



ESPELEO-TEMA

REVISTA BRASILEIRA DEDICADA AO ESTUDO DE CAVERNAS E CARSTE

ISSN 0102-4701 (impresso)

Volume 31 Número 1 Edição Especial

ISSN 2177-1227 (on-line)

Ano 2024



Quartzitos em afloramento do Morro do Galho, ponto de maior elevação do Parque das Sempre-Vivas, com 1.542 m. Foto: Gabriel Lourenço.

Artigos Originais

SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS: UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO

Amanda Freitas Carvalho Caporali Oliveira, Maria Isidora Rodrigues Lopes & Vitor Oliveira Martins

DESVENDANDO O CARSTE QUARTZÍTICO: DA VIVÊNCIA À COMPREENSÃO DA ESPELEOGÊNESE DO PARQUE NACIONAL DAS SEMPRE VIVAS

Wendy Tanikawa Yoshizumi & Leandra Peixoto Nolasco Selos

Sociedade Brasileira de Espeleologia

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

EXPEDIENTE



Sociedade Brasileira de Espeleologia *(Brazilian Speleological Society)*

Endereço (*Address*)

Caixa Postal 7031 - Parque Taquaral
CEP: 13076-970 - Campinas SP - Brasil

Contatos (*Contacts*)

+55 (19) 99681-9224
espeleo-tema@cavernas.org.br

Gestão 2023-2025 (*Management Board 2023-2025*)

Diretoria (*Direction*)

Presidente: Elizandra Goldoni Gomig
Vice-presidente: Tatiane Monteiro da Silva
1º Secretária: Kelly Sandra Ramos Santos Silva
2º Secretária: Cláudia de Cássia Pessoa
1ª. Tesoureira: Pâmela Lima do Carmo Saviato
2ª Tesoureira: Therys Midori Sato

Conselho Fiscal (*Supervisory Board*)

Marcelo Taylor de Lima
Teresa Maria de França Moniz de Aragão
Paulo Henrique Rosado Arenas
Pavel Ênio Carrijo Rodrigues - Suplente (*Alternate*)
Luciano Emerich Faria - Suplente (*Alternate*)

ESPELEO-TEMA

Editores-Chefes (*Chief Editors*)

Dr. Lucas Padoan de Sá Godinho
Pós-doutorando pelo Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC-UFMG)

MSc. Valdinei Cristi Koppe
Instituto Mato-grossense de Espeleologia “Ramis Bucair” – IMEsp

Dra. Christiane Ramos Donato
Universidade Federal de Sergipe - UFS

Johni Cesar dos Santos
Consultor em Arqueologia e Historiador

Dr. Luciano Emerich Faria
MM Gerdau – Museu das Minas e do Metal

Conselho Editorial (*Editorial Board*)

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

Dr. Heros Augusto Santos Lobo
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Conselho Consultivo (*Consulting Board*)

Dr. Astolfo Gomes de Mello Araujo
Universidade de São Paulo – USP

Msc. Elvis Pereira Barbosa
Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC

Dra. Eleonora Trajano
Universidade de São Paulo – USP
Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Dr. Emerson Galvani
Universidade de São Paulo – USP

Dra. Emília Mariko Kashimoto
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Ezio Rubbioli
Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas – GBPE

Dr. Fernando Morais
Universidade Federal do Tocantins - UFT

Francisco Sekiguchi de Carvalho e Buchmann
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Dr. Gilson Burigo Guimarães
Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG

Dr. Gilson Rodolfo Martins
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Dr. Luis Enrique Sánchez
Universidade de São Paulo – USP

Dr. Luiz Afonso Vaz de Figueiredo
Fundação Santo André – FSA

Dr. Maurício de A. Marinho
M&P Cons. Est. Amb.

MSc. Mylène Luíza Cunha Berbert-Born
Cia. de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM

Dr. Nicolás Misailidis Stríkis
Universidade Federal Fluminense - UFF

Dr. Paulo César Boggiani
Universidade de São Paulo – USP

Dr. Ricardo Galeno Fraga de Araújo Pereira
Universidade Federal da Bahia – UFBA

Apoio à Tradução (*Translation support*)

Dra. Linda Gentry El-Dash
Universidade Estadual de Campinas - Unicamp

Coordenação Editorial (*Editorial Coordination*)

Javiera de la Fuente C.
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS

Diagramação (*Diagramming*)

Javiera de la Fuente C.
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS

SUMÁRIO (CONTENTS)

Editorial

1

ARTIGOS ORIGINAIS

**SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO
IBITIPOCA, MINAS GERAIS: UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO**

*EXCURSIONIST AND SPELEOLOGICAL SOCIETY IN IBITIPOCA STATE PARK, MINAS
GERAIS: A HISTORICAL SURVEY*

Amanda Freitas Carvalho Caporali Oliveira, Maria Isidora Rodrigues Lopes & Vitor Oliveira Martins

2

**DESVENDANDO O CARSTE QUARTZÍTICO: DA VIVÊNCIA À COMPREENSÃO DA
ESPELEOGÊNESE DO PARQUE NACIONAL DAS SEMPRE VIVAS**

*UNVEILING QUARTZITE KARST: FROM EXPERIENCE TO UNDERSTANDING THE
SPELEOGENESIS OF THE SEMPRE VIVAS NATIONAL PARK*

Wendy Tanikawa Yoshizumi & Leandra Peixoto Nolasco Selos

18

EDITORIAL

Em sua segunda edição, o prêmio Michel Le Bret de Espeleologia, promovido em 2023 pelo Centro de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV-ICMBio), em parceria com a Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE), coloca em evidência artigos desenvolvidos por jovens pesquisadores e pesquisadoras nas mais diversas áreas da Espeleologia. A revista ESPELEO-TEMA tem o orgulho de publicar este ano mais uma edição especial, com dois novos artigos que misturam, em textos elegantes e de leitura fluida, relatos de exploração espeleológica e descobertas científicas de grande importância para o panorama das ciências do carste no Brasil, ambos protagonizados pela equipe da Sociedade Excursionista Espeleológica de Ouro Preto (SEE). O primeiro artigo traz uma revisão histórica detalhada das prospecções e mapeamentos espeleológicos no Parque Estadual de Ibitipoca, onde a descoberta recente de algumas das maiores cavernas em quartzito de nosso país (e também do mundo) se revela. É um empolgante relato que evidencia o inquestionável potencial dessas cavernas para pesquisas científicas futuras. O segundo artigo traz a beleza do espírito do trabalho em equipe e seus desdobramentos em interessantes descobertas científicas no Parque Nacional das Sempre-Vivas, onde os processos responsáveis pela origem e a evolução de cavernas em quartzito são discutidos. Os processos formadores de cavernas em rochas siliciclásticas é tema em discussão para a Geologia do Carste a algumas décadas. Exemplo disto, são os simpósios internacionais sobre pseudocarste promovidos pela União Internacional de Espeleologia (UIS) desde a década de 1980. Recentemente o assunto ganhou novo fôlego dadas as pesquisas lideradas por pesquisadores europeus em grandes cavernas de quartzito sobre o relevo de Tepuis venezuelanos e brasileiros. Ficamos felizes com o novo sucesso do Prêmio Michel Le Bret de Espeleologia e reforçamos nossas estimas para a manutenção da perenidade desta bela iniciativa de incentivo e apoio à pesquisa espeleológica no Brasil. A todos, uma boa leitura!

Editores-chefes da revista ESPELEO-TEMA

Dr. Lucas Padoan de Sá Godinho
MSc. Valdinei Cristi Koppe
Dra. Christiane Ramos Donato
Johni Cesar dos Santos
Dr. Luciano Emerich Faria



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

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

SOCIEDADE EXCURSIONISTA E ESPELEOLÓGICA NO PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA, MINAS GERAIS: UM LEVANTAMENTO HISTÓRICO

EXCURSIONIST AND SPELEOLOGICAL SOCIETY IN IBITIPOCA STATE PARK, MINAS GERAIS: A HISTORICAL SURVEY

Amanda Freitas Carvalho Caporali Oliveira (1); Maria Isidora Rodrigues Lopes (1); Vitor Oliveira Martins (1)

(1) Sociedade Excursionista e Espeleológica (SEE).

Contato: amanda.caporali@aluno.ufop.edu.br

RESUMO

Um compilado que abriga desde os primeiros estudos realizados nas cavidades do Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb) pela Sociedade Excursionista e Espeleológica (SEE), em 1985, até o projeto aprovado em 2022, “As Cavernas de Ibitipoca”. Através de relatórios de atividades anuais dos grupos envolvidos, relatórios parciais de projetos, publicações, relatos de participantes e dados levantados, conta-se como se deu a relação da SEE com Ibitipoca, as parcerias, os trabalhos desenvolvidos e as experiências em suas dificuldades e conquistas. Ao todo foram publicados 11 artigos científicos, 4 monografias defendidas e 1 Prêmio Nacional de Espeleologia - Michel Le Bert, além de contribuições no Plano de Manejo Espeleológico (PME) e a criação do maior banco de dados já realizado sobre as cavernas do PEIb. Ao longo dos anos as expedições da SEE contaram com 74 espeleólogos, sendo 68 membros. Ibitipoca tem sido escola para a entidade, sobretudo, no que tange ao carste em litologia quartzítica e no espaço de desenvolvimento dos membros enquanto espeleólogos.

Palavras-chave: Ibitipoca, cavernas, litologia, espeleólogos.

ABSTRACT

A compilation that covers everything from the first studies carried out in the caves of the Ibitipoca State Park (PEIb) by the Excursionist and Speleological Society (SEE), in 1985, to the project approved in 2022, “The Caves of Ibitipoca”. Through the annual activity reports of the involved groups, partial project reports, publications, participant stories and collected data, it tells how SEE’s relationship with Ibitipoca came about, the partnerships, the work carried out and the experiences of its difficulties and achievements. A total of 11 scientific articles were published, 4 monographs defended and 1 Michel Le Bret National Speleology Award was received. In addition to contributions to the Speleological Management Plan (PME) and the creation of the largest database on the PEIb caves. Over the years, SEE’s expeditions have involved 74 speleologists, 68 of them being society’s members. Ibitipoca has been a school for the organization, especially when it comes to karst in quartzite lithology and the development of its members as speleologists.

Keywords: Ibitipoca, caves, lithology, speleologists.

INÍCIO

Do que consta em registros, após Alvaro da Silveira em “Memórias Corográficas” (vol. I, 1922), referenciado em “As Grutas de Minas Gerais” (IBGE, 1939), os geólogos formados pela Escola de Minas de Ouro Preto e antigos diretores da Sociedade Excursionista e Espeleológica (SEE), Wilson Roberto Grossi e Rui Campos Perez foram os primeiros a publicar trabalhos sobre o distrito espeleológico de Ibitipoca.

De 1979 a meados de 1981, Grossi e Perez participaram do projeto Grutas, uma parceria da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) com a SEE. Após a graduação foram prestar serviço de

BEGINNING

From what is recorded, after Alvaro da Silveira in Chorographic Memories (“Memórias Corográficas” vol. I, 1922), referenced in The Caves of Minas Gerais (“As Grutas de Minas Gerais” IBGE, 1939), the geologists graduated from the Ouro Preto School of Mines and former directors of the Excursionist and Speleological Society (Sociedade Excursionista e Espeleológica SEE), Wilson Roberto Grossi and Rui Campos Perez were the first to publish works on the Ibitipoca speleological district.

From 1979 to mid-1981, Grossi and Perez took part in the Grutas project, a partnership between the Minas

consultoria para a CETEC, pela qual propuseram uma parceria com Instituto Estadual de Florestas (IEF/MG) — que já geria a área do Parque Estadual do Ibitipoca (PEIb) —. Era um projeto ambicioso de cadastramento das cavidades do parque e elementos diversos para o que chamavam de Zoneamento Ecológico, o qual posteriormente passou a ser o Plano de Manejo. O plano não prosperou, principalmente por dificuldades do IEF em aportar as contrapartidas necessárias para a execução do mesmo.

