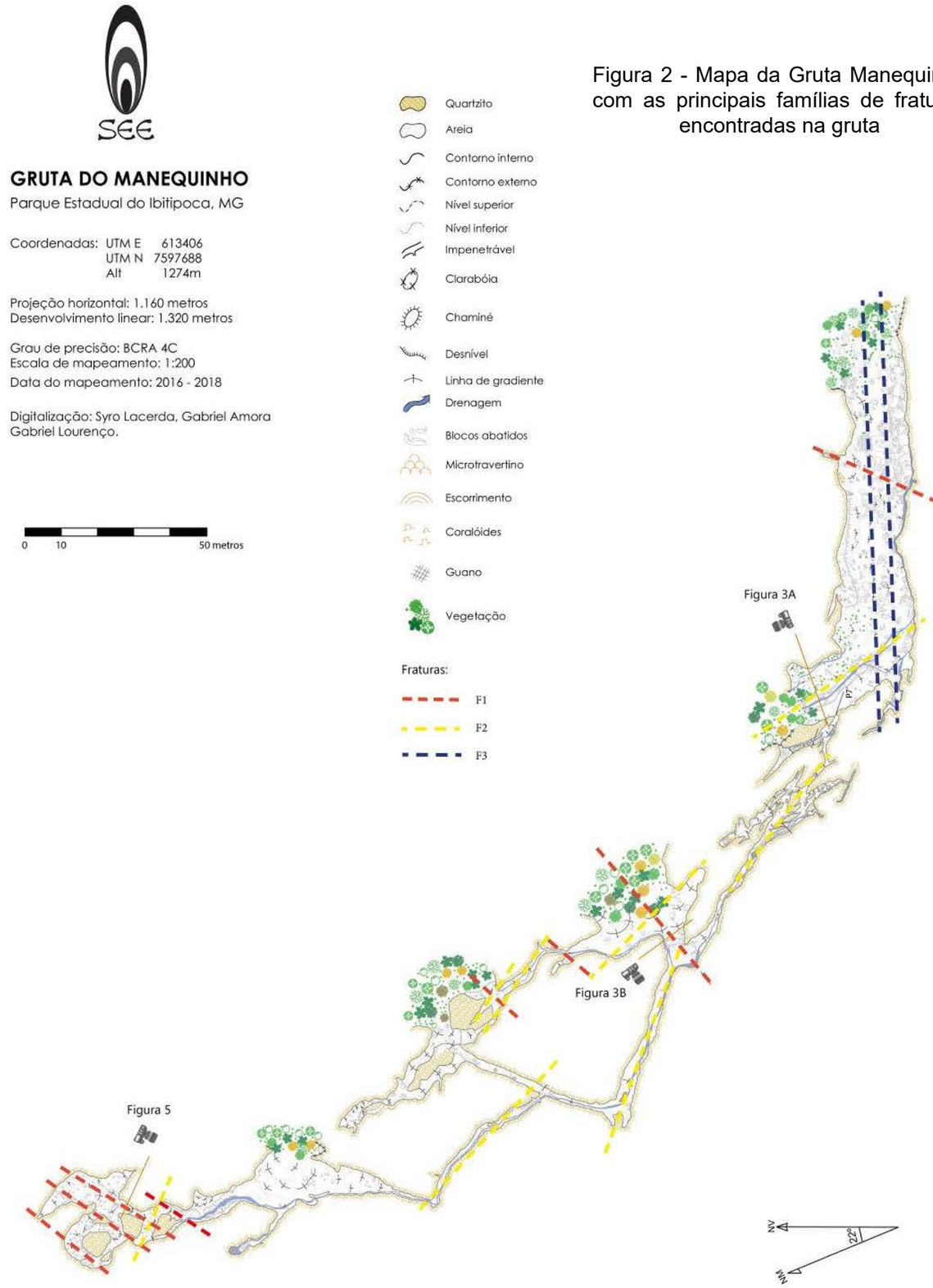


Figura 2 - Mapa da Gruta Manequinho com as principais famílias de fraturas encontradas na gruta

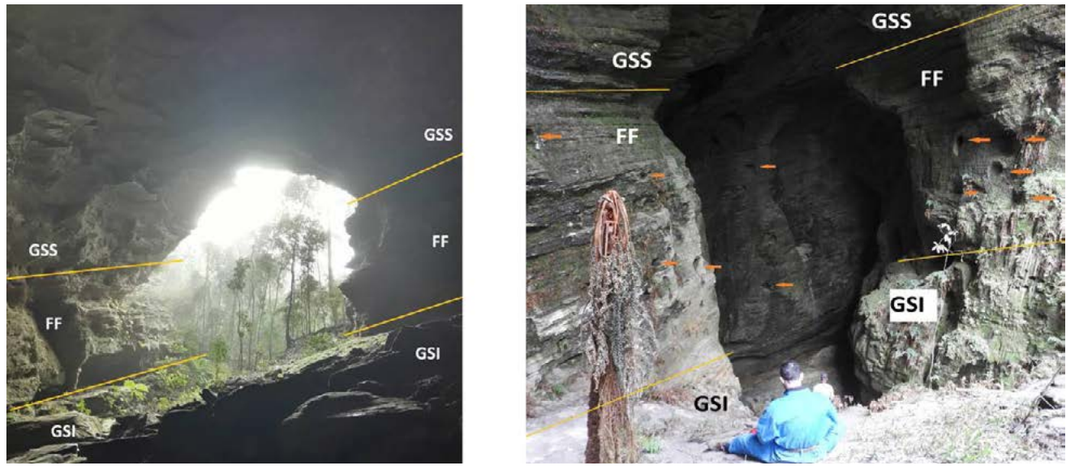


Figura 3: A: Entrada do conduto do Vietnã mostrando as 3 fácies descritas; B: Entrada da Gruta mostrando as 3 fácies descritas e o desenvolvimento de canalículos na fácies FF, indicados pelas setas.

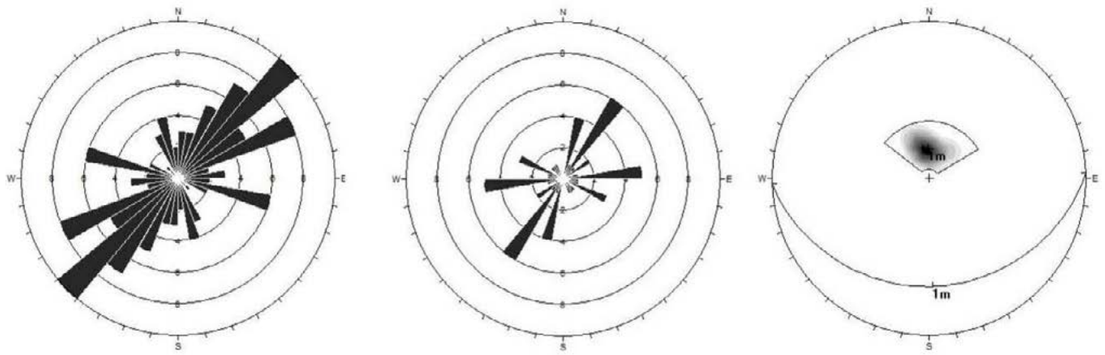


Figura 4: A: Roseta de direções de desenvolvimento dos condutos; B: Roseta de direções das fraturas observadas na cavidade; C: Estereograma de densidade de polos dos planos de acamamento medidos.

DISCUSSÕES

As diferentes fácies de quartzito contribuem, de maneira distinta, no processo de formação e alongamento das galerias. De granulação fina e mais feldspática, a fácie FF proporciona o início da formação e o desenvolvimento da maioria dos condutos.

As fácies de quartzito grosso, embora bem semelhantes, também se comportam de forma distinta. Devido à caulinização dos feldspatos e de uma xistosidade bem definida, a fácies GSS perde resistência e, após a remoção da fácies FF, desprende-se do teto com certa facilidade. A fácies GSI, mais resistente à erosão forma, na maioria das vezes, o nível de base da cavidade. Esta fácies muitas vezes se encontra soterrada por depósitos sedimentares e blocos abatidos. A contribuição hídrica se dá por meio de água meteórica, sendo capturada por suas claraboias, bocas e descontinuidades. Os depósitos químicos são registros da circulação de água nas descontinuidades. Seguindo a direção de F2, as drenagens cortam a gruta oblíquas ao acamamento, geralmente sobre a fácies GSI.

CONCLUSÕES

Com 966 metros de projeção horizontal, a Gruta Manequinho é uma das cinco maiores cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca. Sua beleza cênica e atributos geológicos a classificam como de máxima relevância.

Foi enquadrada no Grupo I de CORREA-NETO (1993), embora o conduto conhecido como Vietnã assemelha-se às cavernas do Grupo III, formada através de um curso d'água superficial. O modelo espeleogenético corresponde ao descrito na literatura (CORREA-NETO, 1997).

Deste modo, a formação da Gruta Manequinho II pode ser descrita pela seguinte sequência de processos:

A- Em um primeiro momento de estabilidade do lençol freático, ocorre o início da formação de feições freáticas, principalmente na fácies FF, nos locais com maior presença de descontinuidades;

B- O conduto do Vietnã, local onde ocorre a maior concentração de descontinuidades na direção E-W, é formado pela drenagem superficial e a rápida erosão da fácies FF, que produziu um conduto volumoso, com feições freáticas-vadosas; contemporaneamente, as demais descontinuidades, no restante da guta, são alargadas pela percolação da água superficial, formando as demais bocas e pequenos condutos na direção NE-SW;

C- Após um rebaixamento do nível freático local, com aumento do gradiente hidráulico, as drenagens são capturadas pelas descontinuidades com direção NW-SE, e são formados os condutos freáticos principalmente pelo processo de sanding - piping, na fácies FF, que conectam o conduto do Vietnã à porção superior da cavidade.

Não foi observado a influência dos veios de quartzo leitosos sobre o desenvolvimento da gruta. A anáilse das principais descontinuidades presentes na Gruta, assim como da direção dos condutos, evidencia que estas têm maior influência sobre o desenvolvimento da Gruta. Assim, a Gruta Manequinho apresenta um controle lito-estrutural, desenvolvido pela percolação de água nas fraturas, e erosão da fácies FF, acarretando no abatimento da fácies GSS que aumenta verticalmente os condutos.

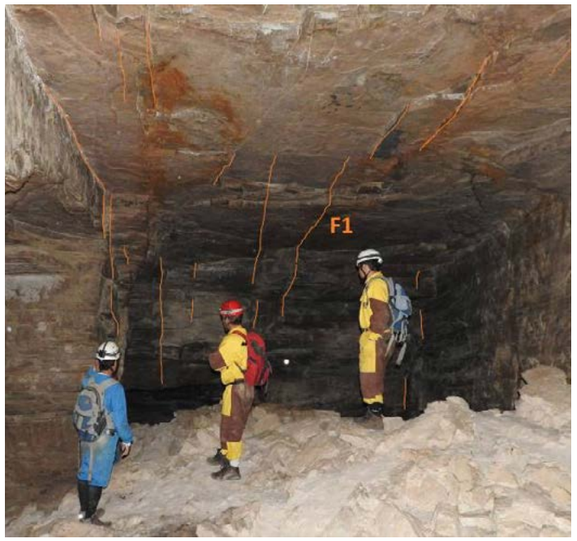


Figura 5: Conduto na parte mais elevada mostrando o controle do seu desenvolvimento pela família de fraturas F1.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Sociedade Excursionista e Espeleológica pelas expedições e estudos realizados no PEI. À Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas pela parceria na realização de estudos, à UFOP pelo apoio institucional e acadêmico e ao PEI pelo apoio na realização das atividades de campo.

REFERÊNCIAS

AUBRECHT, R.; LANCZOS, T.; GREGOR, M.; SCHLOGL, J.; SMIDA, B.; LISCAK, P.; BREWER-CARIAS, C.; VLCEK, L. Sandstone caves on Venezuelan tepuis: return to pseudokarst? Geomorphology, vol. 132, p. 351-365, 2011.

BRAGANTE FILHO, M. A. Condicionantes geológicos de formação de cavidades em quartzitos no Grupo Itacolomi: um estudo de caso da Gruta Kiva. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Ouro Preto, Departamento de Geologia. Minas Gerais – MG, 2018.

CORRÊA NETO, A.V.; ANÍSIO, L.C.C.; BRANDÃO, C.P. Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, SE de Minas Gerais. Anais VII Simpósio de Geologia de Minas Gerais, Boletim SBG – Núcleo MG, p. 83-86, 1993.

CORRÊA NETO, A.V.; BATISTA FILHO, J. Espeleogênese em Quartzitos da Serra do Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. Anuário do Instituto de Geociências, vol. 20, pp 75-87. 1997.

CORRÊA NETO, A.V.; DUTRA, G. A Província Espeleológica Quartzítica Andrelândia, sudeste de Minas Gerais. Anais XXIV Congresso Brasileiro de Espeleologia, p. 57-64, 1997.

GUIMARÃES, J. E.P. - ‘’Espeleo-Ternas e Pérolas de Cavernas”, Bol. Inst.Geog. Geol, 53, São Paulo, 1974.

IEF-MG. Instituto Estadual de Florestas - IEF - Parque Estadual do Ibitipoca. Disponível em:http://www.ief.mg.gov.br/component/content/192?task=-view. Acesso em: 15 abr. 2017.

LIMA, P. E. S.; et al.. Caracterização geoespeleológica preliminar da Gruta Martimiano II, Santa Rita de Ibitipoca – MG. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.253-259.

LLADÓ, Llopis et al. Fundamentos de hidrogeologia cárstica. 1970.

MARTINI, J. Karst in the Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Transvaal. Ann. Geol. Surv. South Africa 13: 115-128, 1979.

NUMMER, A.R. Análise estrutural e estratigrafia do grupo Andrelândia na região de Santa Rita do Ibitipoca-Lima Duarte, sul de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro-RJ. 191 p., 1991.

PACCIULO, F. V. P.; TROWN, R. A. J.; RIBEIRO, A. Geologia da Folha Andrelândia. In: Projeto Sul de Minas etapa I. COMIG/UFMG/UFRJ/UERJ. CD ROM. 2003.

PALMER, A. N. Cave Geology. Dayton, Ohio: Cave Books. 2012.

PINTO, C. P. Geologia Estrutural. In: Programa Levantamentos Geológicos do Brasil. Texto Explicativo da Folha SF.23.X-C-VI Lima Duarte (Pinto, C.P. org.) DNPM/CPRM, 1991.

SILVA, S.M. Carstifica ão em rochas siliciclásticas: Estudo de caso na Serra do Ibitipoca, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais – MG. 142p., 2004.

TEIXEIRA-SILVA, C. M.; et al. Geoespeleologia da Gruta das Casas – Parque Estadual do Ibitipoca - PEI, sudeste de Minas Gerais. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (orgs.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.381-394.

Conduto do Vietnã, Gruta Manequinho, Parque Estadual do Ibitipoca, PEIB, Lima Duarte, MG.

foto: Gabriel Lourenço

Levantamento fotogramétrico e modelagem 3D aplicados à cartografia espeleológica e à espeleometria da Gruta dos Fugitivos, Parque Estadual do Ibitipoca - MG

M.Sc. Paulo Rodrigo SIMÕES;

Rolling Drone Geotecnologias
Sociedade Excursionista e Espeleológica - SEE

RESUMO

Nos últimos anos, a disponibilidade de novos instrumentos e funcionalidades, algoritmos e softwares, aliada ao incremento da capacidade computacional de processadores e de placas gráficas têm contribuído para a evolução da topografia e cartografia espeleológicas. A modelagem 3D através do perfilamento a laser e da Fotogrametria é tema de trabalhos recentes que apresentam os instrumentos e os procedimentos utilizados para mapeamentos de afloramentos, estruturas, indicadores cinemáticos e registro de arte rupestre, demonstrando o potencial de aplicações. A adoção desses métodos de levantamentos permite a geração de produtos como modelos digitais de superfície, mosaicos de ortofotos e modelos 3D realísticos, a automatização de tarefas e novas formas de análise e divulgação de resultados. Seguindo essa tendência, este trabalho apresenta a Fotogrametria enquanto ferramenta para a modelagem 3D, geração de mapa espeleológico e cálculos espeleométricos da Gruta dos Fugitivos, Parque Estadual de Ibitipoca. Apresenta, também, métodos, equipamentos, fluxo de trabalho e produtos gerados e discute sobre potencial e restrições na sua aplicação.

ABSTRACT

The availability of new instruments and functionalities, algorithms and software, coupled with the increase in the computational capacity of processors and graphics cards, have contributed to the evolution of caving topography and cartography in the lasts years. 3D modeling through laser scanner and Photogrammetry is the subject of recent work that presents the instruments and procedures used for mapping outcrops, structures, kinematic indicators and records of rock art, demonstrating the potential of applications. The adoption of these survey methods allows the generation of products such as digital surface models, orthophotos and realistic 3D models, besides the automation of tasks and new forms of analysis and divulgation of results. Following this trend, this work presents Photogrammetry as a tool for 3D modeling, cave mapping and speleometric data calculations of the Fugitive Cave, State Park of Ibitipoca. It also presents methods, equipment, workflow and products generated and discusses potential and constraints in its application.

INTRODUÇÃO

A evolução recente de novas funcionalidades dos instrumentos de medição, disponibilidade de *software* e incremento da capacidade de processamento de microcomputadores tem contribuído para a cartografia digital espeleológica. O aumento da precisão, acurácia e agilidade nos levantamentos convencionais e na elaboração de mapas espeleológicos vêm sendo obtidos com o uso de instrumentos como o Disto-X. Já o uso do perfilamento a laser, enquanto método alternativo, permite a geração de modelos tridimensionais, potencializando novas formas de representação e análise, sendo de fácil divulgação via Web. Seu uso permite o cálculo de volume, variável espeleométrica de difícil obtenção por método topográfico convencional. No Brasil, seu uso em cavidades remonta a 2001 com o perfilamento da entrada da Lapa Nova de Vazante realizado por uma mineradora, o que abriu discussões sobre nova graduação de topografia adotada pela UIS (Bittencourt, 2019. Com. pess.).

Apesar da relativa antiguidade do uso da Fotogrametria, seu potencial passou a ser melhor explorado nos últimos anos devido à popularização do uso de drones para aerolevantamentos e o incremento de *software* e algoritmos para modelamento 3D e classificação de imagens.

Fotogrametria pode ser entendida como a ciência e as tecnologias para a reconstrução do espaço tridimensional a partir de imagens bidimensionais.

Os estudos que abordam os métodos não convencionais de modelagem 3D de cavidades (scanner a laser e a Fotogrametria) são recentes, ainda incipientes, mas já permitem vislumbrar suas potencialidades. Estima-se que outros estudos importantes estão sendo executados em processos de licenciamento ambiental, no entanto, indisponíveis na Internet.

Redovniković *et alii* (2018) avaliaram a aplicação de diferentes métodos de levantamento subterrâneo através de estação total, Disto-X e fotogrametria, destacando as possibilidades de dificuldades de cada método.

Triantafyllou *et alii* (2019) destacaram o potencial da fotogrametria para o mapeamento 3D de afloramentos e estruturas geológicas e a combinação de levantamentos em solo e aéreos e apresentam um fluxo de trabalho, da aquisição de dados à caracterização de estruturas geológicas, sua geometria e os indicadores cinemáticos.

Grussenmeyer *et alii* (2010) realizaram modelagens 3D visando a obtenção de medidas sem contato da arte rupestre da caverna Les Faux, localizada na França, utilizando da fotogrametria, laser scanner e sistema de imageamento espacial por estação total. Jordan (2017) teve como objetivo averiguar em que condições a fotogrametria pode ser usada para criar modelos 3D de cavidades, tanto quanto a avaliação da acurácia dos modelos gerados.

O objetivo deste trabalho é de apresentar os levantamentos fotogramétricos parciais realizados na Gruta dos Fugitivos (Figura 1) durante o 5° IbitiProCa e XII Expedição Ibitipoca da Sociedade Ex-cursionista e Espeleológica – SEE, em parceria com a Rolling Drone Geotecnologias em janeiro de 2019.

Pretende, também, demonstrar a viabilidade deste método de levantamento para a geração de modelos digitais tridimensionais fotorrealísticos de alta resolução e como suporte à elaboração de mapas espeleológicos e a análises espeleométricas, tanto quanto discutir suas vantagens e dificuldades experimentadas durante os levantamentos.

Este trabalho não partiu de nenhum referencial teórico específico à elaboração de mapas espeleológicos a partir de levantamentos fotogramétricos em cavidades, dada a incipiência da bibliografia disponível. Partiu-se da experiência do autor no uso de Geotecnologias, em particular a Fotogrametria e a Topografia Digital convencional de cavidades, tendo realizado, de forma solitária, todos os procedimentos apresentados.

Os esforços empregados resultaram na proposição de uma metodologia alternativa de levantamento topográfico de cavidades naturais, com a definição de um fluxo de trabalho com procedimentos próprios aos levantamentos fotogramétricos, pós-processamentos e formas de divulgação dos mapas e análises produzidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Fotogrametria voltada à espeleologia pode ser dividida em fases de planejamento, levantamento, pós-processamento, análise e divulgação dos dados, sintetizadas abaixo e foi aplicada em levantamentos parciais da Gruta Fugitivos e Gruta dos Moreiras, sendo apresentados os dados relativos à primeira. Para tanto, foi utilizada câmera digital Nikon P900, GPS Garmin Etrex 30, alvos codificados e trena a laser.