Mas disso tudo, das visitas ao parque e das primeiras identificações de cavidade circulando por lá, produziram dois trabalhos. O primeiro publicado em 1985 no XVII Congresso Brasileiro de Espeleologia (CBE) “Notas preliminares sobre o distrito espeleológico da Serra do Ibitipoca, município de Lima Duarte, MG”; e o segundo “The quartzitic speleological district of the Parque Estadual do Ibitipoca”, publicado em 1986 no IX Congresso Internacional de Espeleologia (ICS).

Em meados de 1995 a SEE realizou uma excursão pontual de poucos dias com o Programa de Educação Tutorial do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto (PET/DEGEO) para o PEIb. Era um grupo de 10 “Spes” com o objetivo de fazer o reconhecimento da Gruta da Bromélias e da Ponte de Pedra, não houve mapeamento.

Quer dizer, pelo que se sabe, durante 46 anos, de 1939 até 1985, não houve trabalhos publicados acerca de estudos espeleológicos no PEIb. Depois de Grossi e Perez a incidência de outros pesquisadores publicando trabalhos na área cresceu, mas a SEE já não tinha parte. Somente 28 anos depois o grupo entra em perspectiva novamente.

RETORNO

Primeiros passos

Era agosto de 2014, em Ouro Preto a SEE organizava o VII Encontro Mineiro de Espeleologia (EMESP), com a temática “Cavernas Em Rochas Não Carbonáticas”. Naquele momento, a então tesoureira Lorena Oliveira Pires (Dislalia), convidou o professor Rubens Hardt — especialista em geomorfologia em litologia siliciclástica — para palestrar no evento. Após a palestra, o professor comentou que a Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas (SPEC) havia reativado o grupo e retomado os trabalhos de mapeamento espeleológico em Ibitipoca, mas que precisava fazer uma reciclagem nas técnicas. Sabendo, então,

Gerais Technology Center Foundation (Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC) and SEE. After graduating, they went to work as consultants for CETEC, where they proposed a partnership with the State Forestry Institute (Instituto Estadual de Florestas - IEF/MG) - which already managed the area of the Ibitipoca State Park (Parque Estadual do Ibitipoca - PEIb). It was an ambitious project to register the park's caves and various elements for what they called Ecological Zoning, which later became the Management Plan. The plan did not prosper, mainly due to IEF's difficulties in providing the necessary counterparts to carry it out.

From all this, from the visits to the park and the first identifications of caves, two papers were produced. The first was published in 1985 at the XVII Brazilian Congress of Speleology (Congresso Brasileiro de Espeleologia CBE): Preliminary notes on the speleological district of the Ibitipoca mountain range, Lima Duarte Municipality, MG (“Notas preliminares sobre o distrito espeleológico da Serra do Ibitipoca, município de Lima Duarte, MG”); and the second was “The quartzitic speleological district of the Parque Estadual do Ibitipoca”, published in 1986 at the IX International Congress of Speleology (ICS).

In mid-1995, SEE organized a one-off excursion of a few days with the Tutorial Education Program of the Geology Department of the Federal University of Ouro Preto (PET/DEGEO) to the PEIb. It was a group of 10 “Spes” with the aim of surveying the Bromélias and the Ponte de Pedra caves, but there was no mapping.

In other words, as far as it could be found, for 46 years, from 1939 to 1985, there were no papers published on speleological studies in the PEIb. After Grossi and Perez, the occurrence of other researchers publishing work in the area grew, but SEE was no longer a part of it. It was not until 28 years later that the group appeared again.

RETURN

First steps

It was August 2014 and SEE was organizing the VII Encontro Mineiro de Espeleologia (EMESP) in Ouro Preto, with the theme “Caves in Non-Carbonate Rocks”. At the time, the then treasurer, Lorena Oliveira Pires (Dislalia), invited Professor Rubens Hardt - a specialist in siliciclastic lithology geomorphology - to speak at the event. After the talk, the professor commented that the Carioca Society for Speleological Research (Sociedade Carioca de Pesquisas Espeleológicas SPEC) had reactivated the group and resumed its speleological mapping work in Ibitipoca, but that it needed to update its techni-

da referência da SEE na área, Hardt formalizou por e-mail no dia 2 de setembro a sugestão de intercâmbio e parceria com a SPEC.

Naquela ocasião o cenário era a conclusão do Projeto Arcos Pains Espeleologia (ProAPE) pela diretoria anterior e na mira não se tinha qualquer área de estudo ou projeto específico. A ideia de Hardt veio de encontro. No entanto, não havia recurso para o projeto, logo, a diretoria decidiu por utilizar o retorno financeiro institucional adquirido com o patrocínio do VII EMESP para custear a primeira campanha — visto que seria uma forma de investimento em um dos pilares centrais da entidade: expandir a ciência espeleológica —. A contrapartida financeira somente atendeu porque todo o VII EMESP foi organizado pelo próprio grupo, com mão de obra voluntária desde folders até logística de palestrantes, não houve terceirização da comissão organizadora do evento.

Um dia depois do e-mail de Hardt, Lorena teve sucesso no contato com Heitor de Brito Cintra, líder do projeto pela SPEC que possuía contato com Rose Belcavelo, funcionária da administração do parque na época. Agora existia a possibilidade de um novo projeto.

Em novembro de 2014 os membros Bruno Fernandes Aguiar (Cedam), Celso Constâncio, Cláudio Maurício Teixeira da Silva, Érika Ribeiro, Fabrício Fernandes Vieira (Sabão), Lorena Oliveira Pires (Dislalia), Mateus Lima Rosa (KDD), Pedro Henrique Assunção (Smigol), Thiago Madeira (Calango) e Felipe Diamantino Ferreira (Copa Tropa), foram para Ibitipoca no intuito de cumprir o intercâmbio com a SPEC e começar uma nova frente de estudo. Neste primeiro campo realizaram o mapeamento da Gruta das Casas e perceberam que, além do carste singular em quartzito, referência no Brasil, as cavernas do PEIb seriam uma verdadeira escola para a SEE em diversos ramos da espeleologia.

Retornaram para Ouro Preto com esse sentimento, mas a SEE não dispunha de verba suficiente. Para a segunda campanha acontecer angariaram recursos monetários e materiais de campo, com os antigos membros. Em outros momentos utilizavam o retorno dos cursos realizados pela SEE, como o Curso de Introdução à Espeleologia, além de terem sido contemplados com bolsas das Fundações Gorceix e Victor Dequech. A cada campanha buscavam uma fonte de recurso, e assim seguiram, voluntariamente e destinando o montante que obtinham integralmente para transporte, alimentação e manutenção de equipamentos.

ques. Knowing that SEE was a reference in the area, Hardt formalized the suggestion of an exchange and partnership with SPEC by email on September 2nd.

At the time, the scenario was that the previous board had concluded the Arcos Pains Speleology Project (ProAPE) and there was no specific study area or project in sight. Hardt's idea came in a good moment. However, there were no resources for the project, so the board decided to use the institutional financial return acquired from sponsoring the VII EMESP to fund the first campaign - since it would be a way of investing in one of the organization's central pillars: expanding speleological science. The financial contribution was only successful because the group itself, with volunteer labor from folders to speaker logistics, organized the entire VII EMESP; the event's organizing committee was not outsourced.

The day after Hardt's email, Lorena was successful in contacting Heitor de Brito Cintra, the project leader at SPEC, who was in contact with Rose Belcavelo, an employee of the park's administration at the time. Now there was the possibility of a new project.

In November 2014, members Bruno Fernandes Aguiar (Cedam), Celso Constâncio, Cláudio Maurício Teixeira da Silva, Érika Ribeiro, Fabrício Fernandes Vieira (Sabão), Lorena Oliveira Pires (Dislalia), Mateus Lima Rosa (KDD), Pedro Henrique Assunção (Smigol), Thiago Madeira (Calango) and Felipe Diamantino Ferreira (Copa Tropa) went to Ibitipoca to fulfill their exchange with SPEC and start a new study front. In this first field trip, they mapped the Casas cave and realized that, in addition to the unique quartzite karst, a benchmark in Brazil, the PEIb caves would be a real school for SEE in various branches of speleology.

They returned to Ouro Preto with this feeling, but SEE did not have enough money. For the second campaign, they raised money and field materials from former members. At other times, they used the proceeds from courses run by SEE, such as the Introduction to Speleology Course, as well as grants from the Gorceix and Victor Dequech Foundations. With each campaign, they looked for a funding source, and so they continued, voluntarily, allocating the amount they obtained entirely to transportation, food and equipment maintenance.



Figura 1- Membros da SEE e SPEC em novembro de 2014.

Figure 1 - SEE and SPEC members in November 2014.

Graças à arrecadação com antigos membros, partiram para o segundo campo, de 16 a 20 de janeiro de 2015. Iniciaram estudos geoespeleológicos na Casas e a topografia da Gruta Manequinho, as quais perderam espaço momentaneamente em detrimento do que passou a ser o marco da relação com a Gruta Martimiano II. O contexto se dá em uma expedição anterior, quando Alcino Campos (guarda-parque do PEIb) e o Gabriel Fortes (neto do Martimiano) apresentam a cavidade a dois membros do Espeleo Rio, que percorreram o trajeto de boca a boca pelo conduto principal. Ocorreu que estes dois estavam no PEIb na data do campo e apresentaram a gruta para os grupos. O conduto principal impressionou tanto com seu desnível que decidiram começar a topografia, pela boca na dolina. O objetivo era concluir o trecho conhecido para obter a “coluna vertebral”, depois juntariam os “braços” do “quebra-cabeça”. No segundo dia perceberam que se continuassem a topografia até tarde e dormissem na caverna para começar cedo no outro dia, chegariam à segunda boca no terceiro dia de mapeamento, e conseguiram. Se reorganizaram, de uma equipe custou uma noite de sono na caverna e da outra, o retorno com suprimentos. Martimiano foi a terceira caverna estudada pela SEE em Ibitipoca e canalizava os esforços dos grupos para seu mapeamento.

Na equipe de auxílio estava Lorena, Fabrício e Pedro Henrique, que aproveitaram para reunir com a gestão do parque e explicar uma nova proposta. Um projeto envolvendo cadastro, prospecção e mapeamento que resultasse em um Atlas das Cavernas de Ibitipoca — um catálogo com fotografias, mapas e dados das cavernas —. Naquela noite voltaram para a gruta com suprimentos não só para a equipe, mas também para os futuros estudos no PEIb, obtiveram resposta positiva do IEF, teriam apoio e liberação. A semente de uma ideia cujos frutos ainda virão.

Thanks to donations from former members, they left for the second campaign, from January 16 to 20, 2015. They began geospeleological studies in Casas and the topography of the Manequinho Cave, which momentarily lost ground to the detriment of what became the landmark relationship with the Martimiano II Cave. The context takes place during a previous expedition, when Alcino Campos (PEIb park ranger) and Gabriel Fortes (Martimiano’s grandson) presented the cave to two members of Espeleo Rio, who traveled the route from one entrance to the other through the main conduit. These two happened to be in the PEIb at the time of the field trip and introduced the groups to the cave. They were so impressed by the steepness of the main conduit that they decided to start the topography at the doline entrance. The aim was to complete the known stretch in order to get the “spine”, and then they would put together the “arms” of the “puzzle”. On the second day, they realized that if they continued surveying until late and slept in the cave to start early the next day, they would reach the second entrance on the third day of mapping, and they succeeded. They reorganized themselves, with one team spending a night’s sleep in the cave and the other returning with supplies. Martimiano II was the third cave studied by SEE in Ibitipoca and channeled the groups’ efforts into mapping it.