1 – Tomada das coordenadas UTM em um ponto na parte externa da cavidade a serem utilizadas como referência para a topografia convencional

2 - Topografia espeleológica da cavidade ou de segmentos e inserção de targets codificados nas estações topográficas em pontos notáveis no piso e paredes visando o georreferenciamento do modelo 3D; lançamento dos dados topográficos no *software* Compass, checagem de dados, correção de poligonais e atribuição das coordenadas UTM às estações; no levantamento desta cavidade, a topografia foi substituída pela triangulação de escalas medidas com trena a laser em função do trabalho ter sido solitário;

3 - Levantamento fotogramétrico da cavidade com câmera digital e flash ou sistema de iluminação com painel de LED com a utilização dos alvos codificados (targets);

4 – Pós-processamento das fotos no *software* Agisoft Metashape Pro na seguinte sequência:
1- alinhamento das fotos e geração dos Tie Points (Figura 2); 2 - inserção dos pontos de controle (GCP´s); 3 - otimização do alinhamento; 4 - geração de nuvem de pontos; 5 - geração de malha; 6 - geração de textura; 7 - geração de modelo digital de superfície; 8 – segregação de piso e de teto; 9 – geração de mosaicos de ortofotos do piso e do teto; 10 – exportação dos modelos;

5 - Extração automatizada dos contornos, cortes e perfis no software 3D Reshaper e curvas de nível no ArcGIS 10.6;

6 - Exportação dos vetores para o AutoCAD Map 3D: vetorizações de elementos espeleológicos sobre ortofotos, análises espeleométricas, geração de *layout* (Figuras 3 e 4);

7 - Publicação dos modelos 3D parciais da Gruta dos Fugitivos (https://skfb.ly/6HNNG) e da Gruta dos Moreiras (https://skfb.ly/6IvFG) no site Sketchfab.com.

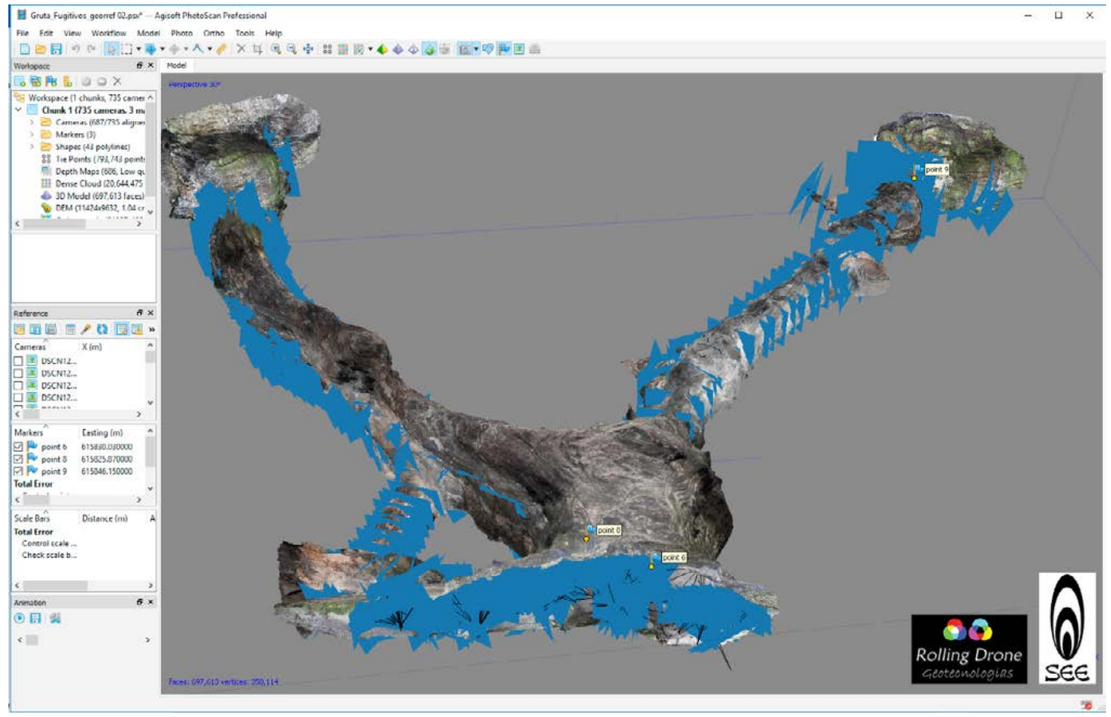


Figura 2: Localização e alinhamento das fotos (em azul) no software Agisoft Metashape Pro.

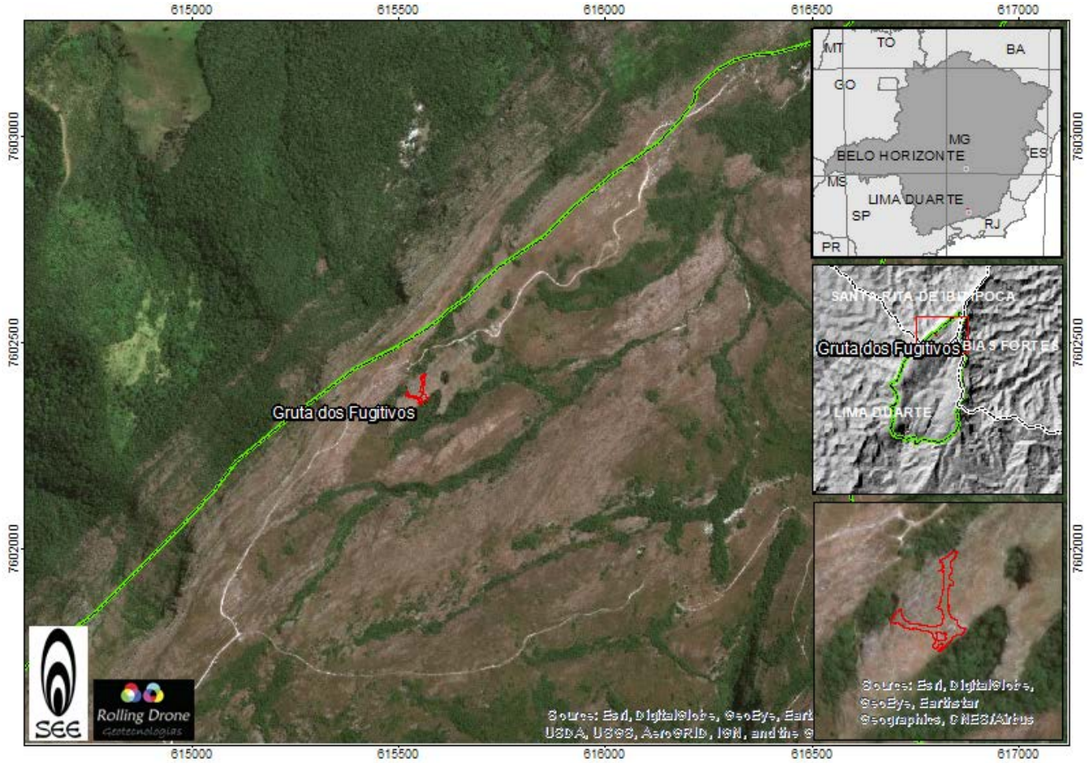


Figura 1: Mapa de localização da Gruta dos Fugitivos.

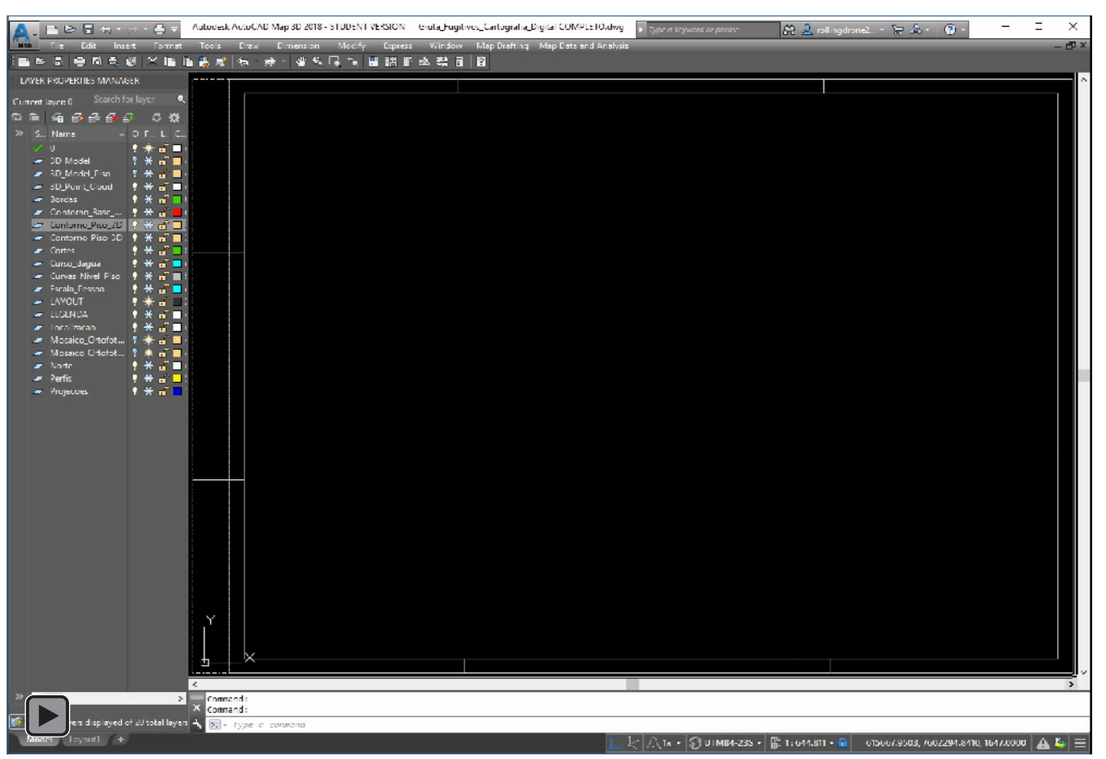


Figura 3: Animação da edição de *layout* no AutoCAD Map 3D visto em planta.



Figura 4: Perspectiva isométrica da cavidade com destaque para os vetores extraídos automaticamente no 3DReshaper.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados são parciais e preliminares e devem ser avaliados com precaução. No entanto, a sobreposição do modelo ao mapa da cavidade feito pelo GPME e GBPE (Silva, 2004) (Figura 5) foi um primeiro esforço para avaliar a precisão relativa ao menos em planta, tendo apresentado variação no desnível.

Os levantamentos realizados resultaram em modelos 3D fotorrealísticos, de alta resolução, com ortofotos com GSD de 1.3 mm/pixel e modelo digital de superfície com 1 cm/pixel, permitindo usar o valor de até 1:20 como escala de trabalho nos procedimentos de vetorização dos detalhes de piso e teto.

O levantamento fotográfico da cavidade foi feito entre as 10h e 12h do dia 25 de janeiro de 2019, incluído aí o tempo para posicionamento e medição dos pontos de controle. Este levantamento foi interrompido pelo esgotamento da bateria da câmera, acelerado pelo uso contínuo do flash.

As atividades de pós-processamento foram realizadas em etapas sequenciais: geração do modelo fotogramétrico, extração vetorial automática e geração de *layout*. A geração do modelo é a etapa mais demorada e dependerá do número de fotos, da capacidade computacional e das configurações adotadas em função da resolução esperada.

Os processamentos para a geração do modelo da Gruta dos Fugitivos resultaram numa nuvem de 20.644.475 pontos, 700.190 faces, tendo sido utilizadas as 687 fotos alinhadas de um total de 729, equivalente a 94.2%. Inicialmente apenas em escala, seu posicionamento e rotação foram corrigidos com o auxílio de coordenadas externas a partir da topografia da cavidade (Silva, 2004) (Figura 5). Além do modelo 3D da cavidade, foi feito um modelo apenas do piso, resultando em um segundo mosaico de ortofotos, modelo de superfície e curvas de nível.

A partir destes dois modelos foi possível realizar a extração automática de vetores do contorno da cavidade em 2D, contornos do piso em 2D e em 3D, cortes transversais e perfis longitudinais e extraídas as curvas de nível. Estima-se em cerca de 12h o tempo necessário para realizar todas as etapas para a geração do modelo fotogramétrico, valor apenas de referência, uma vez que os procedimentos não foram feitos de forma sistemática (Figura 4).

Outros elementos como blocos, espeleotemas, delimitação de drenagens, são também vetorizados nesta etapa.

Para tanto, foi utilizado o software 3DReshaper, com destaque para a intercomunicabilidade para com o AutoCAD Map 3D, ambos amplamente utilizados na manipulação de modelos gerados por escaneamentos a laser. Foram gastas pelo menos 6h com esses procedimentos, refeitos várias vezes na tentativa de obtenção de melhores resultados.

A geração de *layouts* foi feita através do ArcGIS 10.6 e AutoCAD Map 3D. O primeiro tem a vantagem de articular a cavidade à sua localização sobre imagem de satélite (Figura 1), assim como demais planos de informações disponíveis, em 2D e em 3D. Este procedimento permitiu corrigir o posicionamento geográfico e a rotação do mapa existente, não declinado.

Na segunda opção, alia-se a visualização um mapa convencional em planta, às possibilidades de rotação e navegação em 3D, passível de divulgação *on line* (Figura 3).

O resultado é um arquivo em formato DWG, contendo: mosaicos de ortofotos do piso e do teto; curvas de nível do piso; *meshs* dos modelos do piso e da cavidade; limites do piso em 2D e 3D, limites da cavidade em 2D; cortes transversais; perfis longitudinais; cursos d´água; e blocos. O tempo gasto para a geração dos layouts foi de cerca de 6h.

Por fim, foi feita a publicação do modelo 3D parcial da Gruta dos Fugitivos (https://skfb.ly/6J8Rt), em um repositório *on line* (www.sketchfab.com) onde é possível navegar e visualizar o mapa vetorial em diversos ângulos. Este procedimento, aparentemente o mais simples, resultou em intermináveis tentativas em *uploads* e na conformação de entidades gráficas no AutoCAD. Os erros sucessivos são, possivelmente, relativos a restrições da página no que se refere aos formatos de upload disponíveis para usuários “free”.

Em termos de valores espeleométricos parciais obtidos, a Gruta dos Fugitivos se projeta horizontalmente sobre uma área de 728,4m², tendo seu piso uma área de 627,4m² e volume de 2.733m³.

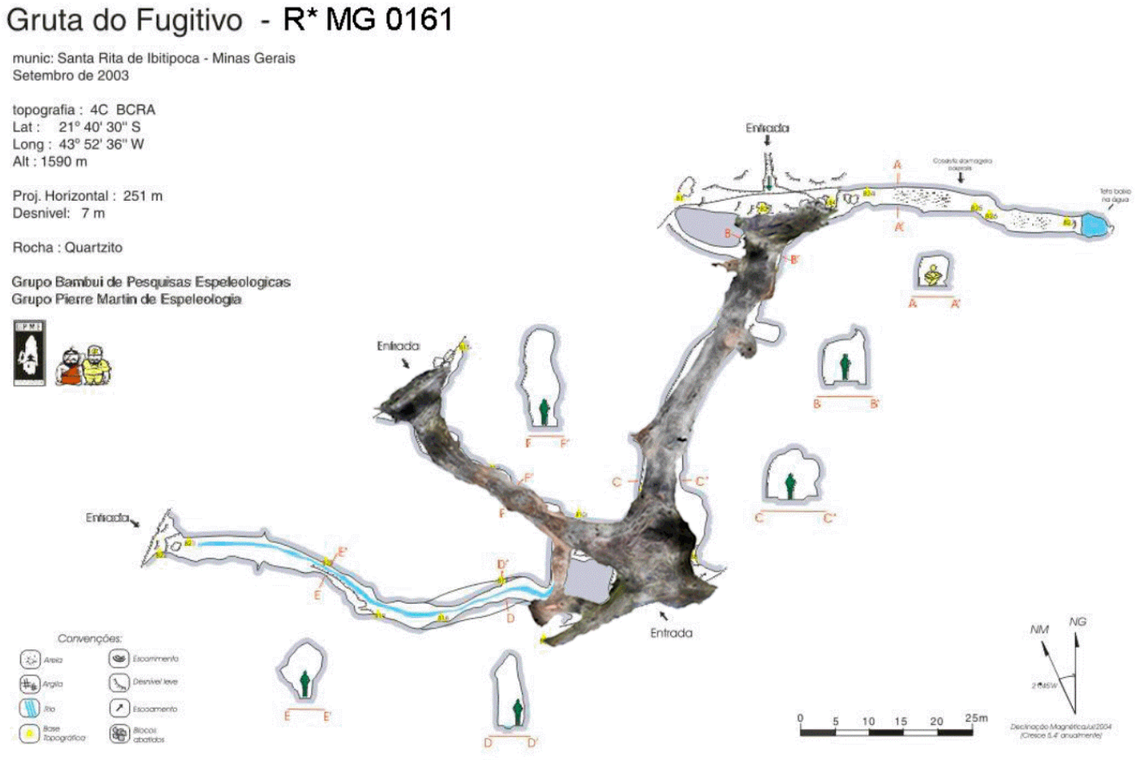


Figura 5: Sobreposição do mosaico de ortofotos do piso da Gruta dos Fugitivos sobre o mapa elaborado pelo GPME/GBPE (Modificado de Silva, 2004).

Seu desenvolvimento horizontal pelo método de descontinuidade foi de 116.6 m e seu desenvolvimento linear foi de 118.2 m, calculado com o auxílio das curvas de nível. O desnível do piso foi de 12 m, das cotas 1645.8 m a 1657.8 m, representado por curvas de nível com equidistância de 5 cm.

CONCLUSÕES

Este trabalho procurou demonstrar a viabilidade da aplicação da Fotogrametria em levantamentos de cavidades naturais, no que se refere ao tempo relativamente baixo empregado nos levantamentos fotográficos e topográficos, aos custos relativamente baixos para aquisição de equipamentos fotográficos, instrumentos e licenças educacionais de *software*.

O mapeamento a partir da Fotogrametria cobre uma lacuna ente os levantamentos topográficos convencionais e os dispendiosos levantamentos a laser. Ressalta-se também o fato do método, em si, não ser susceptível à interferência magnética, própria de cavidades em formações ferríferas. Esta interferência poderia se dar em função da inserção de pontos de controle via topografia convencional, podendo ser minimizada ao se restringir seu uso à entrada da cavidade ou adoção do método de triangulação, sem prejuízo do rigor geométrico do modelo 3D. É, também, uma contribuição à proposição de um fluxo de trabalho para geração de modelos 3D de cavidades a partir da Fotogrametria e à construção de mapas espeleológicos a partir destes.

Os modelos 3D apresentaram rigor geométricoo e textura realística, particularmente úteis em processos de documentação visual e monitoramento. Seu uso permitiu a automatização de processos e novas formas de visualização, análise e divulgação na Web de vídeos de animações, de PDF 3D, de arquivos KML e KMZ e modelos navegáveis (Figura 6).

O suporte de pontos de controle através de topografia convencional contribui para o georreferenciamento do modelo 3D pela inserção de coordenadas UTM, obtidas por GNSS na entrada da cavidade e tratadas no *software* Compass, vindo a apresentar o erro médio decorrente. Este procedimento não foi realizado nesta cavidade, substituído pela triangulação de três escalas utilizadas apenas no salão principal, rotacionado e georreferenciado na sequência. O erro médio quadrático no posicionamento dos GCP´s foi de 10 cm.



Figura 6: Modelo 3D navegável hospedado na página Sketchfab.com

O uso da Fotogrametria na cartografia espeleológica e nos cálculos espeleométricos permite a geração de produtos mais precisos do que os métodos convencionais, sendo mais acessível, de maior portabilidade e de menor custo, quando comparado ao perfilamento a laser.

No entanto, a utilização deste método pode não se mostrar eficaz em cavidades com grande desenvolvimento ou de difícil deslocamento, em entradas com vegetação expressiva, ou com a existência de extensos corpos d´água, entre outras particularidades.

Pretende-se finalizar o levantamento desta cavidade e estender a aplicação deste método à sua vizinha, a Gruta Três Arcos, tanto quanto a outras grutas turísticas. Ressalta-se que os procedimentos adotados permitem também a junção de levantamentos em solo a levantamentos aéreos com drone em áreas externas, integrando os meios epígeo e hipógeo.

A continuidade no uso deste método de levantamento pressupõe, também, possíveis aprimoramentos no fluxo de trabalho, tanto quanto na avaliação do posicionamento espacial, do rigor geométrico dos modelos 3D gerados e em formas de comparação com outros métodos disponíveis, convencionais ou a laser.

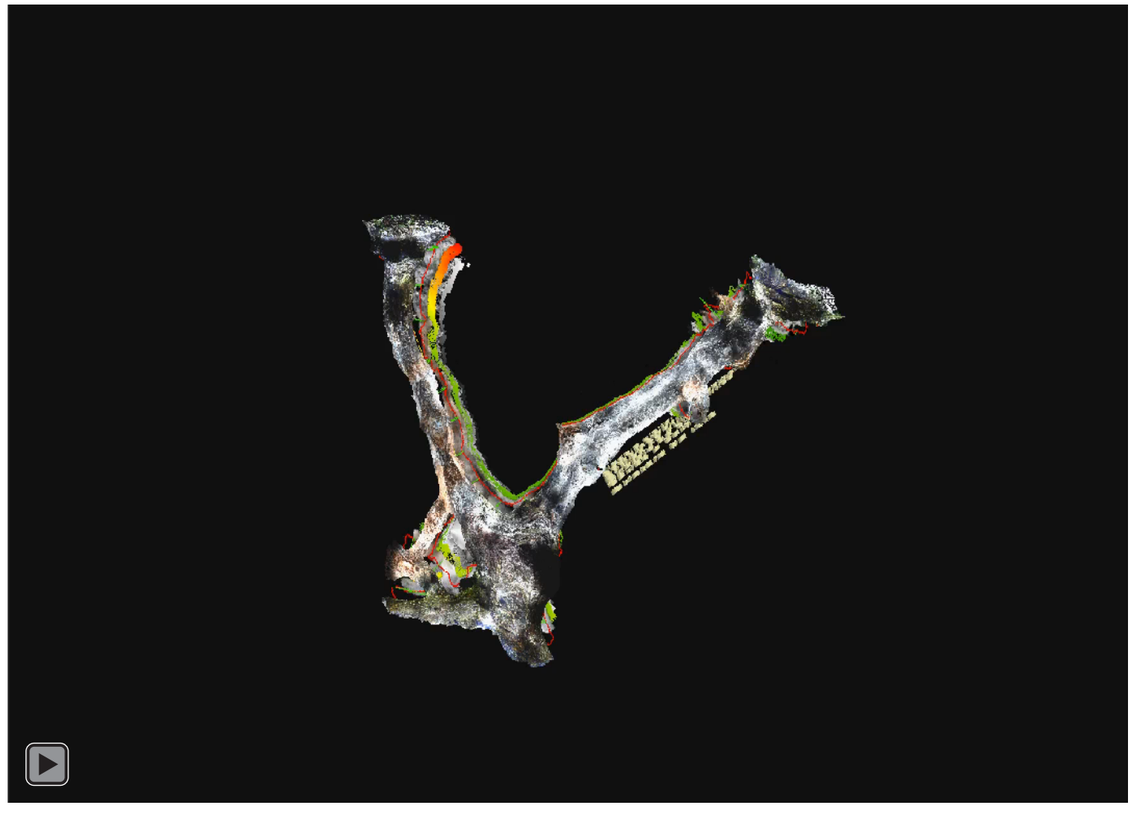


Figura 7: Representação de produtos gerados em perspectiva isométrica: mosaico de ortofotos do teto, cortes e perfis, limites da cavidade, ortofotos do piso, curvas de nível, sombreamento sintético e modelo digital de superfície.

AGRADECIMENTOS

À Sociedade Excursionista e Espeleológica – SEE/UFOP, à Rolling Drone Geotecnologias, à direção do Parque Estadual do Ibitipoca pelo apoio aos projetos, à Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas - SPEC, à Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, à Autodesk, Agisoft, Fountainware e Hexagon pela disponibilização de licenças freeware, educacional e temporária dos *softwares*.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. N. (2016) Levantamento de Parâmeros Geomecânicos de uma Cavidade Natural Sub-terrânea Utilizando Tecnologias de Laser Scanner 3D e Realidade Virtual. Dissertação de Mestrado. UFOP.

GRUSSENMEYER, P.; Landes, T.; Alby, E.; Carozzab, L. (2010) High resolution 3d recording and modelling of the bronze age cave “Les Fraux” in perigord (France). In: International Archives of Photo-grammetry, Remote Sensing and Spatial Informa-tion Sciences, Vol. XXXVIII, Part 5. Commission V Symposium, Newcastle Upon Tyne, UK.

JORDAN, J. H. (2017) Modeling Ozark Caves with Structure-fromMotion Photogrammetry: An Assessment of Stand-Alone Photogrammetry for 3-Dimensional Cave Survey. Dissertação de Mestrado. Universidade de Arkansas.

REDOVNIKOVIC, L.; Stančić,B., Cetl, V. (2016) Comparison of Different Methods of Underground Survey. In: International Symposium on Engineering Geodesy, 20–22 May, Varaždin, Croatia.

SILVA, A. M. (2004). Carstificação em rochas siliciclásticas: Estudo de caso na Serra do Ibitipoca, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. UFMG, 137 p.

TRIANTAFYLLOU, A.; Watlet, A.; Mouélic, S.; Camelbeeck, T.; (2019) Civet, F.; Olivier, K.; Quinif, Y.; Vandycke, S. (2019). 3-D digital outcrop model for analysis of brittle deformation and lithological ma-pping (Lorette Cave, Belgium). In: Journal of Structural Geology. 120. P. 55-66.

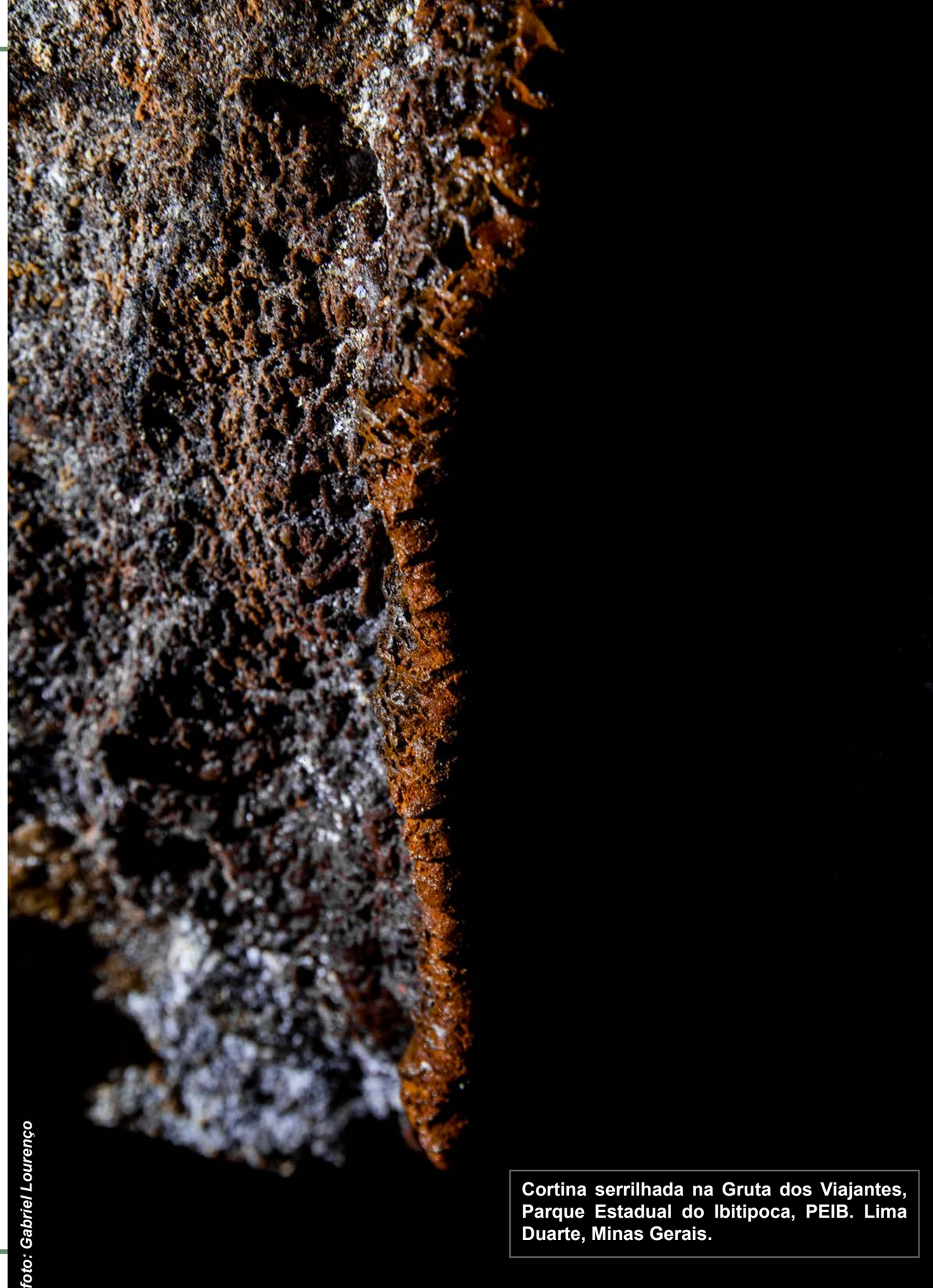


foto: Gabriel Lourenço

Cortina serrilhada na Gruta dos Viajantes, Parque Estadual do Ibitipoca, PEIB. Lima Duarte, Minas Gerais.

Inventariamento e caracterização do patrimônio geomorfológico da região cárstica Arcos-Pains

Mariana Barbosa TIMO (1,2);
Luiz Eduardo Panisset TRAVASSOS (1,3)

(1) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Pós-graduação em Geografia
(2) Spelayon Consultoria EPP
(3) Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Pós-graduação em Geografia, Bolsista de Produtividade em Pesquisa (PQ-2) do CNPq

RESUMO

O carste é um tipo de paisagem que pode se desenvolver em diversas litologias e configu rações estruturais a partir do ataque químico preponderante sobre a rocha encaixante. Esse tipo de paisagem apresenta uma morfologia específica condicionada, principalmente, pela ação da água superficial e subterrânea como o agente de gênese e evolução de suas características específicas como as dolinas, uvalas, poljes, vales cegos, nascentes, sumidouros etc. Percebe-se repetidamente que a legislação e as práticas ambientais não são adequadas para evitar a degradação do carste, especialmente devido à forte pressão demográfica existente tanto em países mais favorecidos economicamente, quanto aqueles menos favorecidos. Em outros casos, paradoxalmente, a atividade turística pode contribuir para a preservação do carste e suas feições por meio do geoturismo. Assim sendo, o presente trabalho pretende demonstrar a etapa inicial no processo de avaliação das possibilidades para o geoturismo na região cárstica de Arcos-Pains, Minas Gerais, Brasil.

ABSTRACT

Karst is a type of landscape that can develop in diverse lithologies and structural configu ations from the more significant chemical attack on the nesting rock. This type of landscape presents a specific morphology conditioned mainly by the action of surface and underground water as primary agents of genesis and evolution of its specific characteristics such as dolinas, uvalas, poljes, blind valleys, springs and ponors. It is frequently perceived that environmental legislation and practices are not adequate to prevent karst degradation, primarily due to the substantial population pressure in both economically most favoured and less favoured countries. In other cases, paradoxically, tourism can contribute to the preservation of karst and its features through geotourism. Therefore, the present work intends to demonstrate the possibilities for geotourism in the karst region of Arcos-Pains, Minas Gerais, Brazil.

INTRODUÇÃO

O carste é um tipo de paisagem que pode se desenvolver em diversas litologias e configuraç es estruturais a partir do ataque químico preponderante sobre a rocha. Com a evolução das condições geomorfológicas a erosão mecânica se torna mais importante para as rochas menos solúveis. Esse tipo de paisagem apresenta uma morfologia específica condicionada, principalmente, pela ação da água superficial (precipitação) e subterrânea (vadosa e freática). Esse processo atua como o agente de gênese e evolução de suas características específicas como as dolinas, uvalas, poljes, vales cegos, nascentes, surgências etc. (FORD & WILLIAMS, 2007).

De acordo com Karmman (1994) e Bósak (2003), a evolução do carste também depende do tempo de atuação dos processos, bem como das características geográficas e geológicas de cada região. Tais processos podem ser caracterizados pela presença de uma rocha altamente solúvel e densa, mas com densidade significativa de juntas e fraturas.

Devido às suas particularidades genéticas, diferentes atividades humanas produzem impactos significativos e variados no carste, fato que acarreta consequências negativas em diferentes escalas e ambientes. De acordo com Sauro (1999), a ocupação desse tipo de paisagem ocorre desde os tempos mais remotos da história humana. Durante a pré-história, o homem utilizou as entradas das cavernas como moradia, locais de sepultamento e locais sagrados, todos tipos de uso que persistiram ao longo da história (GAMS et al., 1993). Os autores ainda afirmam que, durante tempos de guerra e ocupação militar, os abrigos rochosos foram muito importantes para a proteção tanto de soldados quanto da população civil (KRANJC & TRAVASSOS, 2009).

Em relação ao uso turístico do carste, a beleza de suas formas tanto em superfície quanto nos subterrâneos atrai milhões de pessoas por todo o mundo. Assim, Gams et al. (1993) e Lobo e Travassos (2013) afirmam que seu uso como atrativo turístico deve ser feito com responsabilidade.

Para Williams (1993), os impactos antrópicos nos terrenos cársticos podem ser causados pela simples ocupação das cavernas, mas também por atividades mais complexas quanto o desmatamento, agricultura, explotação de água, extração mineral, urbanização, atividades militares e turismo e recreação. Para o autor, o impacto mais profundo ocorre a partir do desmatamento do carste para a agricultura, causando desertificação e esgotamento e contaminação dos recursos hídricos. Day (1993) afirma que as atividades humanas resultam em mudanças nos processos ocorridos no carste, o que inclui o aumento do escoamento superficial diminuição da infiltraçã , aumento do transporte de sedimentos e diminuição da descarga das nascentes. Em outros casos, tais problemas que ocorrem em uma região, podem impactar outras por meio de uma maior suscetibilidade a enchentes, erosão acelerada do solo e subsidência de superfície.

Com o exposto, percebe-se repetidamente que a legislação e as práticas ambientais não são adequadas para evitar a degradação dos sistemas cársticos, especialmente devido à forte pressão demográfica existente tanto em países mais favorecidos economicamente, quanto aqueles menos favorecidos (WILLIAMS, 1993).

Em outros casos, paradoxalmente, a atividade turística pode contribuir para a preservação do carste e suas feições por meio do geoturismo. Por esse motivo, o presente trabalho pretende demonstrar as possibilidades para o geoturismo na região cárstica de Arcos-Pains, Minas Gerais, Brasil.

METODOLOGIA

A pesquisa se desenvolveu com base em Gray (2004; 2013), Brilha (2005; 2016), Pereira (2006) e Pereira (2010). Durante as pesquisas de campo, foram percorridas as drenagens superfi ciais, diversos aflorame tos, depressões fechadas, cavidades naturais subterrâneas e demais feições cársticas identificadas na região de estudo para que fosse possível realizar a seleção de geossítios. Estes foram identificad s e cadastrados utilizando-se uma ficha de campo adaptada dos trabalhos de Gray (2004), Brilha (2005; 2016), Pereira (2006) e Pereira (2010), cujos resultados foram resumidos nesse trabalho. A escolha dos geossítios baseou-se em critérios como elementos de interesse geológico e geomorfológico, seu estado de conservação e os aspectos culturais associados.

O inventário de sítios com interesse para a geodiversidade é o primeiro passo em qualquer estratégia de geoconservação, independentemente do tamanho da área sob análise. Uma estratégia de geoconservação baseia-se em várias etapas sucessivas: inventário quantitativo avaliação, conservação, interpretação e divulgação, e, finalme te, monitoramento (BRILHA, 2005).

No caso desta pesquisa, o inventário foi iniciado com o objetivo de subsidiar o desenvolvimento de um projeto geoturístico para a região. A partir da bibliografia consultada, foi estabelecida uma lista inicial dos sítios a serem visitados considerando, também, a experiência prévia dos autores.

Definidos os sítios, os autores iniciaram a etapa de levantamento dos dados em campo a fim de identificar e caracterizar os locais incluídos na lista de possíveis geossítios e reconhecer novos geossítios potenciais. Considerando que o interesse desta pesquisa é identificar geossítios com potencial para uso científico e educacional; a avaliação dos sítios considerou os critérios propostos por Gray (2004; 2013), Brilha (2005; 2016), Pereira (2006) e Pereira (2010).

A avaliação e caracterização dos sítios foi realizada por meio do preenchimento de uma ficha de campo contendo informações padronizadas para que seja possível a posterior comparação entre os sítios. A aplicação desta metodologia pode implicar na remoção de potenciais geossítios da lista preliminar porque o local não apresenta o potencial adequado, considerando os critérios selecionados.

Finalizada a etapa de levantamento de campo, a lista com os potenciais geossítios foi reavaliada e uma lista definitiva foi estabelecida. Cada sítio selecionado foi caracterizado, evidenciando suas características evolutivas, didáticas e seu potencial turístico, quando for o caso

Uma etapa importante do inventário é a avaliação do risco de degradação dos sítios. Esta informação é importante para a definição das estratégias para a geoconservação da área de estudo. A combinação de um sítio com alto valor (científico, educacional e/ou turístico), com um alto valor de degradação, por exemplo, justifica uma prioridade de elaboração de um plano de ação para uma determinada região (BRILHA, 2016).

Após a consolidação das informações coletadas em campo e da listagem dos sítios, a próxima etapa é a quantific ção. A quantificação é importante para diminuir a subjetividade associada a qualquer procedimento de avaliação. Esta é uma avaliação numérica e o seu resultado é uma lista ordenada de sítios, que é uma ferramenta poderosa para o estabelecimento de prioridades de gestão.

Os critérios para a quantificação não são fixos, mas devem ser feitas avaliações independentes, considerando o valor (científico, educacional e turístico) de uso de cada sítio. Tais critérios podem ser adaptados, dependendo da área de estudo em que serão aplicados. Os critérios utilizados nesta pesquisa foram compilados dos trabalhos de Lima (2008), Pereira (2010) e Brilha (2016).

Após a hierarquização dos sítios, o próximo passo foi a definiç o da lista dos geossítios. Para Brilha (2016), os geossítios são ocorrências in situ de elementos de geodiversidade com alto valor científico. Considerando que o interesse desta pesquisa é identifica geossítios com potencial para uso científico, educacional e turístico, o critério para a definição dos sítios da geodiversidade que terão status de geossítios foi ter a nota do valor de uso científico (VUC), educacional (VUE) e turístico (VUT) acima da média. Além disso, os sítios devem ter relevância nacional e internacional.

BREVE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A Unidade Espeleológica de Arcos-Pains abrange parcialmente os municípios de Arcos, Córrego Fundo, Doresópolis, Formiga, Iguatama, Pimenta, Piumhi e Pains, todos no estado de Minas Gerais (Figura 1). Tais municípios estão localizados na região denominada Centro-Oeste de Minas Gerais, conforme proposto pelo IBGE (2012). De acordo com o último censo demográfico, a principal fonte de renda dos municípios é o setor de mineração (IBGE, 2016).

Arcos é o maior município da Unidade Espeleológica, com cerca de 40.000 habitantes. Contudo, o município de Pains, com população de cerca de 8.351 habitantes (IBGE, 2016), é o que possui mais áreas carstificadas. A cidade é pequena e carece de infraestrutura de saúde, educação e saneamento; recebe água tratada, mas não possui sistema de tratamento de esgoto efetivo (IBGE 2016).

A Região Cárstica de Arcos-Pains localiza-se no extremo sul da Bacia Intracratônica do São Francisco, na parte sudeste do Cráton homônimo (Figura 2), na divisa com o Cinturão Orogenético Brasília. A principal unidade litoestratigráfica é o Supergrupo São Francisco, subordinados a frag-

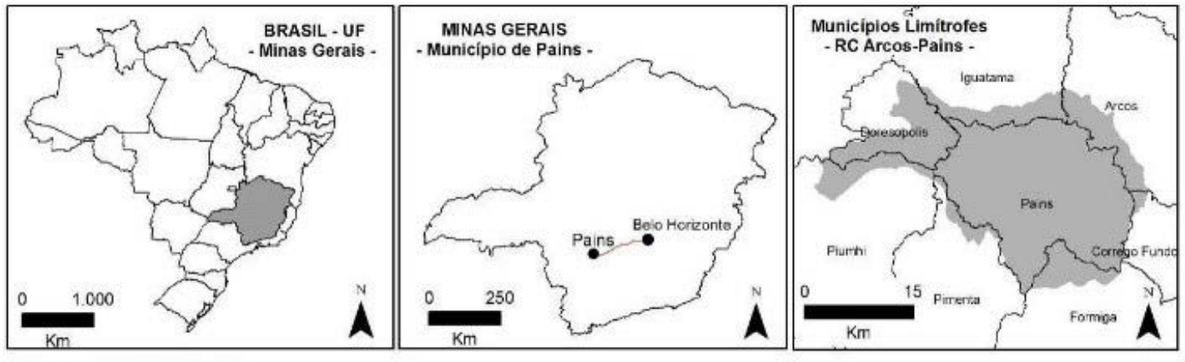


Figura 1: Localização da Região Cástica Arcos-Pains. O limite cinza no mapa à extrema direita representa a Região Cárstica Arcos-Pains (Fonte: Elaborado pelos autores).

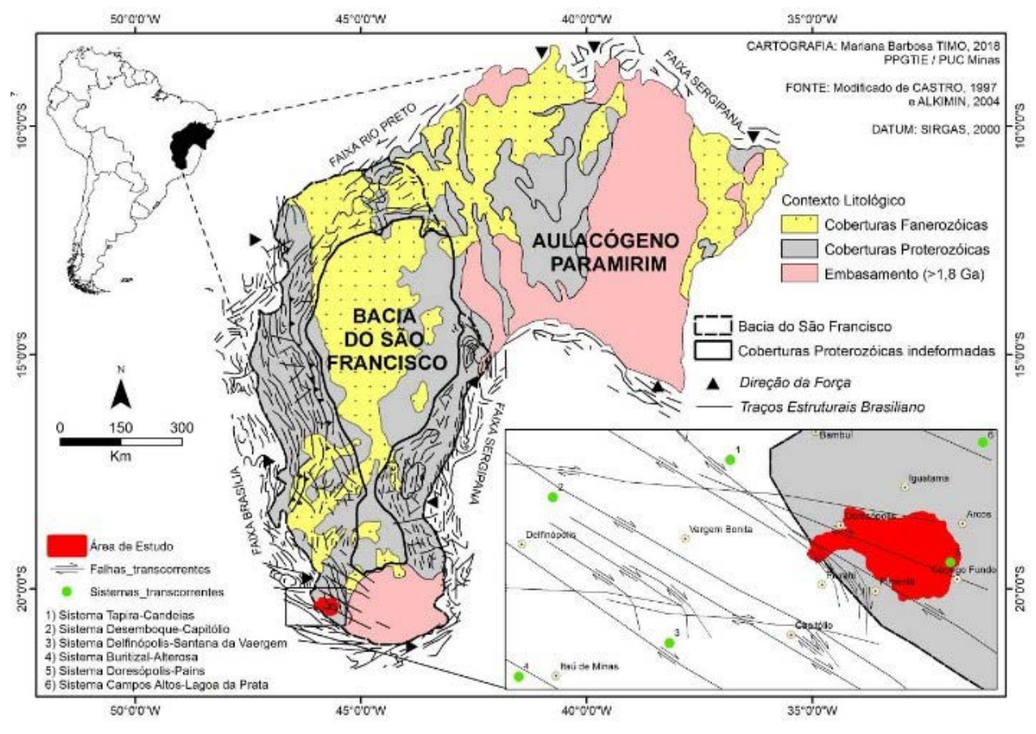


Figura 2: Localização do Cráton São Francisco e suas faixas no contexto geotectônico regional. Na porção sudoeste da Bacia do São Francisco, podem ser observados falhamentos transcorrentes associados à falhas de empurrão e o posicionamento da região estudada, evidenciada na cor vermelha (Fonte: Modificado de CASTRO, 1997, p. 51; ALKIMIN, 2004, p. 21).



Figura 3: Aspecto geral de um afloramento carbonático recoberto pela Mata Seca (Foto: Acervo pessoal).

RESULTADOS

O carste da região de Arcos-Pains é um expressivo exemplo de carste intertropical, por todas suas características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e arqueológicas.

A região apresenta boas condições de infraestrutura para desenvolvimento do geoturismo. A energia elétrica é bem distribuída regionalmente e as principais estradas são pavimentadas. Existem estradas não pavimentadas, mas que se encontram em condições aceitáveis para o trânsito de carros pequenos e ônibus de turismo.

As reservas minerais trouxeram inúmeros benefícios financeiros para os municípios. No entanto, o avanço gerou problemas ambientais comuns ao uso do solo em regiões cársticas. Como exemplo podemos citar perdas hídricas, contaminação de aquíferos, desmonte de afloramentos etc.