The support team included Lorena, Fabrício and Pedro Henrique, who took the opportunity to meet with the park’s management and explain a new proposal. A project involving registration, prospecting and mapping that would result in an Atlas of the Ibitipoca Caves - a catalog with photographs, maps and cave data. That night they returned to the cave with supplies not only for the team, but also for future studies in the PEIb, as they received a positive response from the IEF, who would grant them permission and support them. The seed of an idea whose fruits are yet to come.

Até aquela ocasião, as atividades estavam dentro do projeto “Remapeamento, documentação, e atualização cadastral das cavidades naturais do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG” da SPEC, uma parceria. Então, prosseguiram com as campanhas junto do grupo carioca, sempre uma equipe na Martimiano e uma equipe paralela em outras cavernas.

No terceiro campo, em março do mesmo ano, Lorena, Cláudio, Ian C. R. Dutra e Leticia A. B. Batisteli (Samonga) descobriram o Conduto da Cachoeira e, o desenvolvimento dali para frente, chamaram de “Caverna Nova”, enquanto ao conduto principal chamaram de “Caverna Velha”. Os nomes vieram a partir da percepção de que estes representavam duas fases evolutivas da caverna, tendo passado por um momento de migração do rio subterrâneo. Enquanto o conduto principal está na zona vadosa (Caverna Velha), o conduto da cachoeira está na zona freática de oscilação do nível da água (Caverna Nova).

Vimos que a caverna duplicaria em desenvolvimento, tendo potencial para ser a maior do país em quartzito. Foi aí que a chama acendeu mais ainda, queríamos revelar isso, que a maior caverna em quartzito do Brasil estava em Ibitipoca. (Lorena Oliveira Pires - Dislalia)

Ainda em 2015 somaram mais dois campos focados na topografia da Martimiano II. A essa altura a SEE já possuía boas relações com o participante do grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, Tiago V. Bastos (Fox), graças a um convite aceito para ministrar um curso de técnicas verticais para os membros. E por essa razão é que Paulo Eduardo de Lima (Tinganei) assertivamente encontrou espaço para convidá-lo a participar do mapeamento da Martimiano II. Imediatamente ao saber da necessidade de escalar a cachoeira para as atividades continuarem, ele aceitou. Então, na campanha seguinte a equipe Tiago, Paulo Eduardo, Celso Constâncio e Ian foi com a missão de conquistar a cachoeira e descobrir o quanto a caverna “crescia” dali. Equipado com cadeirinha, demais materiais de vertical e uma escada de corda — com aproximadamente 15 metros de comprimento e bons anos guardada na SEE —, Tiago começou a escalada. Utilizou saliências, fraturas e agarras que encontrou à direita da queda d’água, de cerca de 5 metros de altura. As agarras acabaram e restava apenas um grande bloco acima da parte negativa, o pé esquerdo estava alto onde corria a água e usando esses pontos se apoiou fazendo mais dois lances positivos para alcançar o topo. Depois de breve comemoração e alívio seguiu algo em torno de 8 metros e fixou parabolts (proteção fixa) no quartzito friável, amarrando a corda e fixando a escada de corda. Os demais passaram o lance de escalada com os blocantes na corda e com a escada de apoio, facilitando e tornando o acesso mais seguro.

Until then, the activities had been part of SPEC’s project “Remapping, documentation and cadastral update of the natural caves of the Ibitipoca State Park, Lima Duarte, MG”, a partnership. So they continued with the campaigns with the group from Rio, always with a team at Martimiano II and a parallel team in other caves.

In the third campaign, in March of the same year, Lorena, Cláudio, Ian C. R. Dutra and Leticia A. B. Batisteli (Samonga) discovered the Waterfall Conduit, and the conduits from then on they called “Caverna Nova” (New Cave), while the main conduit they called “Caverna Velha” (Old Cave). The names came from the perception that these represented two evolutionary phases of the cave, having gone through a moment of migration of the underground river. While the main conduit is in the vadose zone (Old Cave), the waterfall conduit is in the phreatic zone where the water level fluctuates (New Cave).

We saw that the cave would double in size and had the potential to be the largest quartzite cave in the country. That’s when the flame ignited even more, we wanted to reveal that the largest quartzite cave in Brazil was in Ibitipoca. (Lorena Oliveira Pires - Dislalia)

In 2015, two more campaigns were carried out focusing on Martimiano II topography. At this point, SEE already had good relations with Tiago V. Bastos (Fox), a member of the Bambuí Speleological Research Group, thanks to an invitation he accepted to teach a course on vertical exploration techniques for the SEE members. It was for this reason that Paulo Eduardo de Lima (Tinganei) assertively found the space to invite him to take part in the mapping of Martimiano II. Immediately after learning that he needed to climb the waterfall for the activities to continue, he accepted. Therefore, in the next campaign, the team of Tiago, Paulo Eduardo, Celso Constâncio and Ian set out with the mission of conquering the waterfall and discovering how much the cave “grew” from there. Equipped with a harness, an approximately 15 meters long rope ladder that had been stored for many years at SEE, and other technical equipment, Tiago began his climb. He used the ledges, fractures and holds he found to the right of the waterfall, about 5 meters high. The holds were gone and there was only one large block left above the overhanging part, his left foot was high where the water was flowing and using these points he supported himself by making two more positive moves to reach the top. After a brief celebration and relief, he went on about 8 meters and set parabolts (fixed protection) on the friable quartzite, tying the rope and fixing the rope ladder. The rest of the team climbed the pitch with the ascenders and the ladder for support, making access easier and safer.

Após subirem, continuamos a exploração e chegamos na conhecida, temida, apertada e medonha passagem da Fenda, onde há um quebra-corpo em uma fenda retangular com cerca de 30 cm de largura e uns 40 cm de altura, ficando mais alta e mais estreita ao longo da fenda. Nesse momento nos reagrupamos e perguntei quem gostaria de ser o primeiro a passar ali, para minha sorte ninguém topou. Sendo assim, fui feliz e logo já estava lá na Fenda, molhando o macacão, me espremendo e arrastando rio acima (Tiago Vilaça Bastos).

Esta foi a deixa. Depois exploraram o que a equipe anterior havia previsto: uma “Caverna Nova”, ativa e que praticamente duplicou o desenvolvimento até então conhecido.

Subimos correndo pelo conduto principal (do rio) com a certeza de que éramos os primeiros a estar ali e continuamos a subir e explorar o conduto até o momento que percebemos que seria impossível terminar a topografia dela ainda naquela expedição (Tiago V. Bastos).

After climbing, we continued exploring and arrived at the well-known, dreaded, tight and fearsome Fenda passage, where there is a body breaker in a rectangular crack about 30 cm wide and about 40 cm high, getting taller and narrower as we went along. At this point we regrouped and I asked who would like to be the first to go through, to my luck nobody volunteered. So I was happy and soon I was in the crack, soaking my overalls, squeezing and dragging myself upstream (Tiago Vilaça Bastos).

That was the cue. Then they explored what the previous team had predicted: a “New Cave”, which was active and practically duplicated the development that had been known until then.

We ran up the main conduit (of the river) with the certainty that we were the first to be there and we continued to climb and explore the conduit until we realized that it would be impossible to finish surveying it while still on that expedition (Tiago V. Bastos).



Figura 2 - Cachoeira da Gruta Martimiano II.

Figure 2 – Waterfall at Martimiano II Cave.

No campo seguinte, último de 2015, tem-se a entrega do mapa da Casas para a gestão do PEIb.

No primeiro de 2016, abril, a equipe paralela Pedro Henrique, Paulo Eduardo, Syro Lacerda (Pokapilha) e Lauro (SPEC) topografou parte da Gruta dos Viajantes. O mestrado em geotecnia despertava no Syro grande interesse pela geomecânica em geral, a estabilidade dos condutos, a facilidade de observar as fraturas tridimensionalmente, onde ocorrem e como se repetem. Foi quando propôs retornarem para fazer um mapeamento geomecânico.

Em agosto, através do recém criado grupo de WhatsApp, fizeram um convite para antigos membros

The next field trip, the last one of 2015, the Casas cave map is delivered to the PEIb management.

On April 2016, the first campaign of the year, the parallel team of Pedro Henrique, Paulo Eduardo, Syro Lacerda (Pokapilha) and Lauro (SPEC) surveyed part of the Viajantes Cave. Syro's master's degree in geotechnics sparked a great interest in geomechanics, the ease of observing fractures three-dimensionally, where they occur and how they recur in other locations and the stability of conduits. That is when he proposed that they return to do some geomechanical mapping.

In August, through the newly created WhatsApp group, they invited former members to take part in

participarem da campanha que haveria no fim do mês. Convite este que resultou em um inusitado e precioso encontro.

Cheguei um pouco depois deles, assim que combinamos de nos encontrar no meio do mato, em um ponto GPS que me passaram, às 13 horas, onde eles estariam tentando localizar a Gruta Manequinho. Na hora exata eles ouviram batidas de facão e eu saindo de um matagal. Assim, nos conhecemos, às 13:01h do dia 23 de agosto de 2016, nas coordenadas 23 613384 E, 7597973 N, 1315m. Algum tempo depois, eles me confessaram que não acreditavam que eu fosse chegar. Foi um belo começo (Marcelo Taylor de Lima).

O encontro não foi apenas o início da colaboração de Marcelo Taylor nos trabalhos em Ibitipoca, foi também uma nova fase de participação da SEE. A equipe no ponto era Mariana Timo, Constâncio, Bruno Aguiar (Cedam), Syro, designados para encontrar no caminho para a Manequinho — desconhecida para eles até então —, um acesso externo para a segunda entrada da Martimiano, visto que a equipe deixada nesta gastava quase duas horas e meia apenas para chegar ao ponto onde estava o mapeamento. Pensava-se também na possibilidade de haver conexão entre estas duas. Chegaram à noite na boca principal da Manequinho e não encontraram a segunda boca da Martimiano.

Na mesma expedição parte da equipe retornou e evoluiu estações na topografia da Manequinho seguindo a jusante, que leva a condutos muito estreitos e labirínticos onde Bruno deparou-se com o então “Conduto do Vietnã”, inspiração de nome em função do volume do salão.

IbitiProCa

O “Projeto Cavernas do Ibitipoca (IbitiProCa)” surgiu como um braço do “Remapeamento, documentação e atualização cadastral das cavidades naturais do Parque Estadual do Ibitipoca, Lima Duarte, MG”, uma reedição, iniciada em 2013, do projeto que impulsionou a criação da SPEC em 1993: “Cadastro, espeleometria, estudos geológico, biológico e arqueológico das cavidades naturais do Parque Estadual do Ibitipoca”. De modo que, o objetivo seria suprir a demanda de dados para a produção do Plano de Manejo Espeleológico do PEIb, atualizando dados espeleométricos obtidos entre 1990 e 1995. Como membro da comissão Intergrupos, Heitor propôs um mapeamento das cavidades contando com a participação de grupos associados à SBE, o IbitiProCa, uma parceria entre IEF, PEIb, SBE e cinco grupos: SPEC, SEE, Espeleo Grupo Rio Claro (EGRIC), Grupo de Espeleologia Laje Seca (GELS) e Grupo de Pesquisa e Extensão Guano Espeleo.

the campaign that would take place at the end of the month. This invitation resulted in an unusual and precious meeting.

I arrived a little later, thus we agreed to meet in the middle of the woods, at a GPS point they had given me, at 1pm, where they would be trying to locate the Manequinho Cave. At exactly that time, they heard a machete strike and me coming out of a thicket. Therefore, we met at 1:01 p.m. on August 23, 2016, at coordinates 23 613384 E, 7597973 N, 1315m. Some time later, they confessed to me that they did not believe I was going to arrive. It was a great start (Marcelo Taylor de Lima).

The meeting was not only the start of Marcelo Taylor’s collaboration on the work in Ibitipoca, but also a new phase of SEE’s participation. The team at the GPS point was Mariana Timo, Constâncio, Bruno Aguiar (Cedam), Syro, who were assigned to find an external access to the second entrance of Martimiano II on the way to Manequinho - unknown to them until then. That was due to the fact that the team left at this second entrance would spending almost two and a half hours just to get to the point where the mapping was taking place. They also thought there might be a connection between the two. They arrived at night at the main entrance of the Manequinho and could not find the second entrance of Martimiano II.

During the same expedition, part of the team returned to Manequinho’s topography and progressed downstream, which leads to very narrow and labyrinthine conduits where Bruno came across the “Vietnam Conduit”, named after the volume of the hall.

IbitiProCa

The “Ibitipoca Caves Project (IbitiProCa)” emerged as an offshoot of the “Remapping, documentation and cadastral update of the natural caves of the Ibitipoca State Park, Lima Duarte, MG”, a 2013 re-edition, of the project that led to the creation of SPEC in 1993: “Registry, speleometry, geological, biological and archaeological studies of the natural caves of the Ibitipoca State Park”. The aim was to meet the data demand for the production of the PEIb’s Speleological Management Plan, updating speleometric data obtained between 1990 and 1995. As a member of the Intergroup Commission, Heitor proposed mapping the caves with the participation of groups associated with the SBE, IbitiProCa, a partnership between IEF, PEIb, SBE and five groups: SPEC, SEE, Espeleo Grupo Rio Claro (EGRIC), Grupo de Espeleologia Laje Seca (GELS) and Grupo de Pesquisa e Extensão Guano Espeleo.

Encerraram 2016 a todo vapor e 2017 não deixaria a desejar. Agora a SEE tinha mais uma organização pela frente: o 34º Congresso Brasileiro de Espeleologia em Ouro Preto. Foram ao PEIb duas vezes naquele ano, em janeiro mergulharam na geologia e espeleogênese da Casas, descreveram as fácies do quartzito, analisaram estruturalmente os condutos e elaboraram o modelo de evolução entendendo a estratigrafia como um dos fatores condicionantes para o padrão que se repete em diversas cavernas em Ibitipoca; fizeram estudos geoespeleológicos na Martimiano II; e o mapeamento geomecânico da Viajantes. Todos renderam publicações cinco meses depois, nos anais do CBE, no qual, durante a apresentação oral, deram à luz ao carste em quartzito de Ibitipoca, tendo no público a comunidade espeleológica e o ICMBio/CECAV. Em setembro deram continuidade à topografia da Martimiano II e da Manequinho.

Em 2018 mais duas campanhas trouxeram a continuação da topografia da Martimiano II; conferência da antiga topografia da Bromélias (onde decidiram por uma nova e mais detalhada); conclusão da Manequinho, início e conclusão de Vandinho, Jacinto Lage e Pião; e início da Moreiras.

Neste ano, a SEE submete o Projeto “Cadastro e Avaliação dos Aspectos Espeleoturísticos das Cavernas do Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais” (IbitiTur) em consonância com o Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico do ICMBio/CECAV. Em seguida surgiu a oportunidade do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica da Anglo American onde o projeto foi definido pelo ICMBio/CECAV para compor o programa de pesquisa do termo e passou a ter recursos financeiros garantidos para seu desenvolvimento.

A conclusão do IbitiProCa para a SEE se deu com dois campos em 2019. Em janeiro foi finalizado o mapeamento da Martimiano II e da Moreiras. Foi dada a largada para o remapeamento da Bromélias e feita a análise geomecânica da Gruta do Pião. Em agosto avança o trabalho na Bromélias, realizam a geomecânica da Gruta dos Coelho e exploram a Gruta do Alonso.

The year 2016 came to a close in full swing and 2017 was not to be surpassed. SEE now had another organization ahead: the 34th Brazilian Congress of Speleology (CBE) in Ouro Preto. They went to the PEIb twice that year. In January they immersed themselves in the geology and speleogenesis of Casas cave, describing the quartzite facies, structurally analyzing the conduits and elaborating the evolution model, understanding stratigraphy as one of the conditioning factors for the pattern that is repeated in several caves in Ibitipoca; they carried out geospeleological studies in Martimiano II; and the geomechanical mapping of Viajantes. All of this resulted in publications five months later, in the CBE annals, also, during the oral presentations, they gave light to the quartzite karst of Ibitipoca, with the speleological community and ICMBio/CECAV in the audience. In September, they continued surveying Martimiano II and Manequinho.

In 2018, two more campaigns brought the continuation of the Martimiano II mapping; checking of Bromélias old mapping (where they decided on a new and more detailed one); conclusion of Manequinho, beginning and conclusion of Vandinho, Jacinto Lage and Pião; and beginning of Moreiras cave.

This year, SEE submitted the project “Register and evaluation of speleo-turistic aspects of Ibitipoca State Park caves” (IbitiTur) in line with ICMBio/CECAV’s National Program for the Conservation of Speleological Heritage. Then came the opportunity of Anglo American’s Speleological Compensation Commitment Term, where the project was defined by ICMBio/CECAV to be part of the term’s research program and now had guaranteed financial resources for its development.

IbitiProCa was completed for SEE with two field campaigns in 2019. In January, the mapping of Martimiano II and Moreiras was completed. The start was made on the remapping of Bromélias and the geomechanical analysis of Pião cave. In August, work progressed on Bromélias, geomechanics were carried out on Coelho cave and Alonso cave was explored.



Figura 3 – Superior: Equipe de Topografia na Gruta Martimiano II, janeiro de 2018. Inferior: Equipe de geoespeleologia na Gruta Martimiano II, março de 2022.

Figure 3 – Above: Topography team at Martimiano II cave, January 2018. Below: Geoespeleology team at Martimiano II cave, March 2022.

IBITITUR

Com a primeira atividade de campo à vista, retomam-se os estudos e discussões em torno da avaliação do potencial turístico, área pouco conhecida pelos então membros da SEE e que passou a despertar grande interesse. Durante conversas com o Prof. Heros A. S Lobo, tomou-se conhecimento de sua

IBITITUR

With the first field activity in sight, studies and discussions were resumed around the evaluation of tourist potential, an area that was little known to the current members of the SEE at the time and which was now arousing great interest. During conversations with Prof. Heros A. S Lobo, we learned about

metodologia aplicada em cavernas turísticas da Serra da Bodoquena, e assim ficou decidido utilizá-la como base para o projeto. Visto que o trabalho de Lobo foi pensado de acordo com as particularidades das cavidades daquela região, sua aplicabilidade nas grutas de Ibitipoca traria resultados não condizentes com a realidade, desta forma, surge o desafio de adaptá-lo às grutas quartzíticas do PEIb.

Em novembro de 2019 acontece a primeira expedição para aplicação da ficha de caracterização turística com objetivo de avaliar as grutas Coelhos, Viajantes, Pião, Monjolinho e Ponte de Pedra, onde desta última também foi refeita a topografia. Percebeu-se que o método traria resultados satisfatórios, porém diversas dúvidas surgiram quanto a padronização da aplicação. Foi decidido pela setorização das cavidades para saber os locais com maior ou menor potencial a fim de auxiliar no planejamento e gestão da visitação. Todavia fez-se necessário esclarecer os critérios desta divisão, bem como os que seriam usados na definição de desníveis acentuados, feições geológicas de interesse e dimensões suficientes dos condutos para passagem de pessoas.

Após um mês, com maior esclarecimento, é dado retorno ao PEIb para caracterização de mais quatro cavidades – duas delas não abertas à visitação, como critério comparativo – contando com a participação de Davi N. Lantelme, servidor do IEF e coordenador técnico do recém-aprovado Plano de Manejo Espeleológico do PEIb. Nesta expedição os estudos são aplicados e avançam discussões importantes no que tange à visitação nas grutas, sendo o marco inicial de frutos colhidos com a elaboração do PME.

his methodology applied to tourist caves in the Bodoquena mountain range, and so it was decided to use it as a basis for the project. Since Lobo's work was designed according to the particularities of the caves in that region, applying it to the Ibitipoca caves would not bring results in line with reality, thus appearing the challenge of adapting it to the quartzite caves of the PEIb.

The first expedition to apply the tourist characterization form took place in November 2019, with the aim of evaluating the Coelhos, Viajantes, Pião, Monjolinho and Ponte de Pedra caves, where the topography of the latter was also redone. It was clear that the method would produce satisfactory results, but several doubts arose as to the standardization of its application. It was decided to sectorize the caves in order to find out which sites had the greatest potential, to help plan and manage visitation. However, it was necessary to clarify the criteria for this division, as well as those that would be used to define steep gradients, geological features of interest and sufficient dimensions of the conduits for people to pass through.

After a month, with greater understating, we returned to the PEIb to characterize four more caves - two of them not open to visitors, as a comparative criterion - with the participation of Davi N. Lantelme, an IEF employee and technical coordinator of the recently approved PEIb Speleological Management Plan. On this expedition, the studies were applied and important discussions were held regarding visitation to the caves, and it was the first fruits of the Management Plan.



Figura 4 - Pichações registradas durante a caracterização turística da Gruta dos Fugitivos.

Figure 4 - Graffiti encountered during Fugitivos cave touristic characterization.

Inicia-se 2020 com grandes expectativas para o projeto, os dados colhidos vinham sendo tratados e os resultados eram satisfatórios. Em 10 de fevereiro, 18 espeleólogos partem para a III expedição do projeto. Além de finalizar as avaliações turísticas com aplicação em mais 6 cavidades, foi dado continuidade no levantamento do banco de dados do patrimônio espeleológico de Ibitipoca. Duas equipes trabalharam 4 dias na Gruta das Bromélias, topografando um total de 1.465 metros de desenvolvimento horizontal, dando um salto para finalização de seu mapa. Por fim, foram caminhadas áreas alvo nas regiões sudoeste, leste e oeste para prospecção e conferência de dados, nas quais foram encontradas cavidades que chegaram a centenas de metros como a Gruta Rasteirinha.

Logo após a III expedição, a dinâmica mundial transforma-se a partir da confirmação de uma pandemia causada pelo coronavírus SARS-CoV-2. Em poucos meses o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas - ICMBIO/CECAV indicou a paralização de campos dos projetos de espeleologia, desacelerando a continuidade do projeto por aproximadamente 15 meses. Contudo, os estímulos se mantiveram e a pauta IbitiTUR permaneceu em foco em atividades remotas da SEE.

Com a melhora do cenário pandêmico veio a possibilidade de retornar com as atividades de campo e, desta forma, inicia-se uma preparação para a IV expedição, em junho de 2021, com foco em encontrar novas cavidades em áreas ainda não exploradas do PEIb. O cenário agora é de mudanças na SEE, diversos espeleólogos recém-iniciados durante a pandemia fazem parte do grupo de frequentadores, ainda construindo seus conhecimentos e bastante empolgados. Junto de poucos veteranos partiram para um campo que abriam horizontes individuais e coletivos. Foram 57,5 quilômetros percorridos em caminhamento e aproximadamente 25 feições cadastradas, esta foi a primeira vez que membros da SEE percorriam a região sudeste da unidade de conservação, chamando a atenção para o potencial de ocorrência de grandes cavernas ali.