A quantificação do conjunto de sítios inventariados, no âmbito deste trabalho, demonstrou que a maioria destes locais (20) se localiza no município de Pains (MG) e consiste essencialmente em geomorfossítios cársticos. Aproximadamente metade do conjunto avaliado apresenta valor científico e educacional acima da média dos sítios avaliados (Tabela 1).

Dos trinta e cinco (35) sítios analisados, vinte e quatro (24) são cavernas e foram classifica os como tendo abrangência isolada. No entorno destes sítios existem feições exocársticas típicas de regiões cársticas como feições residuais (afloram ntos, verrugas, torres cársticas, etc.), dolinas, lagoas cársticas, surgências, sumidouros, marmitas (kamenitzas), além de diversos tipos de lapiás (karren).

Com relação à conservação destes locais, constatou-se que poucos sítios (4) estão inseridos dentro de algum tipo de área protegida, conforme categorias estabelecidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação- SNUC. Estes sítios são A Gruta da Cazanga, a qual teve o conjunto paisagístico tombado pela prefeitura de Arcos em 2009 e as cavernas Gruta dos Óculos (Pote), Loca da Mureta e Gruta do Zezinho Beraldo, que localizam-se dentro de RPPNs. Mesmo assim, grande parte dos sítios encontra-se em estados de conservação considerado excelente ou bom. Apenas cinco geossítios tiveram seu estado de conservação considerado ruim. As Grutas da Cazanga, do Zezinho Beraldo e Toca do Índio II tem muitas pichações e espeleotemas quebrados. Além disso, a Gruta da Cazanga tem muito resíduo de velas provenientes das romarias que eram realizadas em seu interior no passado. A Gruta Duca e a Toca da Igrejinha, além das pichações, são utilizadas como curral para o gado. Na entrada destas cavidades tem muito excremento de vaca e pisoteamento.

O conjunto amostrado mostrou-se relevante, apresentando principalmente importância ambiental (36%) e científica (33%). Os sítios são de fácil acesso, sendo que apenas um tem acesso moderado (Loca da Mureta) e um tem acesso considerado difícil (Gruta dos Óculos). É importante realizar uma aproximação com a comunidade local para a sensibilização quanto a geoconservação.

Valor de Uso Científico (VUC)		Valor de Uso Educacional (VUE)		Valor de Uso Turístico (VUT)		Valor de Conservação (VC)			Relevância (R)	
Cânion rio São Francisco	3,44	Cânion rio São Francisco	3,14	Cânion rio São Francisco	3,11	Cânion rio São Francisco	3,59	1	Cânion rio São Francisco	10,94
Cálice	3,24	Vale Seco	2,89	Gruta Ponte de Pedra	2,72	Cálice	3,32	2	Afloramentos Posse Grande	9,87
Gruta do Santuário	3,22	Lagoa dos Martins	2,82	Vale Seco	2,71	Afloramentos Posse Grande	3,28	3	Gruta do Brega	9,78
Gruta do Brega	3,22	Afloramentos Posse Grande	2,81	Gruta do Tio Rafa	2,64	Gruta do Brega	3,13	4	Cálice	9,70
Afloramentos Posse Grande	3,20	Torre Basculada	2,77	Afloramentos Posse Grande	2,63	Lagoa do Retiro	3,09	5	Lagoa dos Martins	9,43
Gruta do Aspargo	3,14	Gruta da Cazanga	2,72	Lagoa dos Martins	2,61	Lagoa dos Martins	3,08	6	Gruta do Santuário	9,38
Gruta do Mastodonte	3,06	Toca da igrejinha	2,72	Toca da igrejinha	2,60	Vale Seco	3,04	7	Gruta da Cazanga	9,27
Gruta da Cazanga	2,96	Gruta do Brega	2,71	Gruta do Brega	2,59	Gruta da Cazanga	3,02	8	Vale Seco	9,23
Lagoa dos Martins	2,94	Cálice	2,70	Torre Basculada	2,53	Gruta do Mastodonte	3,01	9	Gruta do Tio Rafa	9,13
Lagoa do Retiro	2,90	Gruta do Tio Rafa	2,67	Gruta do Sumidouro (N064)	2,52	Gruta do Tio Rafa	3,01	10	Gruta Ponte de Pedra	9,12
Gruta João Lemos	2,82	Gruta Ponte de Pedra	2,66	Gruta João Lemos	2,52	Gruta do Santuário	2,99	11	Lagoa do Retiro	9,02
Gruta do Tio Rafa	2,82	Gruta X001	2,65	Gruta Paranoá	2,50	Gruta X001	2,97	12	Gruta do Mastodonte	8,93
Gruta dos Óculos	2,78	Lagoa do Retiro	2,63	Gruta Zé da Fazenda	2,49	Gruta Ponte de Pedra	2,92	13	Gruta X001	8,83
Loca da Mureta	2,78	Gruta Paranoá	2,62	Gruta da Cazanga	2,48	Loca da Mureta	2,91	14	Gruta João Lemos	8,80
Gruta Ponte de Pedra	2,78	Gruta Zé da Fazenda	2,55	Gruta X001	2,47	Gruta João Lemos	2,90	15	Gruta do Aspargo	8,72
Vale Seco	2,74	Gruta do Sumidouro (N064)	2,52	Gruta do Santuário	2,47	Gruta do Aspargo	2,88	16	Gruta do Sumidouro (N064)	8,70
Gruta X001	2,74	Toca do Índio II	2,51	Cálice	2,46	Gruta do Sumidouro (N064)	2,83	17	Torre Basculada	8,68
Gruta do Sumidouro (N064)	2,74	Sumidouro do Tamboril	2,50	Toca do Índio II	2,45	Gruta dos Óculos	2,78	18	Gruta Paranoá	8,23
Sumidouro do Tamboril	2,56	Gruta Sorvetão	2,43	Lagoa do Retiro	2,39	Sumidouro do Tamboril	2,78	19	Sumidouro do Tamboril	8,23
Torre Basculada	2,56	Gruta João Lemos	2,40	Gruta do Mastodonte	2,34	Torre Basculada	2,75	20	Loca da Mureta	8,22
Gruta Paranoá	2,38	Gruta do Zezinho Beraldo	2,36	Gruta Sorvetão	2,31	Gruta do Zezinho Beraldo	2,59	21	Toca do Índio II	8,07
Gruta do Zezinho Beraldo	2,36	Gruta do Santuário	2,35	Gruta do Zezinho Beraldo	2,27	Gruta Paranoá	2,55	22	Gruta Zé da Fazenda	7,90
Toca do Índio II	2,36	Gruta U274	2,31	Gruta do Aspargo	2,27	Toca do Índio II	2,45	23	Toca da igrejinha	7,87
Gruta Sorvetão	2,34	Loca da Mureta	2,27	Uvalas	2,26	Gruta Sorvetão	2,45	24	Gruta Sorvetão	7,85
Gruta Mandengo	2,34	Gruta da Ninfeta	2,25	Sumidouro do Tamboril	2,26	Gruta Zé da Fazenda	2,43	25	Gruta dos Óculos	7,84
Loca do Retiro	2,26	Gruta do Mastodonte	2,25	Gruta da Ninfeta	2,25	Gruta Mandengo	2,38	26	Gruta do Zezinho Beraldo	7,79
Gruta da Ninfeta	2,22	Gruta Mandengo	2,25	Gruta Mandengo	2,25	Loca do Retiro	2,35	27	Gruta Mandengo	7,65
Gruta do Rala Coco	2,22	Gruta do Rala Coco	2,22	Gruta U274	2,25	Gruta da Casca Fina	2,32	28	Gruta U274	7,50
Gruta Zé da Fazenda	2,22	Gruta da Casca Fina	2,20	Gruta da Casca Fina	2,20	Toca da igrejinha	2,30	29	Gruta da Ninfeta	7,45
Gruta Teto Baixo (Q135)	2,22	Uvalas	2,20	Loca do Retiro	2,17	Gruta U274	2,30	30	Loca do Retiro	7,38
Gruta U274	2,22	Loca do Retiro	2,17	Gruta Duca	2,17	Gruta da Ninfeta	2,28	31	Gruta da Casca Fina	7,33
Gruta da Casca Fina	2,20	Gruta Duca	2,17	Gruta do Rala Coco	2,13	Gruta Duca	2,25	32	Gruta do Rala Coco	7,33
Uvalas	2,14	Gruta Teto Baixo (Q135)	2,01	Gruta Teto Baixo (Q135)	2,10	Gruta do Rala Coco	2,24	33	Uvalas	7,28
Gruta Duca	2,14	Gruta do Aspargo	1,91	Gruta dos Óculos	2,03	Uvalas	2,23	34	Gruta Duca	7,18
Toca da igrejinha	2,06	Gruta dos Óculos	1,82	Loca da Mureta	2,03	Gruta Teto Baixo (Q135)	2,18	35	Gruta Teto Baixo (Q135)	7,13
Média	**2,64**	**Média**	**2,46**	**Média**	**2,41**	**Média**	**2,73**		**Média**	**8,45**

Relevância Nacional

Relevância Regional

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Pereira (2010) e Brilha (2016).

Tabela 1: Síntese da quantificação dos sítios inventariados. Os sítios marcados de laranja são os que apresentaram valores acima da média em todas as categorias analisadas. Os sítios marcados de rosa são os classificados como sendo geossítios. O sítio marcado de azul é o geossítio que apresenta relevância internacional.

Durante a análise quantitativa dos sítios, diversos parâmetros precisaram ser adaptados das metodologias propostas por Lima (2008), Pereira (2010) e Brilha (2016). Mesmo Pereira (2010) tendo trabalhado com a região da Chapada Diamantina e tendo adaptado a metodologia para os padrões brasileiros, a Região Cárstica Arcos-Pains tem uma peculiaridade que é a carência de literatura científica. Desta maneira, as adaptações mais significat - vas estão relacionadas à este parâmetro. As escassas publicações científicas na região não implicam necessariamente que ela não tenha valor científico. Pode significar apenas que a região é nova para a comunidade científica e que nenhum trabalho científico significativo foi feito até agor

Foram identifica os três sítios com relevância internacional: o Cânion do rio São Francisco, os Afloramentos de Posse Grande e a torre cárstica conhecida como Cálice. O Cânion do rio São Francisco não se encontra dentro dos limites propostos para esta pesquisa. Contudo, o sítio foi incluído na amostra devido a sua destacada relevância.

Os parâmetros analisados para a avaliação qualitativa dos sítios inventariados foram agrupados em categorias de valores, destacando os aspectos relacionados aos objetivos da quantificação. A metodologia utilizada considerou os trabalhos propostos por Lima (2008), Pereira (2010) e Brilha (2016).

A primeira categoria analisada foi o Valor de Uso Científico (VUC). Nesta categoria dezoito (18) sítios apresentaram pontuação acima da média (Tabela 1). Estes sítios apresentam destacada relevância científica, são representativos, raros, tem uma alta diversidade de interesses associada e estão íntegros. Dois sítios considerados relevantes durante a etapa de coleta de dados não alcançaram pontuação suficiente para serem considerados com valor nesta categoria, são eles: Sumidouro do córrego Tamboril e a Gruta Paranoá. O Sumidouro do córrego do Tamboril não alcançou a média porque o sítio não tem qualquer referência em estudos científicos, a feição cárstica não é rara e tem poucos tipos de interesse associados. A Gruta Paranoá provavelmente tem padrões espeleométricos

de destaque. A Gruta foi topografada pelo Grupo Guano Espeleo. Contudo, o grupo não tem o registro da topografia. Além disso, a gruta encontra-se dentro de área industrial, sendo que seu acesso só é possível mediante liberação do proprietário do empreendimento. Foi possível notar impactos advindos da proximidade com a atividade industrial na cavidade, como pichações e poeira. Atualmente a empresa delimitou fisicamente uma área no entorno da caverna e a vegetação nativa encontra-se em estágio secundário de regeneração. A melhora no ambiente devido a esta prática é visível.

A segunda categoria analisada foi o Valor de Uso Educacional (VUE). Nesta categoria dezoito (18) sítios apresentaram valores acima da média (Tabela 1). Estes sítios apresentaram destacada relevância didática, além de apresentarem baixa vulnerabilidade à visitação, acessibilidade, pouca ou nenhuma restrição de acesso, logística facilitada, singularidade e associação com outros valores. Outros dois (02) sítios apresentam relevância didática, mas não alcançaram a pontuação necessária para serem considerados com valor nesta categoria, são eles: a Gruta João Lemos e a Loca da Mureta. A Gruta do João Lemos, apesar de ser bastante didática, apresenta dificulda es de progressão em seu interior, o que teve por consequência a limitação de visitação para estudantes do ensino médio. Já a Loca da Mureta é o contrário. A cavidade não apresenta dificuldades de progressão e, apesar de ser uma caverna, é um sítio de área devido a presença de elementos exocársticos relevantes em seu entorno, mas a sua acessibilidade é moderada, sendo necessário um longo trecho de caminhada a pé para a sua visitação.

A terceira categoria analisada foi o Valor de Uso Turístico (VUT). Também dezoito (18) sítios obtiveram pontuação acima da média nesta categoria (Tabela 1). Os sítios classificados reúnem atributos que conferem potencial de utilização turística como beleza cênica, acessibilidade, potencial interpretativo, logística facilitada e singularidade. Dois (02) sítios com potencial de utilização turística não obtiveram pontuação suficiente para serem considerados com valor nesta categoria: Grutas do Zezinho Beraldo e Lagoa do Retiro. A Lagoa do Retiro localiza-se na mesma propriedade da Gruta X001, que foi pontuada nesta categoria. Contudo, por não ser uma feição cárstica singular, a lagoa não conseguiu a pontuação necessária. Importante ressaltar que a propriedade já possui infraestrutura de lanchonete e restaurante suficiente para receber turistas e estudantes. A Gruta do Zezinho Beraldo é bastante volumosa e apresenta beleza cênica considerável. Contudo, a localidade não apresenta cobertura de telefonia celular e fica a mais de 15 km de distância dos serviços de emergência. Além disso, as condições socioeconômicas do núcleo urbano mais próximo são inferiores às da média dos núcleos urbanos da área de pesquisa.

O Valor de Conservação (VC) também foi quantificado. Este valor indica as regiões onde as ações de geoconservação devem ser priorizadas. Vinte (20) sítios foram classificados nesta categoria (Tabela 1). Os parâmetros que conferiram este valor aos sítios foram os que apresentaram maior vulnerabilidade ou não estão localizados em unidades de conservação constituídas. O Cânion do rio São Francisco alcançou a marca do primeiro lugar não só nesta categoria, mas também em todas as outras analisadas. Mesmo assim, a região sequer é protegida por uma unidade de conservação, mesmo que não implementada. Existem esforços do grupo de espeleologia local, o Espeleogrupo Pains (EPA) de estabelecer uma unidade de conservação na região. Contudo as ações ainda estão em fase de planejamento.

Cada sítio teve seu Risco de Degradação (RD) avaliado independentemente. Esta categoria de avaliação é importante para a quantificação dos impactos potenciais a que o sítio estará exposto e a viabilidade da sua utilização. Um sítio com alto valor de uso e com alto risco de degradação deve ser utilizado somente mediante a aplicação medidas de controle efetivas.

Nenhum dos sítios apresentou alto Risco de Degradação (RD). A maioria foi classificada como tendo risco moderado e onze (11) sítios apresentaram baixo RD. Os sítios com maior RD foram as Grutas Brega e Santuário, que já recebem visitação turística sem o planejamento adequado, e o Cânion do Rio São Francisco. Os sítios com menor RD foram a Loca da Mureta e a Gruta dos Óculos, devido à dificuldade de acessibilidade destes locais

Os sítios foram hierarquizados em uma categoria de Relevância (R). Esta categorização levou em consideração o potencial de uso científico dos sítios (que recebeu um peso maior), além dos potenciais de uso educacional e turístico e de seu risco de degradação. Um (01) geossítios alcançou relevância internacional: Cânion do rio São Francisco. Além destes, outros quinze (16) sítios tiveram pontuação suficiente para serem categorizados com relevância nacional. Entre eles estão as Grutas Brega e Santuário, o Vale Seco de Corumbá e a Gruta do Mastodonte, onde fósseis da espécie de mastodonte Haplomastodon waringi foram encontrados (Tabela 1).

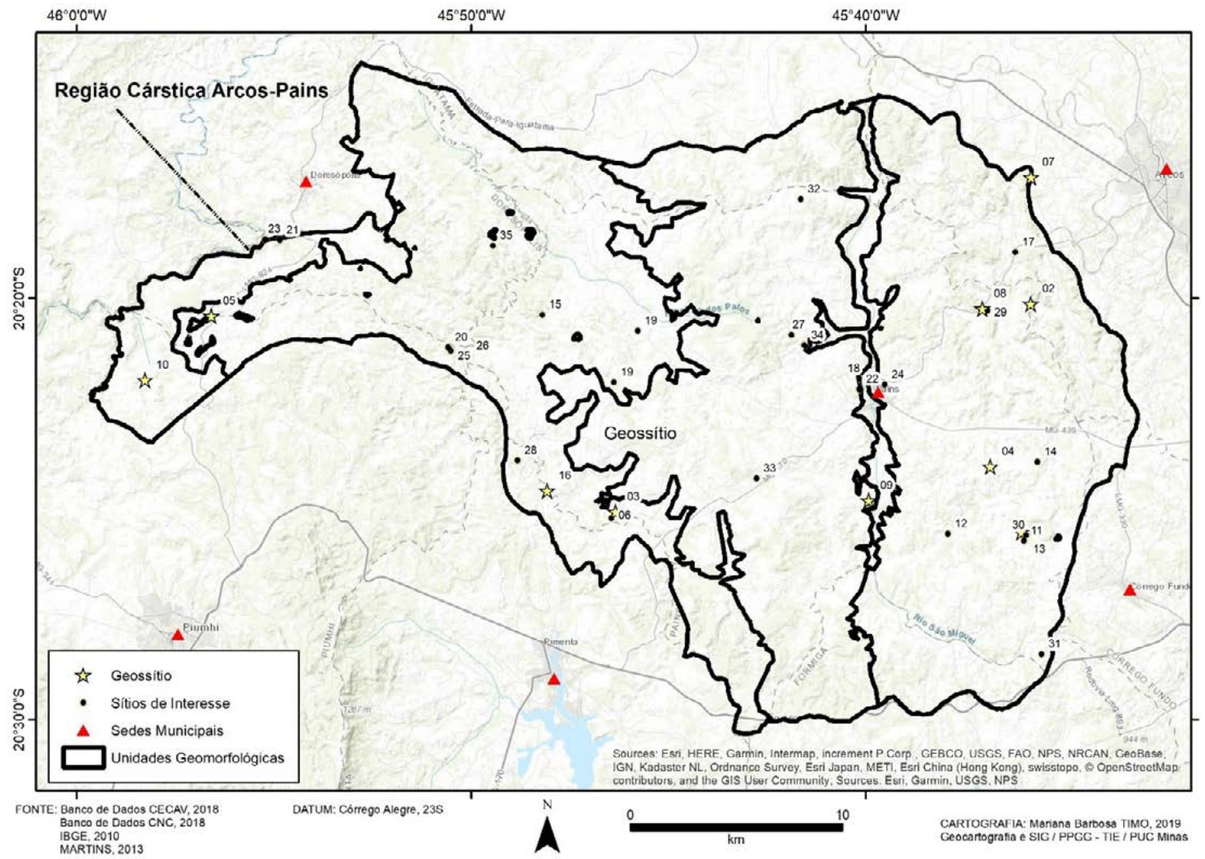


Figura 4: Localização dos sítios inventariados na Região Cástica Arcos-Pains (Fonte: Elaborado pelos autores). A relação de nomes e números dos sítios encontra-se na Tabela 1.

Ao final da quantificação, onze (11) sítios foram classificados como geossítios. Estes sítios tiveram os valores de uso científico, educacional, turístico e de conservação acima da média e relevância nacional. Destaque para o Cânion do Rio São Francisco que alcançou relevância internacional (Figura 4).

CONCLUSÕES

A região é considerada um importante exemplo do carste intertropical brasileiro detentor de inúmeros exemplos locais de interesse geológico e geomorfológico. Dentre os mais significativos é possível citar as grutas do Éden, Santuário e do Brega. Além destas feições destacam-se a Lagoa do Retiro, a Uvala de Corumbá e os extensos afl - ramentos localizadas na região de Posse Grande.

Mesmo com o potencial identificado até o momento, nota-se que o investimento em políticas públicas voltadas para a preservação ambiental deste Patrimônio ainda é muito tímido e a região vem sofrendo grande pressão antrópica devido às atividades de extração e beneficiamento do calcário, agropecuária, expansão urbana e turismo informal. Atualmente existem três unidades de conser-

vação na região: 1) o Monumento Natural Jardins do Éden, que tem a finalidade de proteger a gruta do Éden, uma das maiores grutas brasileiras; 2) o Parque Natural Municipal Dona Ziza, na entrada do município de Pains e onde funciona o Museu Arqueológico do Carste do Alto do São Francisco e 3) a Estação Ecológica de Corumbá, que preserva uma parcela representativa dos ambientes naturais de Arcos e conta, também, com um Núcleo Museológico, embora atualmente esteja desativado devido a um desmoronamento ocorrido em 2007.

É importante ressaltar que a região não dispõe de infraestrutura capaz de comportar um turismo em larga escala, sendo necessário significativos investimentos para que o geoturismo se estabeleça efetivamente na região. O incremento das pesquisas voltadas ao estabelecimento deste tipo de prática turística terá como consequência a ampliação do conhecimento dos processos favoráveis ao desenvolvimento deste carste e a caracterização de outros sítios geológicos e geomorfológicos representativos.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas de pesquisa concedidas aos autores.

REFERÊNCIAS

ALKMIM F. F. O que faz de um cráton um cráton? O cráton do São Francisco e as revelações almeidianas ao delimitá-lo. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO. C.D. R.; BRITO NEVES; B. B. (Orgs). Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo: Beca, 2004. p.17-35.

ALKMIN, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. A Bacia Intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001, p. 9-30.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. Geoheritage, Braga, n. 8, pp. 119-134, 2016.

BRILHA, J. Patrimônio Geológico e Geoconservação: A conservação da Natureza em sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 2005. 183p.