Em outubro de 2021, os objetivos de avaliação de potencial turístico, prospecção e conferência de dados já haviam gerado dados satisfatórios para o projeto, mas era conhecida a potencialidade daquela serra e do quanto ainda havia para explorar e estudar as amadas grutas quartzíticas do Ibitipoca. Partia agora a V expedição do projeto, com objetivo de cumprir a parte de topografia espeleológica proposta. Em 4 dias participaram 3 equipes da finalização do mapeamento da Gruta das Bromélias, alcançando 3.447 metros em desenvolvimento horizontal e aproximadamente 76 em desnível, se tratando da segunda maior cavidade do PEIb e uma das maiores grutas em quartzito do país. Durante a expedição também teve início a topografia das Grutas Rasteirinha e Arco do Arlete.

The year 2020 began with great expectations for the project, the data collected had been processed and the results were satisfactory. On February 10, 18 speleologists set off on the project's third expedition. As well as finalizing the tourist evaluations with applications in 6 more caves, the survey of Ibitipoca's speleological heritage database continued. Two teams worked for four days in the Bromélias cave, surveying a total of 1,465 meters of horizontal development, taking a big leap towards finalizing the map. Finally, target areas were walked in the southwest, east and west regions to prospect and check data, in which caves reaching hundreds of meters were found, such as the Rasteirinha Cave.

Shortly after the 3rd expedition, the dynamics of the world changed with the confirmation of a pandemic caused by the SARS-CoV-2 coronavirus. Within a few months, the National Center for Cave Research and Conservation (ICMBIO/CECAV) indicated that speleology projects would be halted, slowing down the continuity of the project for approximately 15 months. However, the stimuli continued and the IbitiTUR agenda remained the focus of SEE's remote activities.

With the improvement of the pandemic scenario came the possibility of returning to field activities. In June 2021, preparations began for the IV expedition, with a focus on finding new caves in unexplored areas of the PEIb. The scenario is now one of change at SEE, with several speleologists who recently started during the pandemic joining the group of regulars, still building their knowledge and very excited. Together with a few veterans, they set off into a field campaign that would open up individual and collective horizons. They walked 57.5 kilometers and registered approximately 25 features. This was the first time that members of the SEE had visited the southeastern region of the conservation unit, drawing attention to the potential occurrence of large caves there.

By October 2021, the objectives of assessing tourism potential, prospecting and data checking had already generated satisfactory knowledge for the project. Nevertheless, it was known that the mountain range had more potential that there was much more still to explore and study in Ibitipoca's beloved quartzite caves. The 5th expedition of the project set off, with the aim of completing the proposed speleological topography. In 4 days, 3 teams took part in the completion of the Bromélias cave mapping, reaching 3,447 meters in horizontal development and approximately 76m level difference, making it the second largest cave in the PEIb and one of the largest quartzite caves in the country. The expedition also began surveying the Rasteirinha and Arco do Arlete caves.



Figura 5 - Gruta das Bromélias, outubro de 2021.

Figure 5 - Gruta das Bromélias, October 2021.

No fim do mesmo ano, os membros da SEE planejavam as últimas atividades do projeto para posteriormente se dedicarem a entrega do relatório final. Restavam grutas de interesse para topografia e coordenadas de outras que necessitavam de conferência, além de uma ideia cogitada desde as primeiras expedições: a realização de um minicurso de espeleologia para funcionários e guias da unidade de conservação. Assim começou o planejamento para a VI e última expedição em março de 2022. A atividade contou com a participação de 20 espeleólogos dentre eles membros da SEE, SBE, Grupo Espeleológico de Apiaí (GESAP) e Meandros Espeleo Clube.

Esta expedição foi dividida em duas etapas. Na primeira concluiu-se a topografia das grutas Bola Gato, Bocão, Pinguças, Arco do Arlete, Viajantes, Abismo do Guará e Fenda do Biquini, além de duas equipes serem responsáveis pela conferência de coordenadas e dados de cavidades já registradas.

A gruta do Bocão possui uma história curiosa e vale ser contada. Com a elaboração do PME de Ibitipoca, surgiu uma dúvida por parte do sócio Marcelo Taylor. Seria a cavidade sinônima da Gruta Cathedral III ou se trata de uma mesma gruta? Estudos publicados na década de 90 por Corrêa Neto (Corrêa Neto e Baptista Filho, 1997; Corrêa Neto e Dutra, 1997) apresentaram um mapa simplificado da Bocão e, quando comparado com a Gruta Cathedral, não havia minimamente sequer como coincidir. Surge então outra questão: onde estava a Gruta do Bocão?

A dúvida persistia, até que Henrique Delgado – guarda-parque do IEF e grande parceiro espeleólogo

At the end of the same year, the SEE members were planning the last activities of the project so that they could dedicate themselves to delivering the final report. There were still caves of interest for surveying and coordinates of others that needed to be checked, as well as an idea that had been considered since the first expeditions: holding a mini course in speleology for the conservation unit's staff and guides. Thus began the planning for the sixth and final expedition in March 2022. The activity was attended by 20 speleologists, including members of SEE, SBE, Grupo Espeleológico de Apiaí (GESAP) and Meandros Espeleo Clube.

This expedition was divided into two stages. In the first, the topography of the Bola Gato, Bocão, Pinguças, Arco do Arlete, Viajantes, Abismo do Guará and Fenda do Biquini caves was completed, and two teams were responsible for checking the coordinates and data of caves that had already been registered.

The Bocão cave has a curious story that is worth telling. When the Ibitipoca PME was being elaborated, a question arose on the part of Marcelo Taylor. Is the cave synonymous with Cathedral III cave or is it the same cave? Studies published in the 1990s by Corrêa Neto (Corrêa Neto and Baptista Filho, 1997; Corrêa Neto and Dutra, 1997) presented a simplified map of the Bocão cave and, when compared with the Cathedral Cave, there was no way it could even match. Another question then arose: where was the Bocão Cave?

Doubts persisted until Henrique Delgado - an IEF park ranger and a great speleologist - contacted

– entrou em contato com Marcelo Taylor enviando fotos e localização de 3 dolinas próximas ao local onde deduzia-se estar a Gruta do Bocão. Assim que veio a esperança de comprovar a teoria, para em julho de 2021, quando as atividades de campo retornaram, tornar a explorar.

Marcelo Taylor e Henrique foram ao local e constataram que uma das três dolinas não possuía ligação, enquanto, outras duas pareciam ser entradas verticais de uma gruta maior, estando nítida a conexão entre elas. Em uma das dolinas há uma inscrição denominada Aimoré, trata-se de uma entrada vertical que foi batizada por Henrique de “Abismo do Aimoré”. Para conferir o local, Taylor desceu 23 metros do abismo utilizando de técnicas verticais e logo percebeu que se tratava de uma gruta grande. Pelo fato de estar sozinho decidiu não seguir a exploração, mas era evidente que a cavidade deveria ser mapeada.

Na expedição de março de 2022 ocorreu a exploração completa do abismo, bem como a descoberta de duas entradas desconhecidas e sua topografia completa. Ao ser comparada ao mapa da década de 90 confirmou-se que ali estava a procurada Gruta do Bocão e assim o mistério foi solucionado.

Marcelo Taylor and sent him photos and the location of three dolines close to where the Bocão Cave was thought to be. So the hope came to prove the theory, in July 2021, when field activities resumed.

Marcelo Taylor and Henrique went to the site and found that one of the three dolines had no connection, while the other two seemed to be vertical entrances to a larger cave, with a clear connection between them. In one of the dolines there is an inscription that reads “Aimoré”, a vertical entrance that Henrique named Aimoré Abyss (“Abismo do Aimoré”). To check out the location, Taylor descended 23 meters into the abyss using ropes and technical equipment and soon he realized that it was a large cave. Because he was alone, he decided not to continue exploring, but it was clear that the cave should be mapped.

The March 2022 expedition saw the complete exploration of the abyss, as well as the discovery of two unknown entrances and its complete topography. When it was compared to the map from the 1990s, it was confirmed that the sought-after Bocão Cave was there, and so the mystery was solved.



Figura 6 - Localização e morfologia das grutas Catedral III e Bocão.

A segunda etapa tratou-se da “I Semana Espeleológica do Parque Estadual do Ibitipoca”, evento realizado pela gestão da unidade de conservação em parceria com a SEE. Dentre as atividades, foi ministrado um minicurso teórico e prático de introdução ao turismo espeleológico para guias cadastrados e funcio-

Figure 6 - Location and morphology of Catedral III and Bocão caves.

The second stage was the “1st Ibitipoca State Park Speleological Week”, an event organized by the conservation unit’s management in partnership with SEE. Among the activities was a theoretical and practical mini course on introduction to speleological tourism for registered guides and

nários do PEIb, a fim de iniciar uma capacitação para uso sustentável das cavidades. Também houve visitas guiadas para moradores (nas grutas Ponte de Pedra e Coelhos) e doação de quadros com fotos das grutas e um banner educativo para compor o centro de visitantes. O evento concluiu com satisfação o último campo do projeto IbitiTur, trazendo pelo contato com a comunidade conversas sobre cavidades desconhecidas, nomes populares, usos do patrimônio espeleológico e diversas histórias relacionadas àquele lugar que se tornou tão especial para os membros da SEE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As grutas do PEIb foram escola para muitos espeleólogos da SEE das mais diversas áreas, sobretudo da biologia, do turismo e da geologia. Em 10 anos de contato direto somaram-se 10 artigos científicos, 4 defesas de conclusão de curso, contemplação no I Prêmio Nacional de Espeleologia - Michel Le Bret e contribuições para o Plano de Manejo Espeleológico. Estes foram publicados nos anais do 17º, 34º, 35º e 36º Congresso Brasileiro de Espeleologia, 9º Congresso Internacional de Espeleologia, 49º Congresso Brasileiro de Geologia, na Revista Brasileira de Espeleologia (Edição Especial - 2022) e no repositório da Universidade Federal de Ouro Preto.

As amizades construídas e o carinho desenvolvido por estes lugares trouxeram a sensação de pertencimento a Conceição do Ibitipoca. Foram muitas noites de comemorações no Bar do Firma, Bar do Oscar, Taberna Pacha Mama e Portal da Serra, refeições pós-campos nos alojamentos de pesquisa, nos restaurantes Sabor Mineiro, Cantina da Serra e Ibitilua. E o cheiro destas cavernas ainda enche os corações.

Agradecemos aos funcionários do PEIb e guias locais por todo apoio e participação nas atividades de campo. Aos grupos espeleológicos parceiros que contribuíram para descobertas e entendimento deste complexo carste em quartzito. Sobretudo, a todos os sócios da Sociedade Excursionista e Espeleológica que mantiveram esforços para que esse trabalho permeasse gerações.

A passagem da Sociedade Excursionista e Espeleológica por Ibitipoca gerou as mais diversas experiências, impossíveis de serem descritas em algumas páginas. Em 2022 foi aprovado o projeto “As Cavernas de Ibitipoca” que tem como objetivo o mapeamento espeleológico de grutas promissoras, bem como a elaboração de um livro e um documentário para registrar, divulgar e valorizar o patrimônio espeleológico do PEIb. As novas etapas desta história virão em 2023, o futuro é certo e animador.

PEIb employees, in order to begin training for the sustainable use of the caves. There were also guided tours for local residents (in the Ponte de Pedra and Coelhos caves) and the donation of pictures of the caves and an educational banner to decorate the visitor center. The event concluded the last campaign of the IbitiTur project with satisfaction, exchanging conversations with the community about unknown caves, popular names, uses of speleological heritage and various stories related to the place that has become so special to the SEE members.

FINAL CONSIDERATIONS

The PEIb caves have been a school for many SEE speleologists from a wide range of fields, especially biology, tourism and geology. In 10 years of direct contact, there have been 10 scientific papers, 4 bachelor graduation thesis, the 1st Michel Le Bret National Speleology Award and contributions to the Speleological Management Plan. These were published in the proceedings of the 17th, 34th, 35th and 36th Brazilian Congress of Speleology, 9th International Congress of Speleology, 49th Brazilian Congress of Geology, in the Brazilian Journal of Speleology (Special Edition - 2022) and in the repository of the Federal University of Ouro Preto.