CASTRO, P. de T. A. Os Conglomerados Associados ao Grupo Bambuí na Porção Sudoeste do Cráton do São Francisco: Sedimentologia, Estratigrafia e Implicações Tectônicas. 1997. 295f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1997.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, escala 1:1.000.000, 2003. Disponível em: <http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>. Acesso em 17 fev. 2013

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Piumhi- SF.23-V-B-II, escala 1:100.000: nota explicativa./André Ribeiro, Fábio Vito Pentagna Paciullo, Aracy Souza Senra, Cláudio de Morrison Valeriano, Rudolph Allard Jonnhanes Trouw - Minas Gerais: UFRJ/CPRM, 2008.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Projeto Geoparques. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=134>. Acesso em 27 jan. 2014

DAY, M. J. Human impacts on Caribbean and Central American karst. Catena Supplement, v. 25, p. 109-109, 1993.

FORD, D. C.; WILLIAMS, P. Karst geomorphology and hydrology. United Kingdom: Wiley, 2007.

GAMS, I.; NICOD, J.; JULIAN, M.; ANTHONY, E.; SAURO, U. Environmental Change and Human Impacts on the Mediterranean Karsts of France, Italy and the Dinaric Region. Catena Supplement, v. 25, p.59-59, 1993.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature. Chichester: John Wiley & Sons. 2004.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature. 2. Ed. Chichester: John Wiley & Sons. 2013.

HADDAD, E. A. Influênci Antrópica na Qualidade da Água da Bacia Hidrográfic do rio São Miguel, Carste do Alto São Francisco, Minas Gerais. 2012. 156f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Geografia, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/MPBB-7LBML5/disserta__o_eduardo_ haddad.pdf;jsessionid=171A9F40106C8951EE926E05A86EF812?sequence=1> Acesso em 10 jun. 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades: Minas Gerais, 2016. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em 26 ju. 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estado de Minas Gerais: mesorregiões, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapas de biomas do Brasil, 2004. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov/biomas2/viewer.htm>. Acesso em 13 fev. 2013

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2013. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/ portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf> Acesso em 20 set. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE METEREOLOGIA (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/ portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_conv_graf> Acesso em 20 jan. 2013.

LOBO, H.A.S.; TRAVASSOS, L.E.P. Cave tourism in Brazil: General aspects and trends from the beginning of the 21st century. ACKMA Journal, New York, v. 93, p. 6-14, 2013.

KARMMAN, I. Evolução Dinâmica Atual do Sistema Cárstico do Alto Vale do Ribeira de Iguape, Sudeste do Estado de São Paulo. 1994. 228f.Tese (Doutorado em Geologia), Universidade de São Paulo.

KRANJC, A.; TRAVASSOS, L.E.P. A importância do carste e das cavernas eslovenas para atividades militares ao longo da história: atividades de arqueologia histórica. In: SANTOS, J. de S. (Org.). Ensaios de Arqueologia. Campina Grande: UEPB, 2009. p.13-34.

MARTINS NETO, M. A.; PINTO, C. P. A Bacia do São Francisco: definição e base de dados. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001. p. 1-30.

MARTINS-NETO, M. A; ALKMIN, F. F. Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do paleocontinente São Francisco e suas margens: registro da quebra de Rodínia e colagem de Gondwana. In: PINTO, C. P.; MARTINS-NETO, M. A. (Ed.), Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001, p. 31-54.

PEREIRA, P.J.S. Património geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural do Montesinho. 2006. 395 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Especialidade em Geologia, Universidade do Minho, Lisboa, 2006. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/ handle/1822/6736?locale=fr>. Acesso em: 15 fev. 2018.

PEREIRA, R.G.F.A. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia - Brasil). 2010. 318 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Especialidade em Geologia, Universidade do Minho, Lisboa, 2010. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10879/1/Tese.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2018.

RODRIGUES, B.D. Identificação e mapeamento das matas secas associadas ao carste carbonático de Santo Hipólito e Monjolos, Minas Gerais. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Tratamento da Informação Espacial, Belo Horizonte. Disponível em: <http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/TratInfEspacial_Rodrigues BD_1.pdf>. Acesso em 03 jan. 2014.

RODRIGUES, B.D.; TRAVASSOS, L.E.P. Matas Secas, Carste e Sensoriamento Remoto: uma proposta de integração das temáticas. Novas Edições Acadêmicas, 2016.

SAURO, U. Towards a preliminary model of a Karst Geo-Ecosystem: the example of the Venetian Fore-Alps. Karst, v. 99, p. 165-170, 1999.

WILLIAMS, P. W. Environmental change and human impact on karst terrains: an introduction. Catena, v.25, n. 1, p. 1-19, 1993.

Volumoso salão da Gruta do Zé Brega, Pains, MG. É possível observar nas paredes do conduto a marca do nível d'água, que em períodos de cheia, ocupa parte da cavidade.

foto: Gabriel Lourenço

Estudo hidrogeológico da zona de recarga na lagoa e córrego do Matadouro e sua interação com o aquífero cárstico de Sete Lagoas (MG)

Pedro Henrique da Silva ASSUNÇÃO (1)
Paulo Henrique Ferreira GALVÃO (2)

(1) Universidade Federal de Ouro Preto Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG)
(2) Universidade Federal de Minas Gerais Campus Pampulha, Belo Horizonte (MG)

RESUMO

Aquíferos cársticos são importantes reservatórios de água potável, porém extremamente vulneráveis à contaminação. Em Sete Lagoas a maior parte da água para o abastecimento humano é proveniente do aquífero cárstico, constituído pelas rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas do Grupo Bambuí. O crescimento urbano acelerado e sem planejamento do município provocou o aumento da demanda de água ocasionando uma superexplotação, além de problemas como subsidências e contaminação do aquífero. A área de estudo está na zona urbana de Sete Lagoas, onde há três poços que estão captando água contaminada por esgoto e matéria orgânica, sendo a lagoa e córrego do Matadouro as possíveis fontes desse impacto, indicando prováveis conexões com o aquífero. Assim, buscou-se investigar essas conexões entre as zonas de recarga e o aquífero cárstico e avaliar os impactos na quantidade e qualidade das águas subterrâneas, por meio do sensoriamento remoto e geoprocessamento, mapeamento geomorfológico e ambiental, levantamento de dados químico-biológicos e climatológicos, análise de parâmetros físico-químicos, além de um teste de aquífero de 48 horas. Foi possível identificar dolinas e uvalas consideradas feições de recarga autogênica e concentrada, além disso, observaram-se impactos ambientais próximos a zonas de recarga. Constatou-se que a dinâmica hídrica da lagoa do Matadouro é influenciada pela hidrodinâmica regional do aquífero e que não houve mudanças nas condições hidráulicas dos condutos cársticos locais. As contaminações por coliformes, escherichia coli, nitrito e por matéria orgânica indicaram conexão hídrica da lagoa e do córrego do Matadouro com o aquífero.

ABSTRACT

Karst aquifers are important reservoirs of drinking water and are highly vulnerable to contamination. In the urban area of Sete Lagoas there are wells extracting sewage and organic matter-contaminated waters, being the Matadouro's pond and stream the potential sources, indicating potential connections with the aquifer. Thus, to investigate these diff rences between recharge and aquifer connections and evaluate changes in water quantity and quality remote sensing and geoprocessing, geomorphological and environmental mapping, chemical-biological, climatological data, physical-chemical data, and a 48-hour aquifer test were made. Dolines and uvalas were identified autogenous recharge features. In addition, environmental impact near recharge zones were noted. The hydrodinamic of the Matadouro's pond is influenced by regional hydrodynamics of the aquifer and has no control over the water conditions of the local karst conduits. Contamination of coliforms, escherichia coli, nitrite, and organic matter indicated water connection between pond and the Matadouro stream with the aquifer.

INTRODUÇÃO

Nos aquíferos cársticos a ação da água subterrânea e as condições geológicas possibilitam o desenvolvimento de uma rede complexa de condutos subterrâneos por onde a água pode ser armazenada e fluir com facilidade. A alta velocidade do fluxo subterrâneo permite que os contaminantes alcancem as águas subterrâneas rapidamente sem tempo suficiente para se degradarem, tornando esse tipo de aquífero mais vulnerável a impactos antrópicos (GOLDSCHEIDER & DREW, 2007).

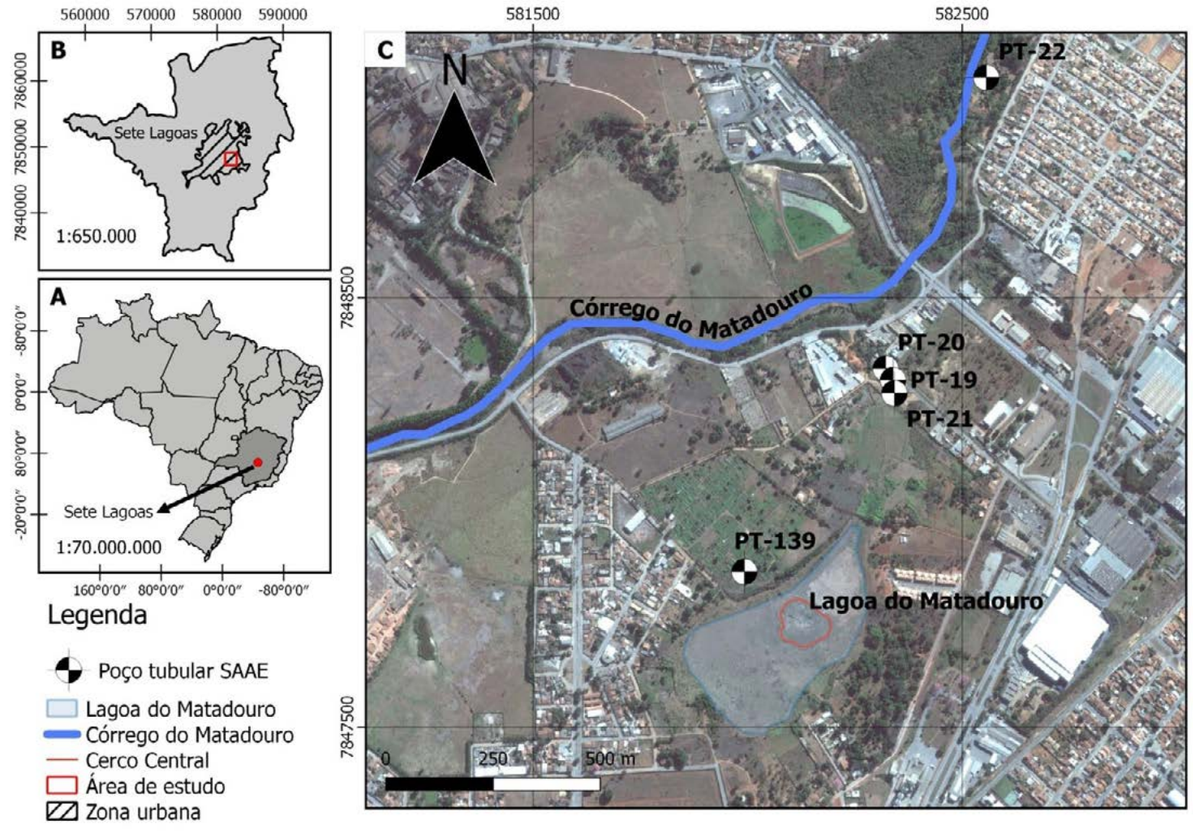


Figura 1 - Localização da área de estudo, com seus respectivos posicionamentos no estado de Minas Gerais (A) e território do município de Sete Lagoas (B), mostrando os poços do SAAE, a lagoa e o córrego do Matadouro. Fonte: Google Earth.

A área estudada está no centro urbano de Sete Lagoas (MG), sobre o aquífero cárstico formado por calcários pertencentes à Formação Sete Lagoas, que fornece a maior parte da água para o abastecimento público (PESSOA, 1996; GALVÃO, 2015), onde os poços tubulares PT-19, PT-20 e PT-21 do SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) estão captando águas contaminadas por esgoto e matéria orgânica (Figura 1).

Portanto, foram levantadas algumas questões neste trabalho. A primeira é se existe uma conexão entre a lagoa/córrego e o aquífero, a ponto dos impactos ambientais na lagoa/córrego de se-

rem possíveis fonte de contaminação da água nos poços. A segunda questão é se essa matéria orgânica, associada a sedimentos terrígenos, ao infiltr - rem nas zonas de recarga, podem estar obstruindo condutos cársticos a ponto de diminuírem os parâmetros hidráulicos do aquífero. A última questão levantada é por qual(ais) motivos a lagoa do Matadouro deixou de ser perene e passou a ser intermitente. O objetivo principal é a investigação de possíveis conexões entre pontos de recarga presentes na lagoa e no córrego do Matadouro e os condutos cársticos do aquífero que são interceptados por esses poços, além da avaliação de impactos qualitativos e quantitativos das águas subterrâneas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do trabalho inicialmente foi feita a revisão bibliográfi a, um levantamento de dados químicos e biológicos para avaliação dos impactos na qualidade das águas subterrâneas, além de levantamento de dados climatológicos (normais climatológicas de 1993 a 2015 – estação meteorológica OMM83586, coordenadas 19º27'36"S e 44º15'00"W) para avaliação da influência do clima sobre a hidrodinâmica do aquífero local via balanço hídrico.

Sensoriamento remoto e geoprocessamento foram utilizados para fotointerpretação e levantamento feições cársticas (FORD & WILLIAMS, 2007), uso e ocupação da terra e mapas de superfície potenciométrica, por meio do software QGIS 2.18. Posteriormente, foi realizado o mapeamento de campo geomorfológico para confirmação feições cársticas, além das condições ambientais e interferências antrópicas na lagoa e suas adjacências.

Para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos (condutividade hidráulica - K, transmissividade - T e coeficiente de armazenamento - S) do aquífero foi feito um teste de aquífero de 48 horas com vazão constante e, concomitantemente, a leitura dos parâmetros físico-químicos por meio do Multiparâmetro Ultrameter IITM. Estabeleceu-se o PT-19 como poço bombeado e o PT-21 como poço observado e, para interpretação dos resultados, adotou-se os métodos de Theis (1935) e Cooper & Jacob (1946), os quais propõem soluções gráficas para a equação geral do fluxo subterrâneo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise geomorfológica identificou, no centro da lagoa do Matadouro, 16 dolinas e 4 uvalas, classificadas como formas cársticas de recarga (entrada), além de uma dolina na margem esquerda do córrego do Matadouro interconectada com o aquífero desviando o fluxo de água principal (Figura 2). A recarga é feita pela infiltração difusa pelo solo (recarga alogênica) ou pelas fissuras ou concentrada pelo canal principal de fluxo (recarga autogênica).

O mapa de uso e ocupação identificou 6 classes do uso da terra, indicando alterações antrópicas. Há contaminação por matéria orgânica e esgoto, evidenciada pelas concentrações de nitrito, coliformes e escherichia coli. A distância próxima das feições geomorfológicas de recarga apontam a lagoa e o córrego como possíveis fontes de contaminação do aquífero (Figura 3).

O balanço hídrico indicou que a precipitação se manteve com médias anuais de cerca de 1320 mm/ano, enquanto a média da evapotranspiração real foi de 860 mm/ano (Figura 4). Esses dados não indicam mudanças significativas nas precipitações, nem nas evapotranspirações reais médias que justifiquem uma influência climatológica suficiente para mudar a quantidade de água nos reservatórios superficiais e subterrâneos

Por outro lado, o rebaixamento regional do aquífero local provocado pela explotação possui influência direta na condição hidrogeológica da lagoa do Matadouro, sobretudo na sua condição intermitente. Os mapas da superfície potenciométricas indicam que o sentido do fluxo da água subterrânea acontece da lagoa e córrego do Matadouro para os poços analisados (Figura 5).

Os parâmetros hidráulicos se mantiveram em relação ao teste realizado por Galvão (2015) indicando que não houve mudanças significativas nas condições geológicas dos condutos do aquífero (Tabela 1). O teste indicou que a água retirada pelo bombeamento é proveniente de um mesmo conduto, ou zona carstificada, uma vez que não foram observadas grandes variações na curva do rebaixamento pelo tempo e não houve variações bruscas nos parâmetros físico-químicos que representasse, por exemplo, a entrada de água superficial no aquífero, como a possível retirada de água da lagoa ou córrego do Matadouro.

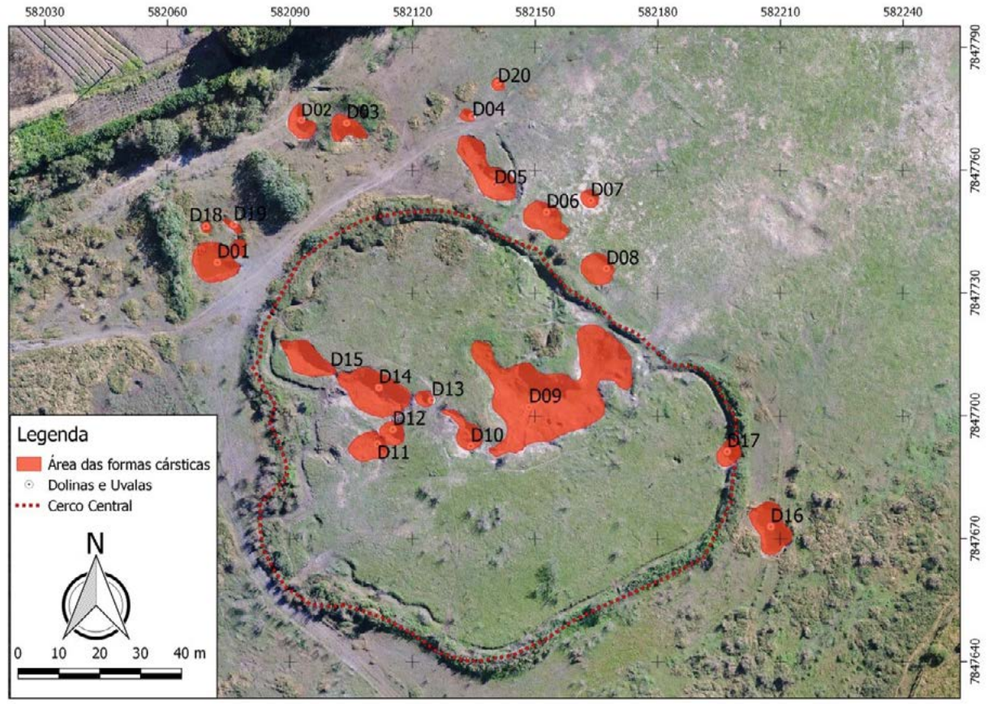


Figura 2 - Mapa das formas cársticas de recarga no interior da lagoa do Matadouro identific - das pelo sensoriamento remoto e mapeamento de campo. Fonte: Imagens obtidas por drone.

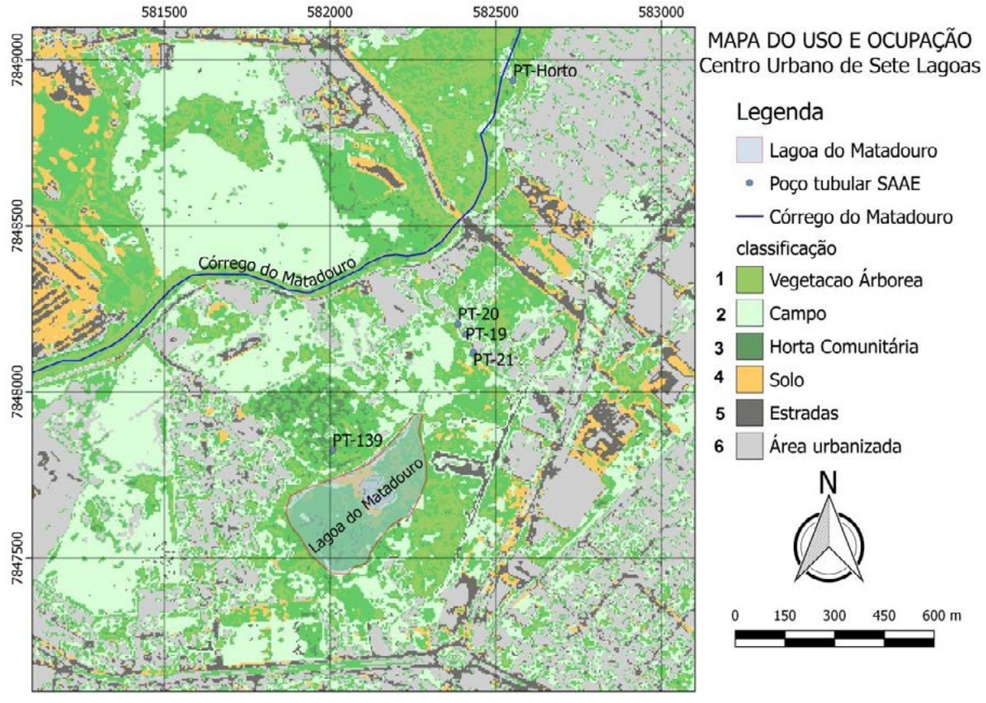


Figura 3 - Uso e ocupação da área de estudo identificando 6 classes: vegetação arbórea, campo, horta comunitária, solo, estradas e área urbanizada. Fonte: imagens de satélite RapidEye fornecido pelo Ministério de Meio Ambiente pelo GeoCatalago.

Ao considerar todos os aspectos analisados que influenciam no contexto hidrogeológico da área, propõe-se um modelo conceitual que abrange todos os processos envolvidos na dinâmica hídrica do aquífero cárstico local. A geologia local foi construída baseando-se no perfil construtivo do poço PT-19, onde se observa as camadas de sedimentos inconsolados cenozoicos, seguido da rocha intemperizada (epicarste) e a rocha carbonáticas inalteradas, tratando-se, portanto, de um aquífero livre. A sazonalidade e o dinamismo hidráulico são representados pelos dois blocos diagramas durante os períodos seco e chuvoso e a variação do nível da água, constituindo-se a condição intermitente da lagoa do Matadouro (Figura 6).