The friendships built and the affection developed for these places brought a sense of belonging to Conceição do Ibitipoca. There were many nights of celebrations at local establishments Bar do Firma, Bar do Oscar, Taberna Pacha Mama and Portal da Serra, post-camp meals in the research lodgings, at the restaurants Sabor Mineiro, Cantina da Serra and Ibitilua. Moreover, the smell of these caves still fills our hearts.

We would like to thank the PEIb staff and local guides for all their support and participation in the field activities. To the partner speleological groups who contributed to the discovery and understanding of this complex quartzite karst system. Especially, to all the members of the Excursionist and Speleological Society who have kept up their efforts so that this work can transcend generations.

The SEE passage through Ibitipoca generated the most diverse experiences, impossible to describe in a few pages. In 2022, the project “The Caves of Ibitipoca” was approved, with the aim of mapping promising caves, as well as producing a book and a documentary to record, publicize and value the PEIb’s speleological heritage. The new stages of this story will come in 2023, and the future is exciting.



Figura 7 - Equipe de campo SEE, março de 2022.

Figure 7 - SEE field team, March 2022.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

Publicações fruto dos trabalhos da SEE no PEIb: / Publications from SEE work at the PEIb:

- AGUIAR, B.F.; et al. Geologia da gruta Martimiano II Parque Estadual do Ibitipoca– PEI, Santa Rita de Ibitipoca – MG. In: 49th CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Rio de Janeiro, SBG. 2018.
- COSTA, Bruno Diniz. Potencial Espeleoturístico das grutas do Circuito do Pião, Parque Estadual do Ibitipoca (MG). 2019. Monografia (Graduação em turismo) – Escola de direito, turismo e museologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.
- GUERRA, L.C.C. et al. Potencial biotecnológico de bactérias cultiváveis obtidas a partir da Gruta Martimiano II, Parque Estadual do Ibitipoca – MG. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.599-610. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_599-610.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.
- GUERRA, Lara Chaves Carvalho. Potencial biotecnológico de bactérias cultiváveis obtidas a partir da Gruta Martimiano II, Parque Estadual do Ibitipoca - MG. 2019. 66 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.
- LACERDA, S. G.; et al. Caracterização geomecânica do maciço rochoso da Gruta dos Viajantes, Parque Estadual do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais. In: RASTEIRO, M.A.; TEIXEIRA-SILVA, C.M.; LACERDA, S.G. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.261-275. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_261-275.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.
- LACERDA, S.G. et al. Caracterização geomecânica do maciço rochoso da Gruta do Pião - Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.244-252. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_244-252.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.
- 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. (org.) CONGRESSO

BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.253-259. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_253-259.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.

LOPES, M. I. R.; OLIVEIRA, A. F. C.; MARTINS, V. O. Potencial espeleoturístico das grutas do circuito Janela do Céu, Parque Estadual do Ibitipoca (MG) In: MOMOLI, R. S.; STUMP, C. F.; VIEIRA, J. D. G.; ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 36, 2022. Brasília. Anais... Campinas: SBE, 2022. p.630-634. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais-36cbe/36cbe_630-634.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.

LOPES, Maria Isidora Rodrigues. 2023. 79 f. A interpretação ambiental aliada ao geoturismo: uma nova perspectiva sobre as cavernas abertas à visitação turística do Circuito do Pião, Parque Estadual do Ibitipoca, MG. Monografia (Graduação em Turismo) - Escola de Direito, Turismo e Museologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023.

OLIVEIRA, Gabriel Lourenço Carvalho de. Processos hidrogeoquímicos como gatilho para a espeleogênese no setor sudoeste do Parque Estadual do Ibitipoca - MG. 2022. 111 f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

PEREZ, R.C. & GROSSI, W.R. 1985. Notas preliminares sobre o distrito espeleológico da Serra do Ibitipoca, Município de Lima Duarte, MG. Resumos do XVII Congresso Nacional de Espeleologia; ESPELEOLOGIA, PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA

PEREZ, R.C. & GROSSI, W.R. 1986. The quartzitic speleological district of the Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brazil. Comunicaciones do IX Congreso Internacional de Espeleologia 2: 12-4. ESPELEOLOGIA, GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, PARQUE ESTADUAL DO IBITIPOCA.

RIBAS, G.P. et al. Geoespeleologia da Gruta Manequinho - Parque Estadual do Ibitipoca – PEI, Santa Rita de Ibitipoca, MG. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.30-37. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_030-037.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.

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. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 34, 2017. Ouro Preto. Anais... Campinas: SBE, 2017. p.381-394. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais34cbe/34cbe_381-394.pdf>. Acesso em: 18/08/2023.

Demais bibliografias: / Other bibliographic references:

NETO, A. V. C.; BAPTISTA FILHO, J. Espeleogênese em quartzitos da Serra do Ibitipoca. Anuário do Instituto de Geociências, v. 20, p. 75-87, 1997.

PINTO, Y.L.M.; LIMA, J.E.; Heberle, J.E. & CANTAGALI, H. Grutas da Serra de Ibitipoca. In: As grutas em Minas Gerais. () Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística /Departamento Geral de Estatística, Belo Horizonte-MG, 135-9, 1939.

SILVEIRA, Alvaro Astolpho da. Memórias chorographicas. 1922.

Fluxo editorial:

Recebido em: 30/01/2023

Aprovado em: 24/04/2023



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

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

DESVENDANDO O CARSTE QUARTZÍTICO: DA VIVÊNCIA À COMPREENSÃO DA ESPELEOGÊNESE DO PARQUE NACIONAL DAS SEMPRE VIVAS

UNVEILING QUARTZITE KARST: FROM EXPERIENCE TO UNDERSTANDING THE SPELEOGENESIS OF THE SEMPRE VIVAS NATIONAL PARK

Wendy Tanikawa Yoshizumi (1); Leandra Peixoto Nolasco Selos (1)

(1) Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto - MG.

Contato: wendytanikawa@gmail.com

RESUMO

Por meio da caracterização espeleológica e estudos buscando a compreensão sobre a espeleogênese em rochas quartzíticas, o presente trabalho explora as diferentes perspectivas da produção científica, de forma a relatar as experiências vividas ao longo das expedições realizadas no Parque Nacional das Sempre Vivas e do seu desenvolvimento científico. O parque está situado na serra do Espinhaço Meridional, local que abriga uma das mais belas paisagens do estado de Minas Gerais, com grande diversidade cultural e um ambiente singular extremamente importante para a sustentabilidade da região. Na serra afloram rochas quartzíticas da Formação Galho do Miguel (Supergrupo Espinhaço), alvo do presente estudo que buscou compreender as relações entre o acamamento sedimentar e a arenização dos grãos no arcabouço rochoso. Para isso, o estudo propõe a caracterização geoespeleológica de cinco cavidades do parque e, a partir da análise petro-estratigráfica, foram identificadas oito litofácies. Em seguida, buscou-se correlacionar as diferentes deposições sedimentares com processos espeleogenéticos. Assim, a L3 pode ser considerada um Horizonte Gatilho Epigenético, isso porque se sugere que as camadas estratificadas cruzadas são mais carstificáveis devido à sua menor susceptibilidade à litificação. As estratificações cruzadas constituem planos de percolação de fluidos meteóricos que dissolvem preferencialmente o cimento de quartzo, e promovem a arenização dos grãos que, em seguida, serão erodidos formando os protocondutos e, posteriormente, as feições espeleológicas. Esse projeto teve o intuito de estimular a discussão acerca do carste quartzítico e complementar o Plano de Manejo do Parque Nacional das Sempre Vivas.

Palavras-Chave: Espeleogênese; Quartzito, Petrografia, Relato, Conservação.

ABSTRACT

Through speleological characterization and studies seeking to understand speleogenesis in quartzite rocks, this paper explores the different perspectives of scientific production, in order to report on the experiences lived throughout the expeditions carried out in the Sempre Vivas National Park (Parque Nacional das Sempre Vivas - PNSV) and its scientific development. The park is located in the Southern Espinhaço mountain range, which is home to one of the most beautiful landscapes in the state of Minas Gerais, with great cultural diversity and a unique environment that is extremely important for the sustainability of the region. Quartzite rocks of the Galho do Miguel Formation (Espinhaço Supergroup) outcrop in the mountain range, and are the focus of this work. The study sought to understand the relationship between sedimentary bedding and the arenization in the rock structure. To this end, the geospeleological characterization of five caves in the park are proposed. In addition, based on petro-stratigraphic analysis, eight lithofacies were identified. Then the different sedimentary depositions were correlated with speleogenetic processes. Thus, L3 can be considered an Epigenetic Trigger Horizon because it is suggested that the cross-stratified layers are more karstifiable due to their lower susceptibility to lithification. Cross-stratifications are planes of percolation of meteoric fluids that preferentially dissolve the quartz cement and promote the arenization of the grains, which are then eroded to form the protoconduits and, subsequently, the speleological features. The aim of this project was to stimulate discussion about quartzite karst and to complement the Management Plan for the Sempre Vivas National Park.

Keywords: Speleogenesis; Quartzite, Petrography, Report, Conservation

APRESENTAÇÃO

O Parque Nacional das Sempre Vivas (PNSV) está localizado no extremo norte da Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), e apresenta uma área de 124.555 hectares que abrange os municípios mineiros

PRESENTATION

The Sempre Vivas National Park (Parque Nacional das Sempre Vivas PNSV) is located at the northern end of the Southern Espinhaço mountain range (Serra do Espinhaço Meridional SdEM), and

de Olhos d'Água, Bocaiúva, Buenópolis e Diamantina, onde situa-se sua sede administrativa (Neto et al., 2022). É uma Unidade de Conservação (UC) Federal de Proteção Integral, criada em dezembro de 2002 devido, principalmente, a sua extrema importância biológica relacionada ao alto nível de endemismo (Brasil, 2016).

Outra importante característica desta região é que a serra atua como divisor geomofológico que separa as bacias hidrográficas do rio São Francisco e do rio Jequitinhonha, com ocorrência de diversas nascentes que recarregam esses sistemas, bem como a presença de turfeiras que atuam como reservatórios hídricos e abastecem as drenagens locais (Silva et al., 2009). Nesse sentido, a UC tem por finalidade assegurar a preservação dos recursos naturais e da biodiversidade, proporcionar a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades educacionais, recreação e turismo ecológico (Neto et al., 2022). Além disso, o PNSV também integra uma rede internacional de áreas protegidas conhecidas como reservas da biosfera, que busca fortalecer o conceito de desenvolvimento sustentável, compondo as sete reservas dentro do território nacional: Mata Atlântica e Cinturão Verde da cidade de São Paulo, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Amazônia Central e Serra do Espinhaço (Brasil, 2016).

Tendo em vista as razões e objetivos que cercam a criação do PNSV, é imprescindível diretrizes que contemplem os recursos espeleológicos, reconhecendo estes ambientes como integrantes de toda a riqueza bio e geodiversa da UC. Ainda que o Plano de Manejo, publicado em 2016, discorra sobre a espeleologia citando a identificação de 21 lapas, tal abordagem é feita de forma breve e as informações divulgadas a respeito dessas cavidades são incipientes quanto às suas características internas ou externas, levando a necessidade de estudos de base complementares (Neto et al., 2022).

A partir desse relevante contexto espeleológico inexplorado cientificamente que, em 2018, a Sociedade Excursionista e Espeleológica da Escola de Minas (SEE/EM) entidade que pertence a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) elaborou o Projeto de Caracterização do Patrimônio Espeleológico do Parque Nacional das Sempre Vivas (PROVIVAS) e submeteu ao Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico (PNCPE) do Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade e Conservação (ICMBio/Cecav). O programa de pesquisa foi aprovado e contemplado no Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica 02/2018 (TCCE) entre o ICMBio e a Anglo American Minério de Ferro Brasil.

has an area of 124,555 hectares covering the Minas Gerais municipalities of Olhos d'Água, Bocaiúva, Buenópolis and Diamantina, where its administrative headquarters is located (Neto et al., 2022). It is a Full Protection Federal Conservation Unit (CU), created in December 2002 mainly due to its extreme biological importance related to its high level of endemism (Brasil, 2016).

Another important feature of this region is that the mountain acts as a geomorphological divider separating the São Francisco and Jequitinhonha river basins, with the occurrence of several springs that recharge these systems, as well as the presence of peat bogs that act as water reservoirs and supply the local drainage systems (Silva et al., 2009). In this sense, the purpose of the CU is to ensure the preservation of natural resources and biodiversity, promote scientific research and the development of educational activities, recreation and ecological tourism (Neto et al., 2022). In addition, the PNSV is also part of an international network of protected areas known as biosphere reserves, which seeks to strengthen the concept of sustainable development, making up the seven reserves within the national territory: Atlantic Forest, City of São Paulo Green Belt, Cerrado, Pantanal, Caatinga, Central Amazon and Serra do Espinhaço (Brazil, 2016).

In view of the reasons and objectives surrounding the creation of the PNSV, it is essential to have guidelines that include speleological resources, recognizing these environments as part of the entire bio- and geodiverse richness of the CU. Although the 2016 Management Plan, discusses speleology, citing the identification of 21 caves, this approach is brief and the information published about these caves is incipient as regards to their internal or external characteristics, leading to the need for complementary baseline studies (Neto et al., 2022).

It was based on this relevant scientifically unexplored speleological context that, in 2018, the Excursionist and Speleological Society of the School of Mines (Sociedade Excursionista e Espeleológica da Escola de Minas - SEE/EM), an entity belonging to the Federal University of Ouro Preto (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP), prepared the Project for the Characterization of the Speleological Heritage of the Sempre Vivas National Park (PROVIVAS). The project was submitted to the National Program for the Conservation of Speleological Heritage (Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico PNCPE) of the National Center for Cave Research and Conservation of the Chico Mendes Institute for Biodiversity and Conservation (Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas do Instituto Chico Mendes

Ao longo desses quatro anos de execução do projeto foram realizadas cinco expedições, entre prospecções e mapeamentos, que se concentraram nas regiões centro-sul (nos arredores da base São Domingos) e sudoeste do parque (nas áreas de Curimataí e Buenópolis). Todas essas expedições contaram com diversas equipes compostas pelos membros da SEE que, devido à alta rotatividade, sempre foi possível conciliar desde sócios espeleólogos mais experientes até iniciantes, dividindo saberes e momentos únicos que o fazer espeleológico proporciona a sua comunidade. Essa troca é o cerne que mantém ativa a entidade desde 1937 e, quando levado para dentro do PARNA Sempre Vivas, estudantes em plena formação acadêmica e pessoal, podem vivenciar a excentricidade e intensidade das condições locais que transformam e enriquecem suas trajetórias.

Diante de momentos de contemplação da beleza natural do parque, entre a vastidão de constelações e amplitude de paisagens únicas em meio ao Espinhaço, sua vegetação exuberante, passando por locais ermos e a sensação de estar numa região preservada e única (Figura 1A, B e C). Tudo isso remetendo à essência da vida, da natureza e tudo que podemos aprender com ela, absorvendo conhecimentos e histórias que se revelam nas pinturas rupestres vistas de longe, registradas em seus paredões e lapas (Figura 2A e B), cruzando as grandes drenagens e cachoeiras do Rio Preto e Rio Jequitai (Figura 3A e B), que acolhem como Dona Selma, ensinam como Seu Edson e fortalecem como Lu - personalidades da comunidade local que também acompanharam e fizeram parte dessa jornada. Além do deslumbre com as paisagens e personalidades locais, existem também momentos de enfrentamento de contratempos, comuns em campos de exploração, ainda que muito bem planejados, e que também engrandecem e promovem a união do grupo para transpassar as adversidades. Tudo isso culminando em laços de amizade, companheirismo e vínculos duradouros, sendo esses os maiores produtos de todo trabalho.

de Conservação da Biodiversidade-ICMBio/Cecav). *The research program was approved and included in the Term of Commitment for Speleological Compensation 02/2018 (TCCE) between ICMBio and Anglo-American Iron ore Brazil.*

Over the four years the project has been running, five expeditions have been carried out, including prospecting and mapping, which have been concentrated in the south-central (around the São Domingos base) and south-western regions of the park (in the Curimataí and Buenópolis areas). All of these expeditions have involved various teams made up of SEE members who, due to the high turnover, have always been able to bring together beginners and more experienced speleologists, sharing the knowledge and unique moments that speleology provides for its community. This exchange is at the heart of what has kept the organization active since 1937 and, when taken to Sempre Vivas National Park, students in the midst of their academic and personal training can experience the eccentricity and intensity of the local conditions that transform and enrich their trajectories.

In front of moments of contemplation of the park's natural beauty, between the vastness of constellations and the breadth of unique landscapes in the middle of the Espinhaço, its exuberant vegetation, passing through deserted places and the feeling of being in a preserved and unique region (Figure 1A, B and C). All of this is reminiscent of the essence of life, of nature and all that we can learn from it, absorbing knowledge and stories that are revealed in the cave paintings seen from afar, recorded on its walls and shelters (Figure 2A and B). Crossing the great drainages and waterfalls of the Preto and Jequitai Rivers (Figure 3A and B), which welcome like Dona Selma, teach like Seu Edson and strengthen like Lu - personalities from the local community who also accompanied and were part of this journey. As well as being dazzled by the landscapes and local personalities, there are also moments of facing setbacks, which are common in exploration camps, even if they are very well planned, and which also enhance and promote the group's unity to overcome adversity. All of this culminates in friendship, companionship and lasting bonds, which are the greatest products of all the work.

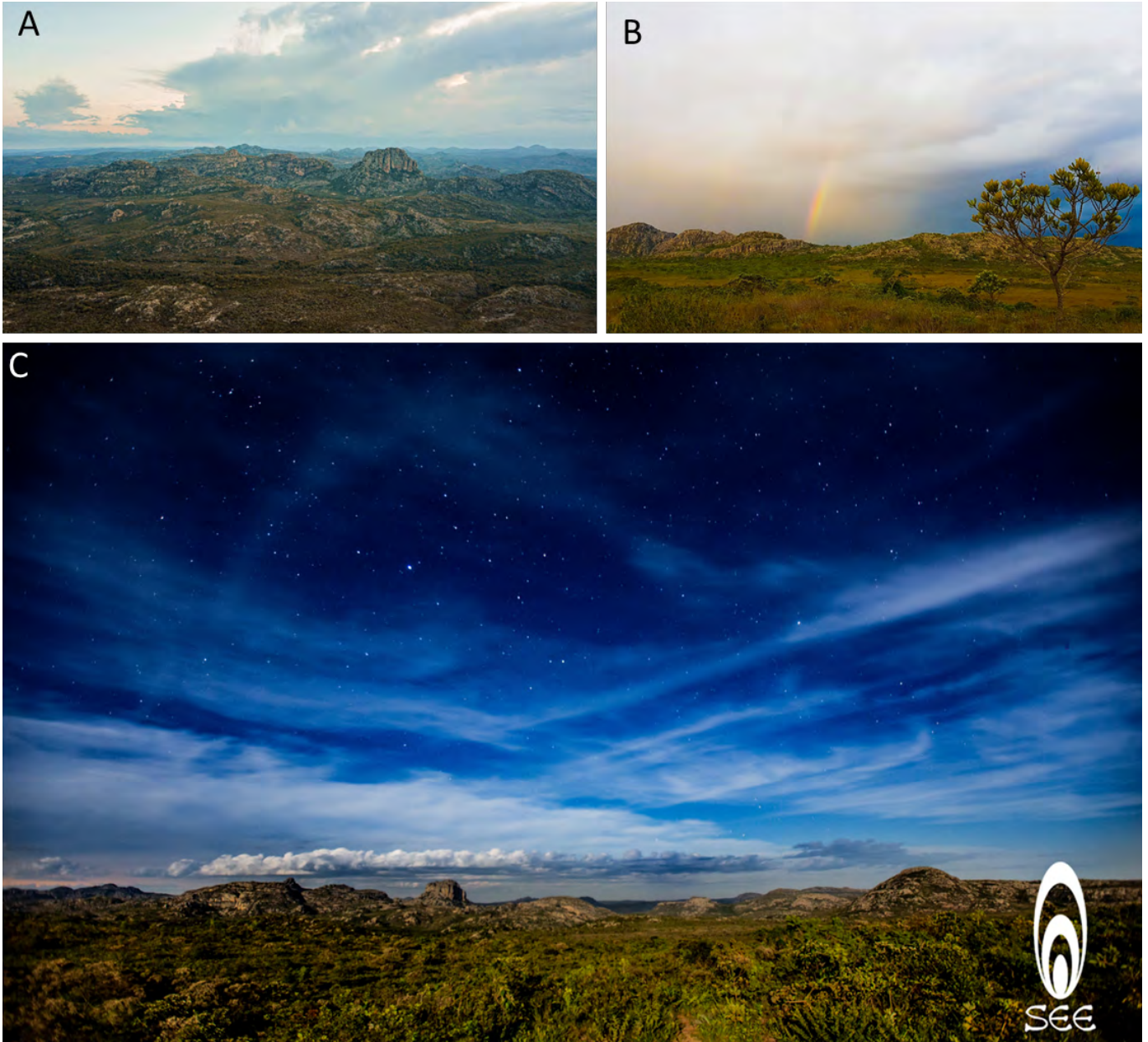


Figura 1A, B e C - Fotografias das exuberantes paisagens do parque.

Figure 1A, B and C - Photographs of the park's lush landscapes.

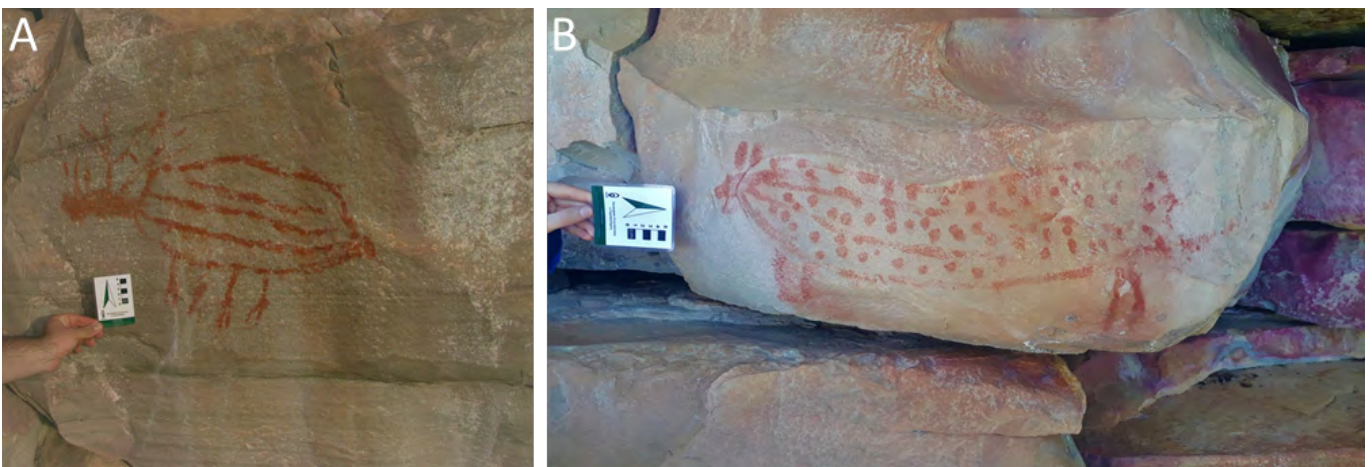


Figura 2A e B - Registros das pinturas rupestres encontradas na Lapa do Querer.