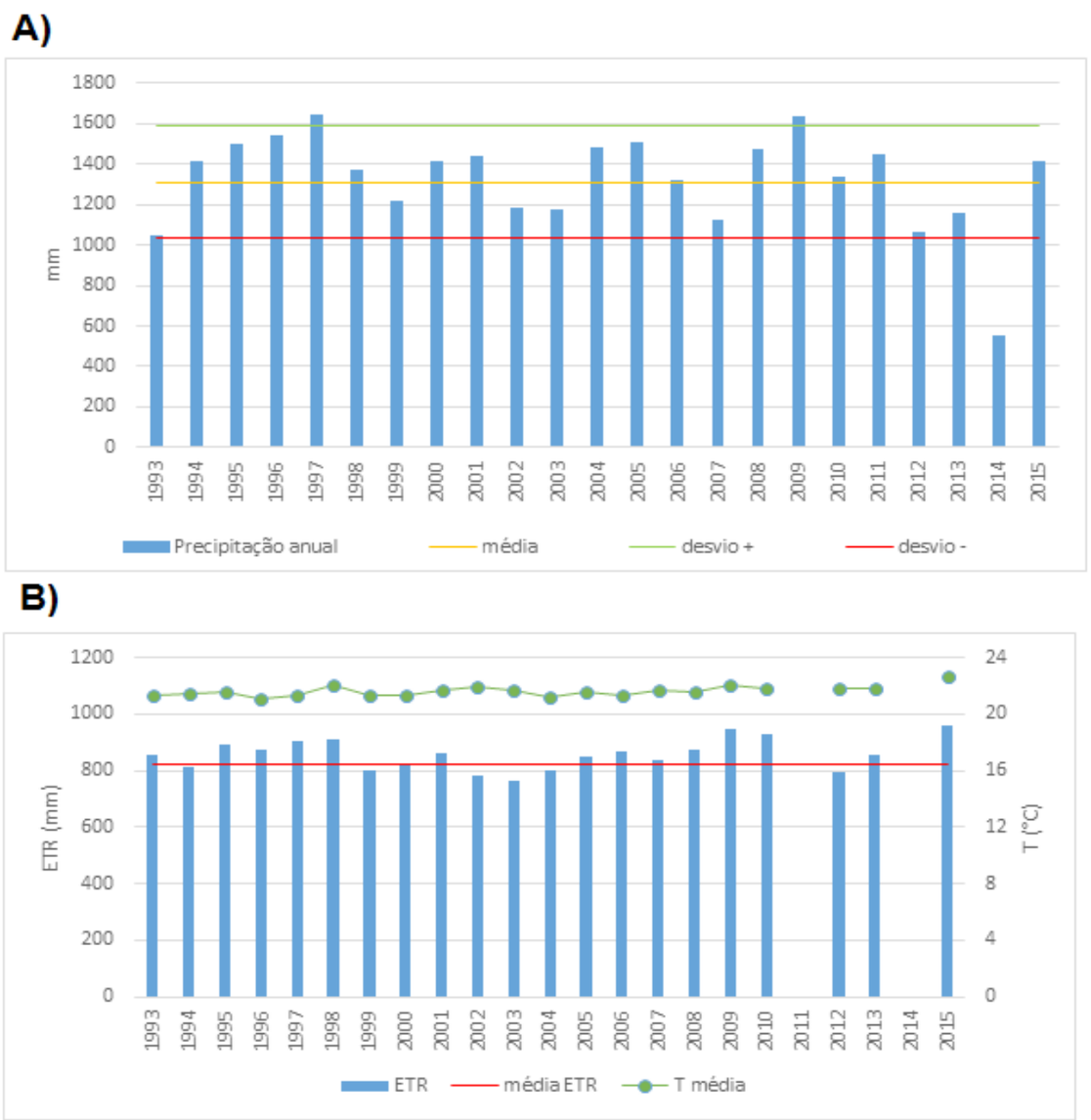


Figura 4 – Gráficos confeccionados a partir do balanço hídrico. A) Precipitação anual em milímetros durante o período 1993 - 2015, com a média e desvio padrão B) Evapotranspiração real anual em milímetros durante o período 1993 - 2015, e com a média e a variação da temperatura (°C).

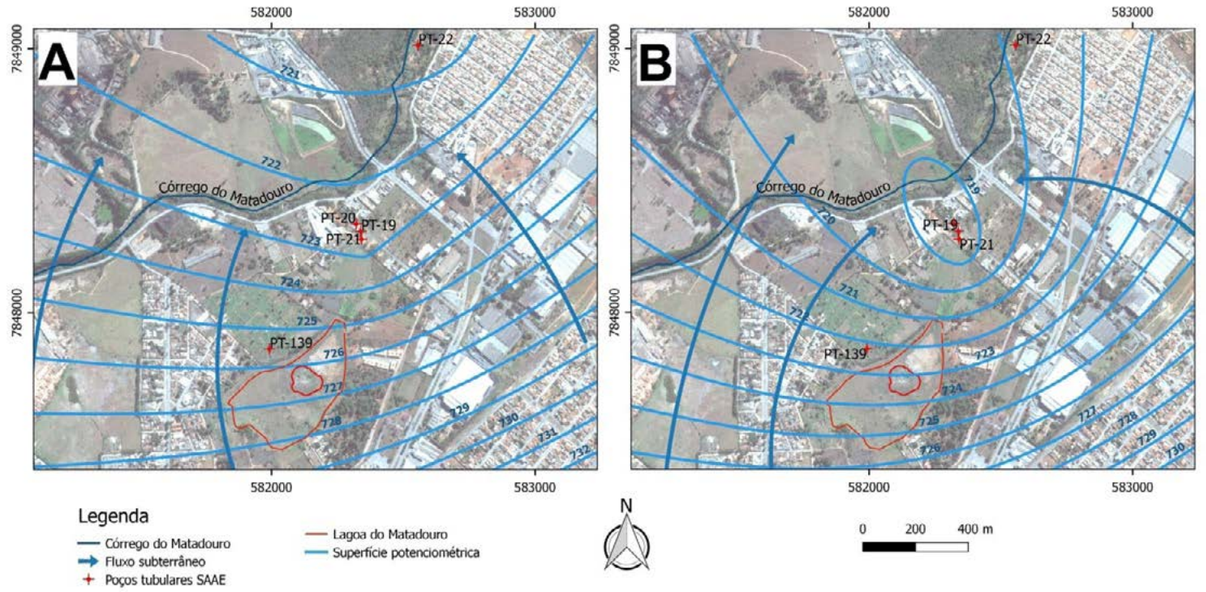


Figura 5 - Mapas da superfície potencimétrica da área de estudo indicando o sentido do fluxo da água subterrânea para N. (A) Mapa considerando os níveis estáticos (B) e mapa considerando o bombeamento do poço PT-19 após 48 horas. Fonte: Google Earth.

Parâmetros hidrodinâmicos	Cooper-Jacob			Theis		
	T (m^2/s)	S	K (m/s)	T (m^2/s)	S	K (m/s)
2011 (GALVÃO 2015)	$1,08 \times 10^{-2}$	$4,37 \times 10^{-5}$	$2,17 \times 10^{-4}$	$1,18 \times 10^{-2}$	$4,22 \times 10^{-5}$	$2,36 \times 10^{-4}$
2019	$1,24 \times 10^{-2}$	$13,88 \times 10^{-5}$	$2,48 \times 10^{-4}$	$1,13 \times 10^{-2}$	$9,86 \times 10^{-5}$	$2,25 \times 10^{-4}$

Tabela 1 – Comparação dos métodos de intepretação dos testes de aquíferos realizados em 2011 e 2019

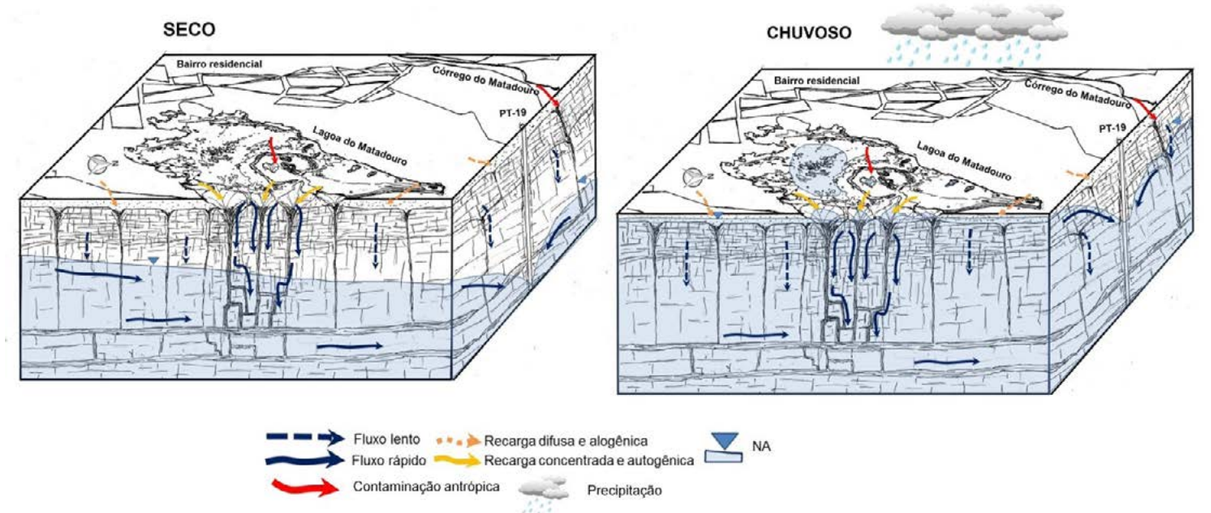


Figura 6 - Ilustração do modelo hidrogeológico conceitual da área de estudo representando todos os processos envolvidos na dinâmica hídrica do aquífero cárstico local.

CONCLUSÕES

A lagoa e córrego do Matadouro são zonas de recarga do aquífero cárstico, com dois tipos de recarga e infiltração: autogênica e concentrada através das dolinas e uvalas, e alogênica e difusa por meio da percolação no solo e epicarste. Os parâmetros hidráulicos e dados climatológicos não apontaram impactos na quantidade da água subterrânea, embora seja influ nciado pela hidrodinâmica regional. A contaminação por nitrito é superficial e recente via esgoto, confirmada por dados bacteriológicos devido a presença de coliformes e escherichia coli. Essas evidências indicam a conexão hidráulica com o aquífero.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Ouro Preto pelo Laboratório de Recurso Hídrico Subterrâneos da UFOP (HidroUFOP), ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto, a SEE e ao PET – Engenharia Geológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COOPER, H.H., Jacob, C.E. A generalized graphical method for evaluating formation constants and summarizing well field history. Am. Geophys. Union Trans, v.27, p. 526–534, 1946.

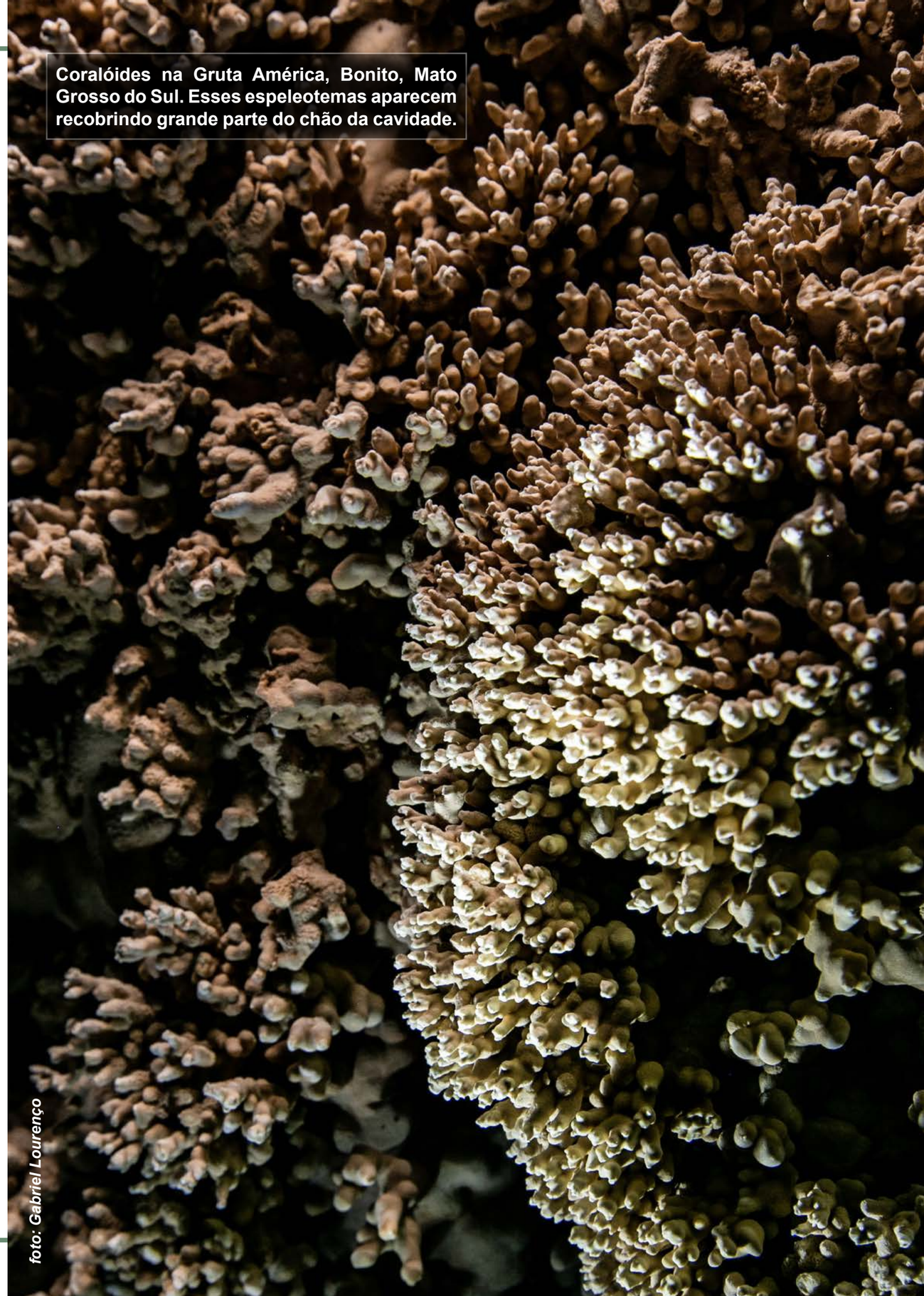
FORD, D. C. & Williams, P. W. Karst geomorphology and hydrology. 2.ed. rev. e atual Wiley&Sons, 2007, 448 p.

GALVÃO, P.H.F. Modelo hidrogeológico conceitual de Sete Lagoas (MG) e implicações associadas ao desenvolvimento urbano em regiões cársticas. 2015. 203p. Tese. (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

GOLDSCHEIDER, N., DREW, D. Methods in Karst Hydrogeology: IAH: International Contributions to Hydrogeology, 2007, p.26.

PESSOA, P.F. Caracterização hidrogeológica da região cárstica de Sete Lagoas-MG: potencialidades e riscos. 1996. 203p. Dissertação. (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

THEIS, C.V. The relation between the lowering of the piezometric surface and therate and duration of discharge of a well using ground-water storage. Am. Geophys. UnionTrans., v.16, p.52– 519, 1935.



Coralóides na Gruta América, Bonito, Mato Grosso do Sul. Esses espeleotemas aparecem recobrindo grande parte do chão da cavidade.

foto: Gabriel Lourenço

Caracterização Geomecânica do Maciço Rochoso da Gruta do Pião, Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais

Syro Gusthavo LACERDA;
Guilherme Passos RIBAS;
Léo Henrique do Carmo BARBOSA;

Universidade Federal de Ouro Preto Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG)
Sociedade Excursionista e Espeleológica - SEE

RESUMO

A Gruta do Pião está inserida no Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB), localizado no sudeste do estado de Minas Gerais. O PEIB é o parque estadual mais visitado do estado e contou com mais de 80.000 turistas no ano de 2018. A visitação intensa em Unidades de Conservação, sobretudo em ambientes naturalmente frágeis, como as cavidades naturais subterrâneas, podem provocar impactos negativos e quebrar o elo da biodiversidade de seu entorno. Além disso, as condições de estabilidade geotécnica das cavidades naturais abertas a visitação devem ser rotineiramente monitoradas, a fim de assegurar a segurança dos visitantes. Neste sentido, foi realizada a caracterização geomecânica do maciço rochoso da Gruta do Pião, a fim de in-vestigar pontos de risco de segurança geotécnica aos visitantes a partir de metodologias conhecidas e adaptadas. Apesar do baixo grau de qualidade do maciço, segundo as classificações geomecânicas, foi evi-denciado um único ponto de situação bastante crítica quanto à estabilidade, apresentando intenso fratu-ramento, formação de cunhas e blocos nas paredes e teto. Neste trecho, do ponto de vista geotécnico, as visitações não deveriam ser permitidas e, além disso, deve ser responsabilidade do PEIB informar sobre os riscos de segurança do visitante neste ambientes, sugerindo ainda o uso de capacetes e lanternas.

ABSTRACT

Pião Cavern belongs to Ibitipoca Park (PEIB), settled on the South-East of the Minas Gerais State (Brazil). PEIB is the most visited Minas Gerais Park; it reached 80.000 visits on 2018. Overcrowding is a hazard for preservation units, specially in naturally fragile environments, such as natural caverns; it might cause negative impacts even unbalancing the biodiversity. Furthermore, geotechnical stability must be constantly guaranteed for the visitors safety; technical inspection must be correctly scheduled. With this aim, the geomechanical characterisation of the Pião cavern rock massif was developed, looking for possible geotechnically unstable areas; common techniques were applied. Despite the massif overall low geotechnical strength, according to the geomechanical systems applied, only one high risk point was found, with high degree of fracturing, forming wedges and other unstable blocks on walls and roof. Because of this conclusion, visitations should be no longer allowed in this zone. Nevertheless, it is the duty of the PEIB administration to inform the visitors about this risk, as well as suggesting the use of helmets and torches.

INTRODUÇÃO

As Unidades de Conservação são importantes instrumentos para proteção de patrimônio natural, garantindo a conservação da biodiversidade e o uso público de forma sustentável. A Lei Federal no 9.985, de 18 de junho de 2000 que instituiu o Siste-ma Nacional de Unidades de Conservação da Na-tureza (SNUC) estabelece as características e propósitos das Unidades de Conservação como “espaço territorial e seus recursos ambientais, inclu-indo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limi-tes definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”.

O Plano de Manejo é um documento robusto de planejamento das ações e atividades necessárias para a conservação de áreas protegidas, ligadas principalmente às áreas da educação ambiental, pesquisa, recreação, proteção dos recursos naturais, além da administração e gerenciamento da Uni-dade. Portanto, este documento torna-se uma im-portante ferramenta para o planejamento e estru-turação do Uso Público - principalmente quando se trata de um turismo massivo - pois além de apro-fundar o conhecimento da UC, estabelece parâmet-ros e limites para sua exploração e uso, buscando alcançar o sentimento preservacionista de todos aqueles que fazem seu uso.

O Parque Estadual do Ibitipoca (PEIB) é uma Unidade de Conservação criada em 4 de julho de 1973, por meio da Lei 6.126, que abrange os mu-nicípios de Lima Duarte (maior porção), Santa Rita de Ibitipoca e Bias Fortes - sul do Estado de Minas Gerais, Zona da Mata. O PEIB possui Plano de Manejo aprovado em 2006 e é o parque estadual mais visitado de Minas Gerais - recebeu durante o ano passado mais de 80 mil turistas (O Globo, 26 de março de 2019)Diante da degradação provocada por esta intensa visitação, como a erosão no solo, pichações em grutas, além das enormes filas na portaria do Parque e o caos na Vila de Conceição de Ibitipoca (3Km distante do PEIB), o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), em portaria publicada no Diário Oficial de Minas Gerais, em 17 de maio de 2018, limitou esta visitação à 600 visitantes por dia.

O PEIB possui vários atrativos naturais, co-mo mirantes, picos, praias, piscinas naturais, ca-choeiras e, em especial, as cavidades naturais. Atualmente, 8 (oito) cavidades são abertas a vis-itação - Gruta dos Coelhos, Moreiras, Fugitivos, Três Arcos, Cruz, Viajantes, Pião e Monjolinho. Estas grutas são intensamente visitadas e estas vis-itações, quando não controladas, podem afetar drasticamente seu grau de preservação, como o pisoteamento, pichações e descarte de lixo.

O Diagnóstico de Uso Público do PEIB é um instrumento utilizado pelo Parque a fim de associar a atividade turística à conservação do meio ambi-ente, evidenciando áreas de importância científica e destinadas à conservação de espécies, executando a partir de programas de controle e fiscaliza ão de visitas, além da promoção de atividades de preservação do meio ambiente. Este Diagnóstico ainda busca avaliar o tema específico do turismo concentrado e massivo, além de identificar os limi-tes permissivos às atividades impactantes e propor novos métodos de desenvolvimento para a visitação turística. Uma das avaliações que deveriam fazer parte deste Diagnóstico é a avaliação da segurança dos visitantes nos ambientes subterrâneos. Esta avaliação pode ser feita a partir da caracterização geomecânica do maciço rochoso, que classific -o em diferentes categorias quanto sua qualidade ge-omecânica e, consequentemente, indica regiões de maior fragilidade geotécnica (risco de rupturas e desabamentos de blocos).

A caracterização geotécnica aplicada à am-bientes subterrâneos consiste na caracterização do maciço rochoso que, por sua vez, busca caracterizar seus dois componentes: a rocha intacta e as descon-tinuidades (NOCE 2017). A partir desta caracter-ização, é possível classificar a qualidade ge-omecânica destes maciços rochosos de acordo com as metodologia desenvolvidas por Barton (1974) e Bieniawski (1989).

É importante salientar que estas metodolo-gias foram inicialmente propostas para escavações de túneis e posteriormente adaptadas à esca-

vações mineiras. Ao contrário destas escavações, que são executadas em tempo muito curto, a formação das cavernas é um processo natural e extremamente lento que pode levar milhares de anos, o que, ao longo do tempo, provoca maior estabilidade.

A Gruta do Pião, localizada no PEIB, é uma cavidade linear de aproximadamente 150m de desenvolvimento orientado grosseiramente para sul em rocha quartzítica. Apresenta condutos com largura média de 2 a 3m e altura de 1.5 a 2m e, ao longo destes condutos, dois salões com largura média de 7 a 9m e altura de 10m. A drenagem percorre toda a cavidade e é escassa durante períodos de estiagem.

A gruta está inserida nas atividades do Cir-cuito do Pião, que leva ao pico de mesmo nome, e tem fácil acesso através de trilha bem marcada. Por isso, recebe diversos visitantes que muitas vezes a desagradam com pichações e lixo. Ultimamente, foi registrado através de visitantes e monitores ambi-entais do PEIB a ocorrência de possíveis rupturas de rocha, deslizamentos de blocos e desplacamentos de lajes no interior da Gruta do Pião, que compro-mete a segurança da visita.

Este trabalho propõe caracterizar e classificar quanto a qualidade o maciço rochoso da Gruta do Pião, além investigar e averiguar possíveis áreas de fragilidade geotécnica no interior da cavidade que comprometam a segurança dos seus visitantes.

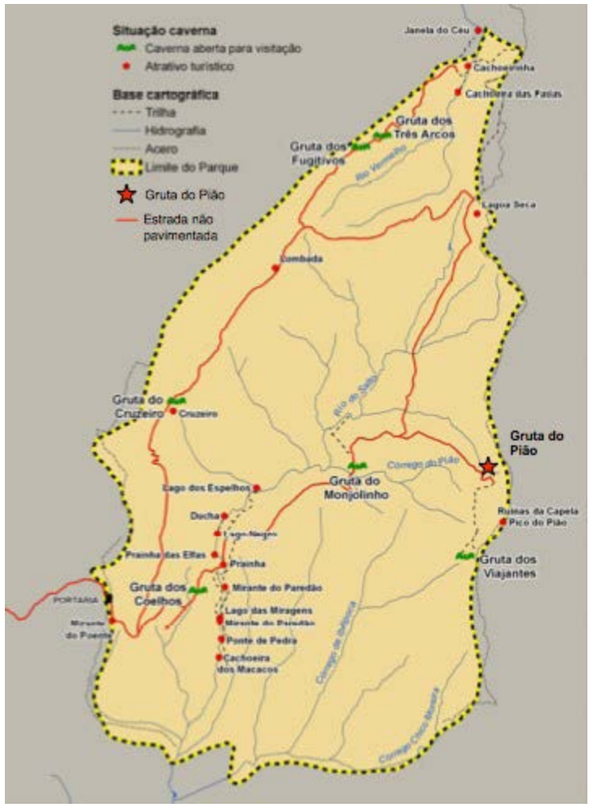


Figura 1: Mapa de localização dos principais atrativos turísticos do PEIB. Em destaque (estrela vermelha) a Gruta do Pião. Modificado do Plano de Manejo do PEIB (2006).

METODOLOGIA

A caracterização geomecânica aplicada a am-bientes subterrâneos trata-se da descrição do com-portamento mecânico do maciço rochoso que, do ponto de vista geotécnico, pode ser dividido em rocha intacta e as descontinuidades, que são super-fícies de fraqueza para o deslizamento e a ruptura da rocha. Desta forma, é necessário estudar sep-aradamente estes componentes, avaliar seus parâmetros geotécnicos e assim caracterizar e clas-sificar o maciço rochoso quanto a sua qualidade e fragilidade, e quanto à sua estabilidade.

A caracterização da rocha intacta consiste na descrição litológica (composição, cor, textura e tamanho dos grãos) aliada ao estudo do estado de alteração e co-erência, decorrido da ação dos processo intempéricos. O estudo de estado de alteração da rocha é feito a partir da análise tátil e visual das condições de fria-bilidade, brilho e cor dos minerais e da rocha. A So-ciedade Internacional de Mecânica de Rochas (1981) recomenda a classificação de acordo com a Tabela 1.

Termo	Classe
Rocha Sã	W1
Rocha pouco alterada	W2
Rocha moderadamente alterada	W3
Rocha completamente alterada	W4
Solo Residual	W5

Tabela 1: Classificação do grau de alteração das ro-chas (ISRM 1981).

A coerência da rocha é estudada a partir de ensaios in situ utilizando o martelo de geólogo e um canivete e consiste em testar a competência deste material submetido a golpes ou riscos com a lâmina de aço. Os graus de coerência das rochas, são apresentados na Tabela 2 (GUIDICINI et al. 1972).

Classe	Denominação	Características da rocha
C1	Rocha coerente	Quebra com dificuldade ao golpe do martelo produzindo fragmentos de bordas cortantes. Superfície dificilmente riscável por lâmina de aço. Somente escavável a fogo.
C2	Rocha mediamente coerente	Quebra com dificuldade ao golpe do martelo. Superfície riscável com lâmina de aço. Escavável à fogo.
C3	Rocha pouco coerente	Quebra com facilidade ao golpe do martelo produzindo fragmentos que podem ser partidos manualmente. Superfícies facilmente riscáveis com lâmina de aço. Escarificável.
C4	Rocha incoerente	Quebra com pressão dos dedos desagregando-se. Pode ser cortada com lâmina de aço. Friável e escarificável com lâmina.

Tabela 2: Classificação do grau de coerência (GUID-ICINI et al. 1972)

Além disso, a resistência da rocha é um parâmetro importante para a classificação geomecânica do maciço rochoso. Para isso, podem ser feitos ensaios em laboratório, como a resistência a compressão puntiforme, ou in situ, através de testes de campo utilizando o Martelo de Schimidt ou simplesmente o martelo de geólogo (BRANDI at al. 2015; NOCE 2016; LACERDA 2017). Os testes de campo que utilizam o martelo de geólogo, estimam um interva-lo de resistência da rocha de acordo com a ISRM (1981), apresentada na Tabela 3.

Para a caracterização das descontinuidades, devem ser analisados espaçamento, abertura, per-sistência, resistência das paredes, rugosidade e condições de água (Figura 2). Primeiramente, estas superfícies devem ser agrupadas de acordo com sua atitude (orientação e mergulho), denominadas famílias de descontinuidades e, a partir disso, podem ser avaliados os parâmetros acima citados. Neste trabalho o reconhecimento das famílias de descontinuidades foi realizado com o auxílio do programa DIPS 3.0, desenvolvido pela Rocscience.

A persistência é definida como comprimento do traço que a descontinuidade corta o maciço rochoso, enquanto o espaçamento é a distância entre duas descontinuidades da mesma família. A abertura é defin da como a distância entre as paredes de uma descontinuidade podendo ser preenchida ou não por material duro ou mole. Enquanto a rugosidade é estimada através das ondulações e polimento destas superfícies, poden-do ser escalonada, ondulada ou plana, e em uma segunda análise rugosa, lisa ou polida (ISRM 1981).

Grau	Classe	Resistência a Compressão uniaxial (MPa)	Descrição em campo
R6	Extremamente resistente	>250	Material rochoso é somente lascado sob repetidos golpes do martelo
R5	Muito resistente	100-250	Requer várias batidas de martelo para quebrar a rocha intacta gerando fragmentos com bordas cortantes; não é riscáveis pelo canivete.
R4	Rocha resistente	50-100	Espécies quebradas por alguns golpes de martelo, superfícies dificilmente riscável pelo canivete. Escavável a fogo.
R3	Rocha mediamente resistente	25-50	Golpe firme com o martelo de geólogo quebra a rocha; o canivete apenas risca a superfície. Escavável a fogo.
R2	Rocha branda	5-25	Quebra-se com um único golpe de martelo; as bordas dos fragmentos podem ser quebradas pela pressão dos dedos. O canivete corta o material. Escavação mecanizada.
R1	Rocha muito branda	1-5	Esfarelamento sobre um golpe firme com o martelo de geólogo; pode ser cortado com canivete. Desplacamentos ao longo da foliarão sob pressão dos dedos. Escavação mecanizada.

Tabela 3: Estimativa da resistência a compressão uni-axial a partir de testes de campo utilizado o martelo de geólogo (ISRM 1981).

As classificações geomecânicas foram desen-volvidas com a finalidade de identificar os princi-pais parâmetros que influenciam no comportamen-to do maciço rochoso, através das características da rocha intacta e das descontinuidades, e dividir o maciço em zonas com comportamentos similares, compartimentando-se em classes.

Apesar destas classificações terem sido desenvolvidas para escavações antrópicas, o método pode ser adaptado às cavidades naturais, consider-ando ainda uma escala de tempo muito maior para sua formação e, consequentemente, uma maior estabilidade relativa quando comparadas a es-cavações de mineração e túneis. Dentro das classifi-cações geomecânicas existentes na literatura, são mais conhecidas as classificações RMR (Rock Massa Rating), desenvolvido e revisado por Bieniawski (1989), e o Q (Rock Tunneling Quality Index), desen-volvido por Barton et al. (1974).

O RMR avalia seis parâmetros geológico--geotécnicos como a resistência à compressão uniax-ial, o RQD (Rock Quality Designation Index), o espa-çamento e as condições das descontinuidades (ru-gosidade, abertura, persistência e preenchimento), as condições da presença de água e a orientação das descontinuidades em relação à escavação ou con-duto (BIENIAWSKI 1989).

O RDQ, desenvolvido por Deere (1968), é definido pela porcentagem de pedaços intactos com mais de 10 cm, em furos de sondagem com no mí-nimo 54,7 mm de diâmetro. Posteriormente Palm-ström (1982) sugeriu a estimativa deste parâmetro a partir do indice de contador volumétrico (Jv), definid pelo número de descontinuidades por unidade de comprimento, ou seja pelo inverso do espaçamento (Si). Sendo assim:

RQD = 115 - 3,3 x Jv
Jv = ∑(1/Si)

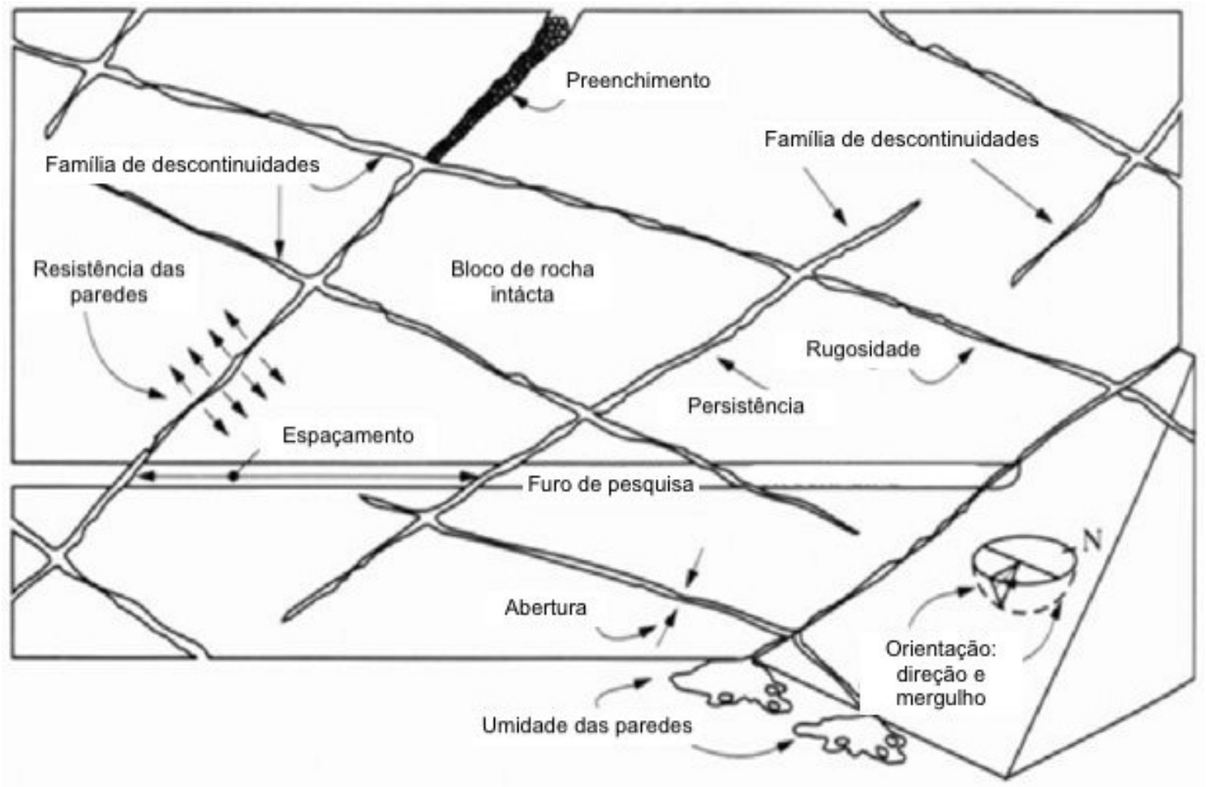


Figura 2: Bloco diagrama apresenta os principais parâmetros geomecânicos avaliados na caracterização do maciço rochoso. Modificado de Hudson (1989)

Estes parâmetros são ponderados a partir de pesos atribuídos de acordo com a importância no comportamento mecânico e, quando somados, é obtido o valor do índice RMR, que pode variar de 0 a 100. De acordo com este índice, é possível classificar o maciço rochoso quanto a sua qualidade geomecânica através da Tabela 4.

O índice Q é calculado a partir de seis parâmetros: o RQD, o número de famílias de descontinuidades (Jn), o índice de rugosidade das famílias de descontinuidades mais desfavoráveis a estabilidade (Jr), o grau de alteração ou preenchimento da descontinuidade menos resistente (Ja), o fluxo de água (Jw) e o estado de tenho no maciço (SRF). Com as notas atribuídas aos respec-tivos pesos sugeridos pelo autor, pode-se calcular o índice Q da seguinte maneira:

Q = (RQD/Jn) x (Jr/Ja) x (Jw/SRF

A partir deste cálculo, é obtido um valor numérico que varia de 0,001 a 1000, em escala loga-rítmica, e o padrão geomecânico do maciço é esti-mado a partir da Tabela 5.

RMR	81 a 100	61 a 80	41 a 60	21 a 40	< 21
Classe	I	II	III	IV	V
Descrição	Rocha de muito boa qualidade	Rocha de boa qualidade	Rocha de qualidade razoável	Rocha de má qualidade	Rocha de muito má qualidade

Tabela 4: Classificação Geomecânica RMR (BIENIAWSKI 1989).

Este índice Q, segundo o autor, ainda pode ser correlacionado com a razão entre o Diâmetro Equivalente (De), maior vão do contudo subterrâneo (largura ou altura), e o índice ESR, relacionado ao stress submetido no ambiente subterrâneo, neste caso igual a 1; estabelecendo assim regiões em que são necessários ou não suportes para estabilidade. Neste trabalho estas regiões são denominas Zonas Estáveis e Instáveis (Figura 3).

A partir destas metodologias descritas, foram feitos cinco pontos no interior da Gruta do Pião para a caracterização e classificação de seu maciço rochoso. Além disso, foi utilizado o gráfico de estabilidade (Figura 3) para verificar se os con-dutos apresentavam-se em zonas estáveis ou in-stáveis. Ademais, para os pontos com maior sus-cetibilidade de ruptura de rocha, deslizamento ou desplacamento de blocos, foram feitas análise cin-emáticas, considerando os parâmetros observados, e foi estimado o Fator de Segurança, sendo condições instáveis os valores menores que 1. Esta análise foi realizada com o auxílio do programa Unwedge 3.0, desenvolvido pela Rocscience.

Classe	Padrão Geomecânico	Q
I	Excelente	> 400
II	Ótimo	100-400
III	Muito bom	40-100
IV	Bom	10-40
V	Regular	4-10
VI	Ruim	0,1-1
VII	Muito ruim	0,01-0,1
VIII	Extremamente ruim	0,001-0,01
IX	Péssimo	< 0,001

Tabela 5: Padrão geomecânico do maciço rochoso segundo o índice Q (BARTON 1974).

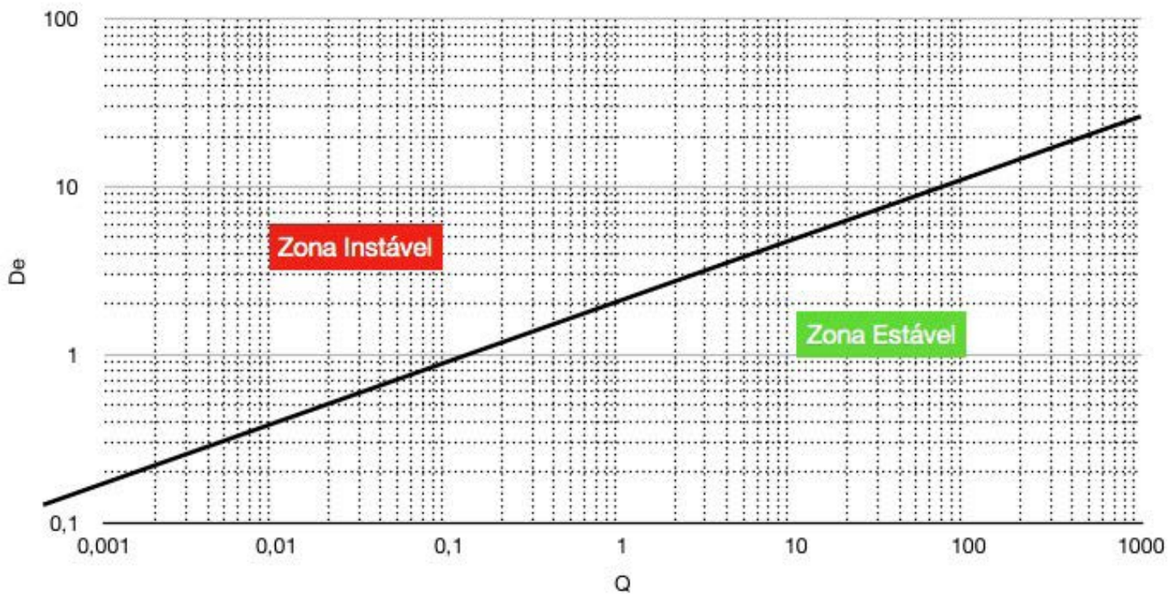


Figura 3: Gráfico de zoneamento de estabilidade que correlaciona o Diâmetro Equivalente (De) e o índice Q. Modificado de Barton et al. (1974)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do ponto de vista geomecânico, a Gruta do Pião possui características bastante similares no que diz respeito a rocha intacta. Por outro lado, nas famílias de descontinuidades, puderam ser obser-vados diferentes padrões e combinações nos cinco pontos descritos.

A litologia pode ser descrita como quartzito de grão grosso, composto essencialmente por quartzo recristalizado com textura poligonal. Possui coloração acinzentada ou alaranjada, dependendo do grau de alteração desta rocha.

A rocha intacta pode ser caracterizada quanto ao grau de alteração, coerência e resistência. Nos dois primeiros pontos (P1 e P2), a rocha foi carac-terizada como pouco alterada (W2), enquanto nos três demais pontos (P3, P4 e P5), mais ao fundo da cavidade, a rocha foi caracterizada como Mod-eradamente alterada (W3). O grau de coerência pode ser caracterizado como Pouco coerente (C3), uma vez que a rocha se quebra com facilidade ao golpe do martelo de geólogo. A Resistência a com-pressão uniaxial foi estimada através de testes de campo e pode ser caracterizada como Rocha medi-anamente resistente (5-25MPa).

Quanto as famílias de descontinuidades, foram observados planos de foliação de baixo ângulo de mergulho (Sn) e quatro famílias de fraturas (F1, F2, F3 e F4), duas delas (F1 e F2) bas-tante verticalizadas e frequentemente observadas no teto de todos os condutos da cavidade. Estes planos, quando combinados com a orientação dos condutos, podem formar blocos fortemente sus-ceptíveis ao desabamento. A Tabela 6 sumariza a atitude, medidas em trama, das famílias de descon-tinuidades, enquanto a Figura 5 e 6 ilustram a dis-tribuição de pólos das orientações das famílias de descontinuidades tomadas em campo.

Os planos de foliação são observados nas camadas de rocha sub-horizontalizados e levemente ondulados (ou dobrados), dificultando um pouco a medida de sua orientação. Pode-se dizer que esta foliação mergulha levemente para norte (sentido do fluxo de água).

As famílias de descontinuidades têm carac-terísticas distintas quanto sua frequência, espaçamento, abertura e persistência. As famílias F1 e F2 são as mais frequentemente observadas, mais forte mergulho e mais penetrativas. As descontinu-idades de F1 apresentam grande persistência (>10m) e espaçamento de 200 a 600 mm. Algumas vezes estas superfícies são encontradas com aber-tura maior que 5 mm, preenchidas ou não com ma-terial mole, são geralmente rugosas e moderada-mente alteradas.



Figura 4: Quartzito de grão grosso de coloração acinzentada (parte mais inferior) e alaranjada (parte superior) em P2.

Família de descontinuidade	Atitude
Sn	357/04
F1	304/84
F2	001/79
F3	228/62
F4	107/60

Tabela 6: Orientação das famílias de descontinuidades observadas na Gruta do Pião.

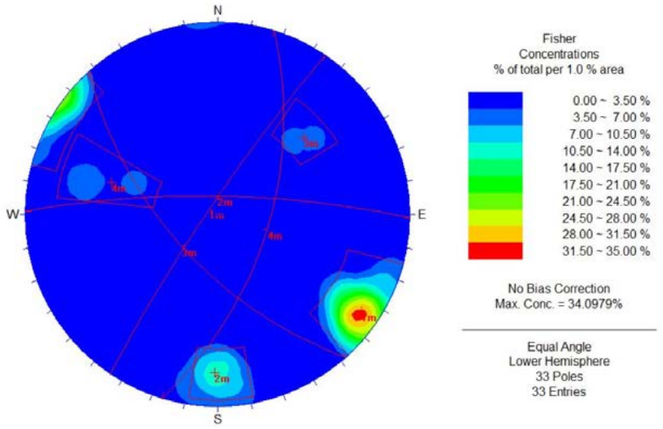


Figura 5: Concentração de pólos de atitudes da foliação (Sn). 1m é a representação do plano na projeção estere-ográfica de igual ângulo (Rede de Schmidt).

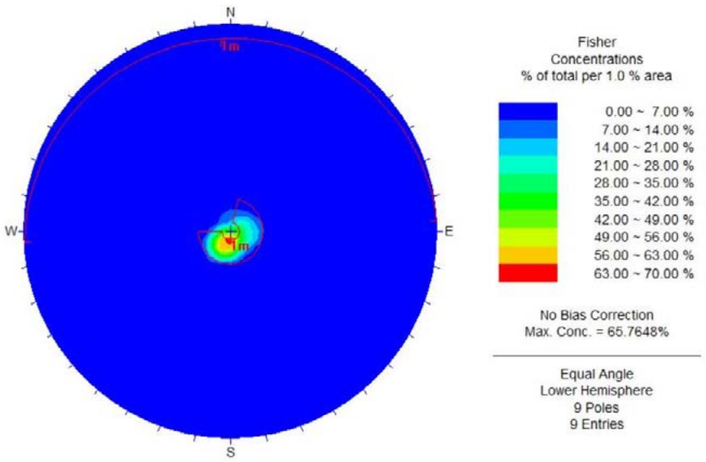


Figura 6: Concentração de pólos de atitudes das famílias de descontinuidades F1, F2, F3 e F4. Na figura 1m, 2m 3m e 4m são respectivamente a representação dos planos na projeção estereográfica de igual ângulo (Rede de Schmidt).

Apesar da orientação do desenvolvimento da cavidade (N-S) não coincidir com nenhuma família de descontinuidades, a família de descontinuidades F1 é a responsável pelos alargamentos dos con-dutos, principalmente no salão (de aproximadamen-te 7 m de largura e 10 m de altura) e no desenvol-vimento do conduto do ponto P5, onde o fluxo de água apresenta-se mais intenso

Para a aplicação das classificações ge-o-mecânicas, foi calculado o valor estimado do RDQ conforme proposto com Palmström (1982), que varia de 15 (em P3) a 68 (em P1), e a resistência a compressão uniaxial foi estimada de 25 a 50 MPa, conforme os ensaios propostos pela ISRM (1989). As condições de percolação de água foram bastante variadas. Como a cavidade apresenta apenas uma entrada e a drenagem perene durante quase todo ano, os condutos mais inferiores são mais úmidos e apresentam por vezes gotejamentos e escorrimen-tos. O SFR, diz respeito ao estado de tensão do maciço, foram consideradas zonas alteradas conten-do argila ou rocha quimicamente alterada desinte-grada (profundidade < 50m).

A Classificação RMR subdivide o maciço em duas classes (III - Razoável e IV - Pobre) (Figura 7). Os locais de pior qualidade P3 e P5 apresentam intensa presença de famílias de fraturas e fortes condições de água, respectivamente, o que reduz drasticamente sua nota na classificação

Enquanto a classificação Q separa o maciço em porções de três classes (VI- Ruim, VII - Muito ruim e VII - Extremamente ruim) (Figura 7). O único ponto classificado como Ruim é o mais próx-imo da entrada e mostra melhores condições de estabilidade geotécnica, embora seja observada a presença de água nas paredes em períodos chu-vosos. Os pontos classificados como Muito ruim são devido a intensa presença de fraturas e pela condição de água nos condutos mais interiores. No ponto P3, localizado no grande salão da gruta, o maciço foi classificado como sendo Extremamente ruim. Este é o ponto de maior fragilidade geotéc-nica. No local foram observados diversos blocos formados no teto a sudoeste-oeste do salão, além de descontinuidades abertas e muito persistentes (chegando a cortar todo o salão).

A partir dos valores calculados para o índice Q, aliados com as maiores dimensões do conduto onde foi feita esta classificação, foram gerados gráficos de estabilidade conforme proposto por Barton (1974). Desta forma, todos os pontos amostrados encontram-se na Zona Instável, ou seja, sujeita a rompimentos de rocha, rupturas e de-sabamento de blocos das paredes e do teto (Figura 8).

Considerando o fator temporal de formação, desenvolvimento e estabilidade ao longo deste tempo, os pontos podem ser considerados estáveis do ponto de vista geotécnico, com exceção do P3 (salão). Além do valor do índice Q ser pelo menos dez vezes menores que os valores dos demais pon-tos, a dimensão do salão e a presença de blocos “soltos” no teto fazem com que este local seja o mais frágil, considerando sua estabilidade geotéc-nica, e mereça maior atenção.

Para este ponto, foi analisada a cinemática dos blocos formados pela combinação das famílias de descontinuidades existentes, segundo o critério de resistência de Mohr-Coulomb, que leva em con-sideração, o ângulos de atrito (□), a coesão (C) e a resistência a tração (T). Neste trabalho, estes parâmetros foram aderidos como □ = 30o; C = 1,4 ton/m2 e T = 0,5 ton/m2 (valores amplamente uti-lizados na literatura para este tipo de litologia).

As famílias de fraturas F1, F2 e F4, com-binadas, formam cunhas nas laterais e tetos do salão e o Fator de Segurança para estas cunhas pouco maior ou menor que 1, o que indica uma situação de instabilidade. Logo, esta área, além de ser classificada com baixíssima qualidade ge-omecânica, é percebida a formação de blocos in-stáveis que comprometem a segurança dos visitan-tes que passam neste local.

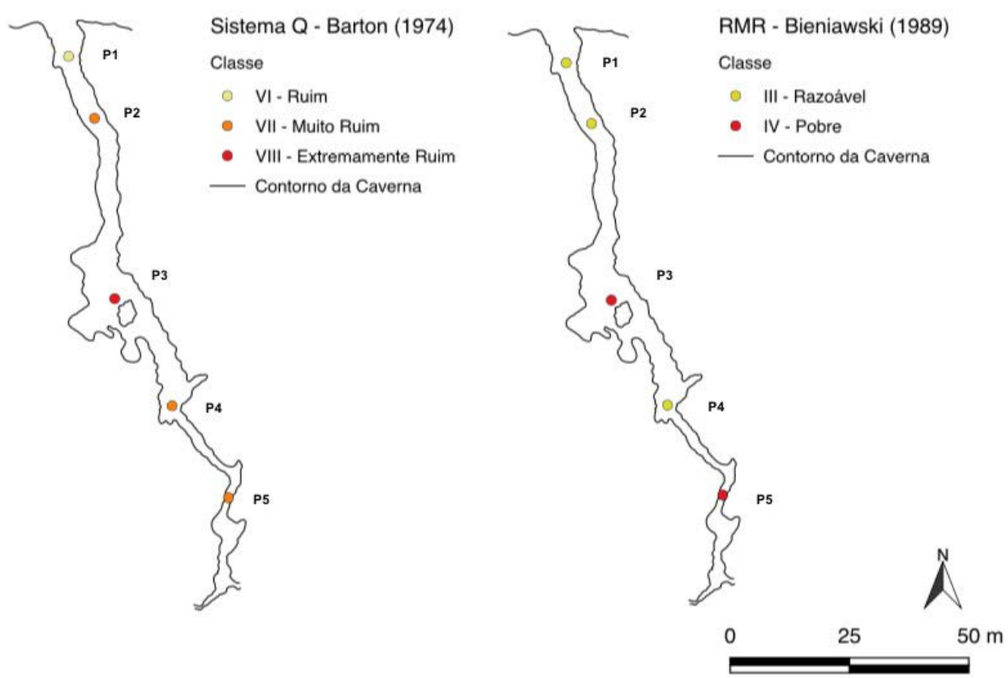


Figura 7: Classificação geomecânica Q e RMR segundo os pontos de amostragem na Gruta do Pião.

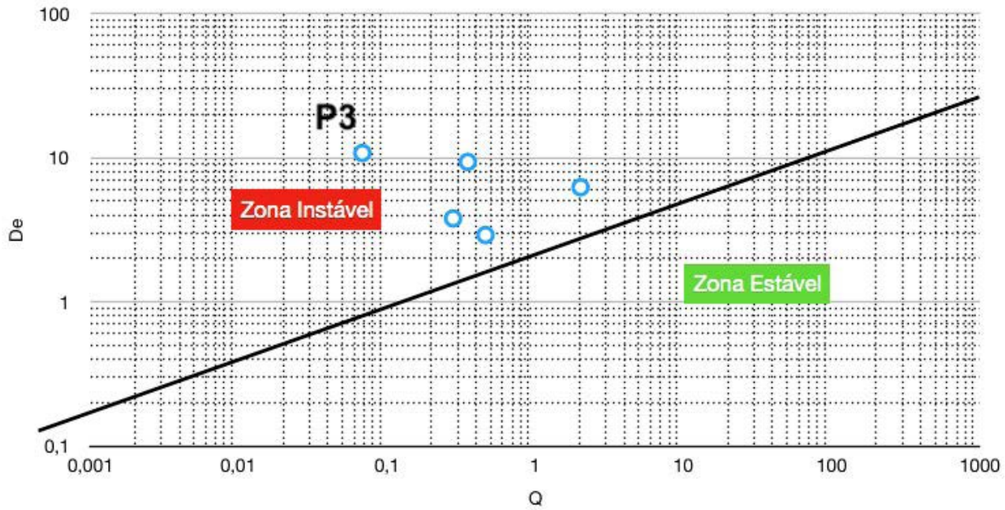


Figura 8: Gráfico de estabilidade geotécnica para os pontos amostrados. Em destaque os valores encontra-dos no P3, de menor valor do índice Q e maior diâmetro equivalente (De).

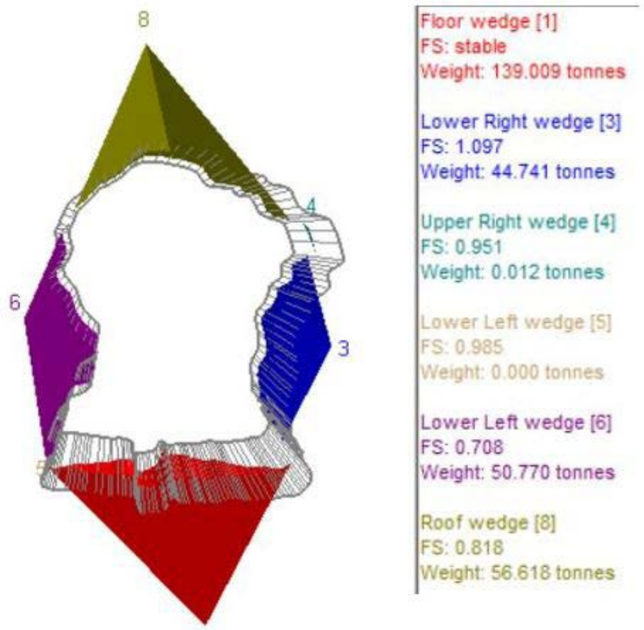


Figura 9: Análise cinemática para as cunhas formadas a partir das famílias de descon-tinuidades F1, F2 e F4 em P3. Os baixos valores de FS das cunhas em azul , amare-lo e roxo indicam uma fragili-dade geotécnica acentuada.

CONCLUSÃO

Apesar da orientação do desenvolvimen-to da cavidade (N-S) não coincidir com nenhuma família de descontinuidades, a família de descon-tinuidades F1 é a responsável pelos alargamentos dos con-dutos, principalmente no salão (de aproxi-madamen-te 7 m de largura e 10 m de altura) e no desenvol-vimento do conduto do ponto P5, onde o fluxo de água apresenta-se mais intenso

Para a aplicação das classificações ge-o-mecânicas, foi calculado o valor estimado do RDQ conforme proposto com Palmström (1982), que va-ria de 15 (em P3) a 68 (em P1), e a resistência a compressão uniaxial foi estimada de 25 a 50 MPa, conforme os ensaios propostos pela ISRM (1989).

As condições de percolação de água foram bastante variadas. Como a cavidade apresenta apenas uma entrada e a drenagem perene durante quase todo ano, os condutos mais inferiores são mais úmidos e apresentam por vezes gotejamentos e escorrimen-tos. O SFR, diz respeito ao estado de tensão do maciço, foram consideradas zonas alte-radas conten-do argila ou rocha quimicamente alte-rada desinte-grada (profundidade < 50m).

A Classificação RMR subdivide o maciço em duas classes (III - Razoável e IV - Pobre) (Figura 7). Os locais de pior qualidade P3 e P5 apresentam intensa presença de famílias de fraturas e fortes condições de água, respectivamente, o que reduz drasticamente sua nota na classificação

Enquanto a classificação Q separa o maciço em porções de três classes (VI- Ruim, VII - Muito ruim e VII - Extremamente ruim) (Figura 7). O único ponto classificado como Ruim é o mais próx-imo da entrada e mostra melhores condições de estabilida-de geotécnica, embora seja observada a presença.

REFERÊNCIAS

BARTON, Nicholas; LIEN, Reidar; LUNDE, J. En-gineering classification of rock masses for the de-sign of tunnel support. Rock mechanics, v. 6, n. 4, p. 189-236, 1974.

BIENIAWSKI, Zdzisław Tadeusz; BIENIAWSKI, Z. T. Engineering rock mass classifications: a comple-te manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. John Wiley & Sons, 1989.

BRANDI, Iuri et al. Geotecnia aplicada à previsi-bilidade de impactos na integridade física de ca-vidades naturais subterrâneas, Carajás-PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. 2015. p. 533-541.

DEERE, D. U. Geological considerations. In: STA-GG, R. G.; ZIENKIEWICZ, D. C. Rock Mechanics in Engeneering Practice. New York, 1968. p. 1-20.

DUTRA, Georgete Macedo. Análise de susceptibi-lidade de duas cavidades em litologia de ferro na Serra do Gandarela, MG. Estudo de caso: AP_0009 e AP_0038. 2017.

GUIDICINI, G. et al. Um método de classifica ão geotécnica preliminar de meios rochosos. Semana Paulista de Geologia Aplicada, v. 4, p. 275-282, 1972.

IEF, Instituto Estadual de Florestas. Plano de Manejo do Parque Estadual do Ibitipoca. Minas Gerias 2006.

ISRM Commission on Testing Methods (1981) Sug-gested methods for the quantitative description of dis-continuities in rock masses, in Rock Characterization, Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods, (edited by E.T. Brown), Pergamon Press, pp. 3–52.

LACERDA et al. Caracterização geomecânica do maciço rochoso da Gruta dos Viajantes, Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. In: Anais do 34o Congresso Brasileiro de Espeleolo-gia. Anais... In: 34o CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA. Ouro Pre-to/MG-Brasil. 2017

NOCE, T. S. Proposta de zoneamento geotécnico de cavidades naturais em formações ferríferas. 2016.

PALMSTROM, A. The volumetric joint count – a use-ful and simple measure of the degree of jointing. In IV CONGRESS INTERNATION-AL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY, 1982, New Delhi. Proceedings... IAEG, 1982. p.221-228.

VALENTIM, Raul Fontes. Classificação geomecâni-ca da cavidade natural subterrânea BRU_0005, mu-nicípio de São Gonçalo do Rio Abaixo, MG. 2016.

Trabalho de topografia realizado em janeiro de 2018 na Gruta do Pião, Parque Estadual do Ibitipoca, PEIB, Lima Duarte, Minas Gerais.

foto: Gabriel Lourenço

A Espeleologia como alternativa para a promoção do desenvolvimento local sustentável

Bárbara ZAMBELLI

Universidade Federal de Ouro Preto Campus Morro do Cruzeiro, Ouro Preto (MG)
Sociedade Excursionista e Espeleológica - SEE

Cavernas para mim sempre tiveram um significado muito especial. Talvez fosse algo ligado à busca do auto-conhecimento, de uma vontade de conexão com o passado, de diálogo com as rochas, a água, o 'homem das cavernas'. Meu primeiro contato com o mundo subterrâneo, em 2011, me marcou para sempre. Ver as belezas escondidas pela escuridão absoluta, inúmeras espécies endógenas e curiosas formações rochosas em um ambiente tão delicado e único me impressionaram e continuam a me causar arrepios.

A espeleologia me despertou um interesse muito grande, e eu penso que o mesmo pode acontecer com outras pessoas. Apesar de áreas cársticas serem comuns pelo mundo, a maioria das pessoas sabem pouco ou nada sobre carste e cavernas. Muitos nem sequer já visitaram alguma. O carste pode ser entendido como um tipo especial de terreno, formado por rochas solúveis, como o calcário, o dolomito e o arenito, onde cavernas são abundantes. Eu acredito que a valorização e promoção das riquezas presentes em áreas cársticas como sítios arqueológicos e paleontológicos, lagoas, rios e cavernas como uma maneira de promover o desenvolvimento territorial local sustentável. Isso poderia ser feito combinando quatro abordagens diferentes:

Turismo: Implementação de Planos de Manejo de áreas protegidas e Espeleológico em cavernas que permitam e regulamentem a visitação pública ao mesmo tempo zelando pela conservação da caverna, seu entorno e atributos (físicos e biológicos). Podem ser necessárias algumas adaptações e instalação de infraestrutura para recebimento do público como escadas, corrimão, luzes, pontes e caminhos, por exemplo. Antes da implementação de qualquer modelo de negócios é muito importante a consulta às comunidades locais para saber se a caverna escolhida tem algum significado especial, se ela representa um lugar sagrado ou se é parte integrante da cultura local.

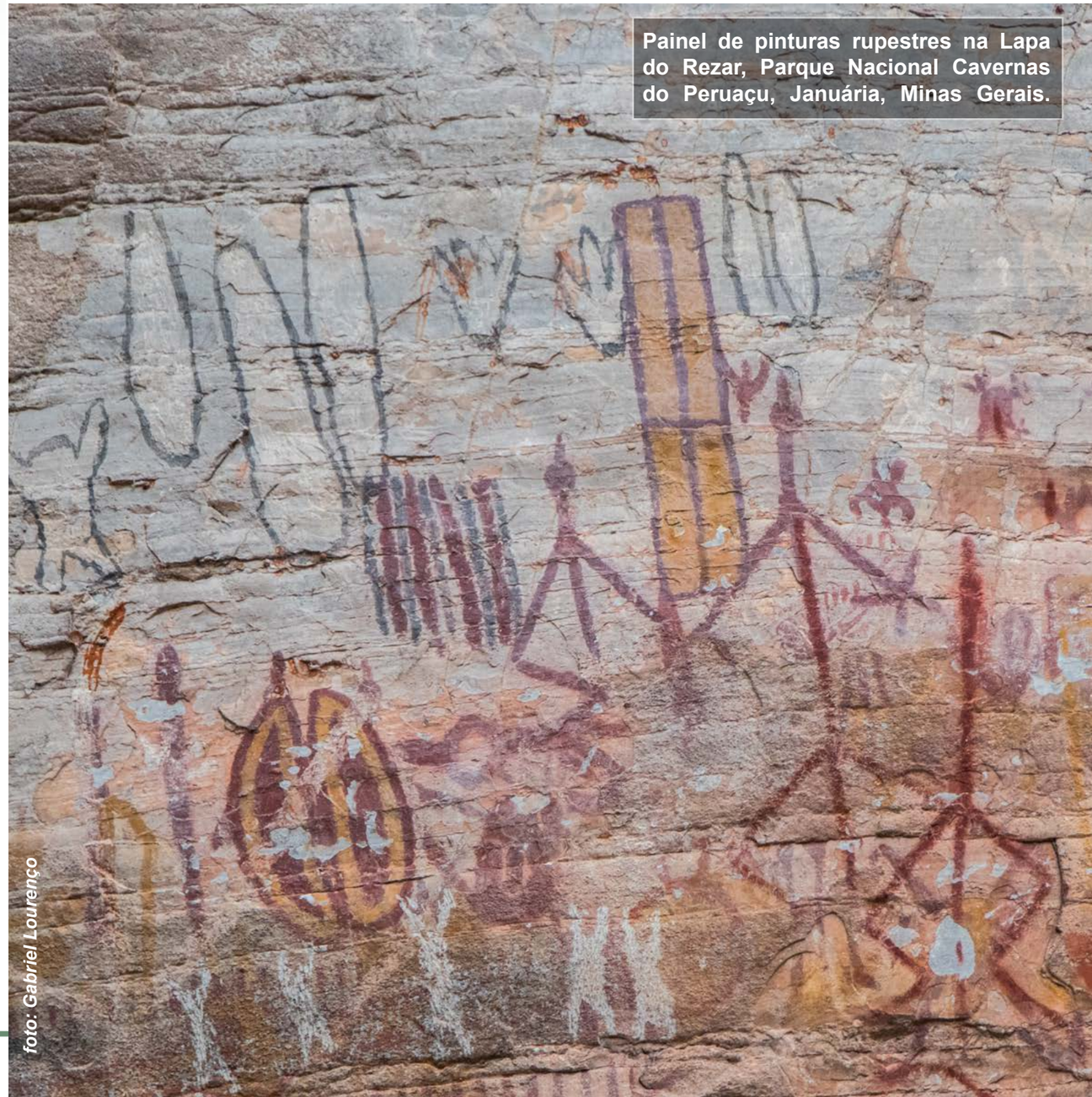
Conservação: Práticas de conservação devem ser adotadas para assegurar a preservação do Patrimônio Espeleológico. Sugere-se que as visitas sejam guiadas e que os guias sejam membros das comunidades locais. Eles deveriam receber instruções e treinamento apropriados sobre segurança durante a exploração da cavidade e práticas de conservação do carste. O lema da espeleologia é:

> **"De uma caverna nada se tira a não ser fotografias, nada se deixa a não ser pegadas, nada se mata, a não ser o tempo."**

Áreas Protegidas: Implementação de áreas protegidas em locais onde há uma grande concentração de cavernas em um dado território. Esse território pode ser em nível local ou regional, e a administração dessa área protegida deve garantir a conservação e o manejo do patrimônio espeleológico.

Educação: Promover empoderamento das comunidades locais através da comunicação/divulgação científica e educação ambiental. Como eu mencionei anteriormente, poucas pessoas tem contato com a espeleologia. Nesse contexto, é importante avaliar o conhecimento prévio das comunidades sobre o carste, cavernas, sua formação e fauna única e o complexo e sensível sistema hidrológico. Quando a população tem consciência sobre seu patrimônio, maiores são as chances de ela assegurar sua preservação.

Finalmente, é de suma importância dizer que, antes de começar qualquer tipo de negócio relacionado à espeleologia, é necessária a realização de diferentes estudos inter e multidisciplinares nas áreas de interesse, para que sejam selecionadas aquelas mais apropriadas para implementação do turismo ou qualquer outra atividade.



Painel de pinturas rupestres na Lapa do Rezar, Parque Nacional Cavernas do Peruaçu, Januária, Minas Gerais.

foto: Gabriel Lourenço

foto: Gabriel Lourenço

Espeleólogo da SEE em trabalho de exploração durante as atividades do Curso de Introdução à Espeleologia 18.1. Gruta do Zé Brega, Pains, MG.