Figure 2A and B - Records of the cave paintings found in Lapa do Querer.

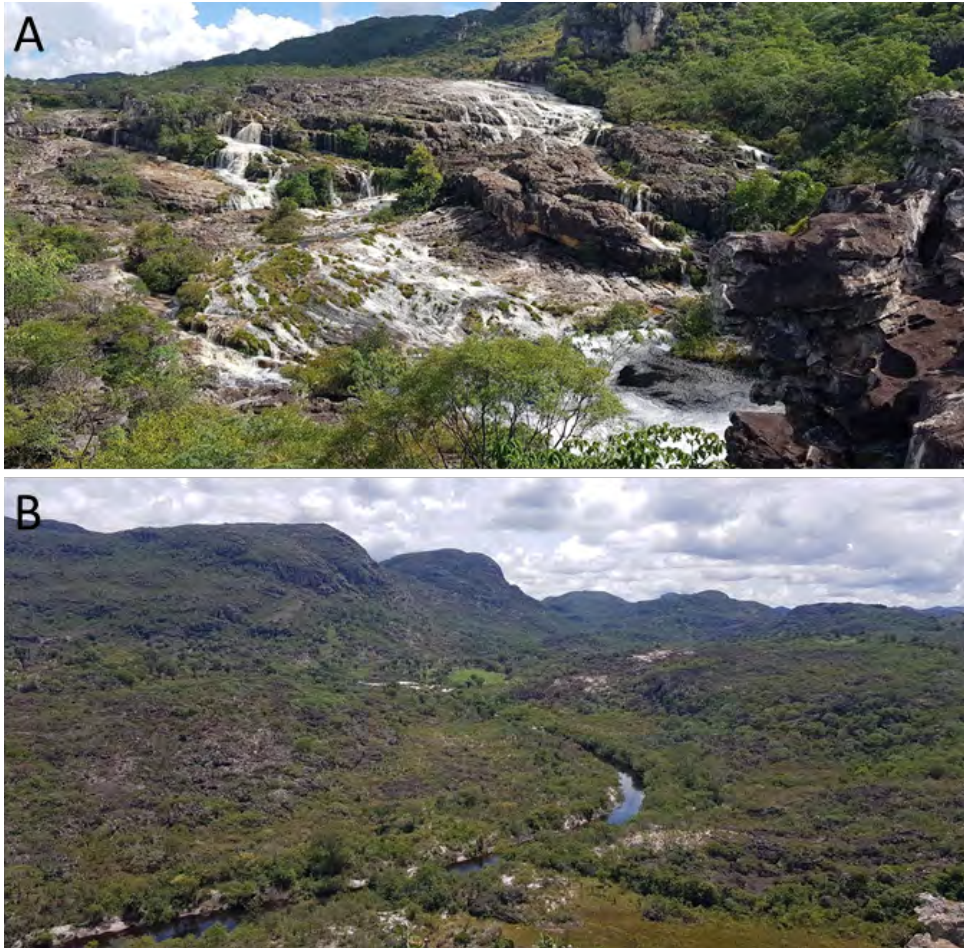


Figura. 3A e B - Fotografias tiradas do Rio Jequitai e Rio Preto, respectivamente.

Figure 3A and B - Photographs taken of the Jequitai river and Preto river, respectively.

Foi nessa sinergia que as 21 lapas reconhecidas pelo Plano de Manejo somaram a um total de 115 cavidades, 21 abrigos e 5 abismos (Figura 4), com a classificação feita a partir dos parâmetros adotados pelo Centro Nacional de Pesquisas e Conservação de Cavernas (ICMBIO/Cecav), com base em conceitos estabelecidos por Chabert e Watson (1981). Para além de números, em todas as feições foram feitos croquis com grau de precisão 2C proposta pela British Cave Research Association (BCRA), representando suas dimensões, direção dos condutos e os elementos das cavidades. Foi preenchido também o Caderno de Campo disponibilizado pelo CECAV contendo informações detalhadas acerca das cavidades e sua área de entorno. Além disso, foram selecionadas 19 feições, entre cavernas e abrigos, de acordo com sua relevância acerca do desenvolvimento, hidrologia e presença de pinturas rupestres, bem como ampla distribuição, buscando maior representatividade ao longo das áreas prospectadas. Essas feições selecionadas foram alvo de topografia com maior grau de precisão, segundo o BCRA - 4C.

It was in this synergy that the 21 caves recognized by the Management Plan were added to a total of 115 caves, 21 shelters and 5 abyssms (Figure 4), classified using the parameters adopted by the ICMBio/Cecav, based on concepts established by Chabert and Watson (1981). In addition to numbers, all the features were sketched with the 2C degree of precision proposed by the British Cave Research Association (BCRA), representing their dimensions, the direction of the conduits and the elements of the caves. The Field Notebook provided by CECAV containing detailed information about the caves and their surrounding area was also filled in. In addition, 19 features were selected, between caves and shelters, according to their relevance in terms of development, hydrology and the presence of cave paintings, as well as their wide distribution, seeking greater representativeness throughout the prospected areas. These selected features were mapped with a higher degree of precision, according to BCRA - 4C.

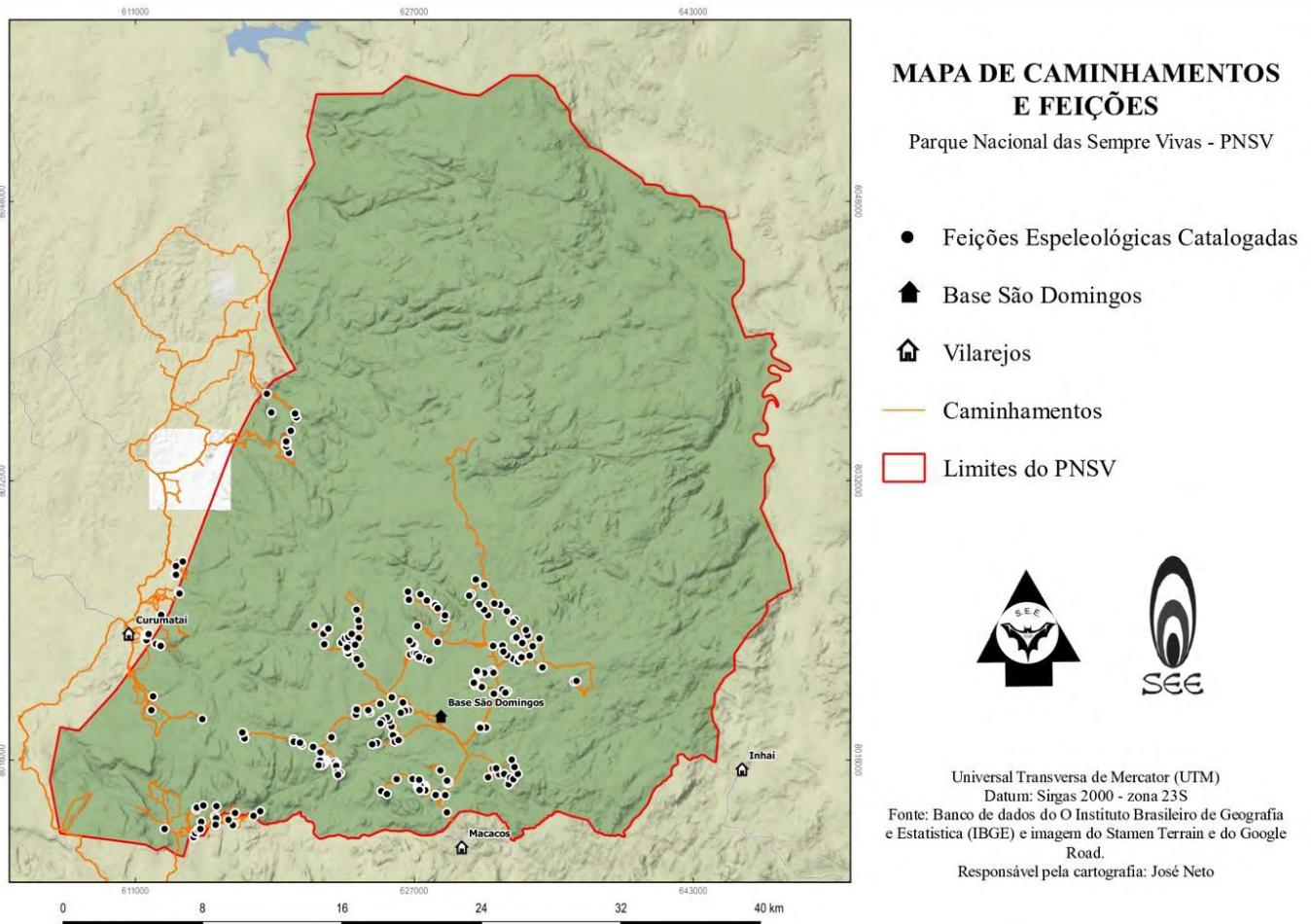


Figura 4 - Mapa de caminhamentos e feições prospectadas ao longo do projeto.

Figure 4 - Map of walked routes and features surveyed during the project.

Todos esses dados serão tratados, agrupados e detalhados em um relatório final a ser entregue em abril de 2023, deixando evidente a grande colaboração do PROVIVAS na descrição e caracterização espeleológica do parque. Nesse contexto, o projeto também abre espaço para pesquisas futuras nas diferentes áreas da espeleologia, como já demonstrado pela parceria entre SEE e o Programa de Pós-graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais da UFOP por meio do Projeto de Mestrado intitulado “Gatilhos espeleogenéticos de cavidades quartzíticas e a evolução da paisagem cárstica na Serra do Espinhaço Meridional, Brasil”. Assim, foi possível compreender melhor sobre a formação das cavernas quartzíticas por meio de um estudo de caso em que foram selecionadas 5 cavidades, três delas já descritas pelo Plano de Manejo e de uso histórico-cultural dos coletores de sempre-vivas do PNSV, e outras duas encontradas por meio da prospecção do PROVIVAS.

All this data will be processed, grouped and detailed in a final report to be delivered in April 2023, making PROVIVAS’ great collaboration in describing and characterizing the park’s speleology evident. In this context, the project also opens up space for future research in different areas of speleology, as already demonstrated by the partnership between SEE and UFOP’s Postgraduate Program in Crustal Evolution and Natural Resources through the Master’s Project entitled “Speleogenetic triggers of quartzite caves and the evolution of the karst landscape in the Southern Espinhaço Range, Brazil”. It was thus possible to gain a better understanding of the formation of quartzite caves through a case study in which five caves were selected, three of them already described in the Management Plan and of historical and cultural use by the sempre vivas collectors of the PNSV, and two others found through PROVIVAS prospecting.

O projeto de mestrado completo envolveu análises acerca da geomorfologia, geologia estrutural, hidroquímica e sobre o arcabouço litológico, além da caracterização geoespeleológica das cavidades. A seguir, vamos apresentar os resultados sobre a caracterização geoespeleológica e as alterações que os processos espeleogenéticos exercem nos diferentes

The complete master’s project involved analyses of the geomorphology, structural geology, hydrochemistry and lithological framework, as well as the geospeleological characterization of the caves. Next, the results of the geospeleological characterization and the changes that speleogenetic processes exert on the different types of sedimentary framework will be

tipos de arcabouço sedimentar, bem como identificar os efeitos no próprio grão da rocha quartzítica.

ESPELEOGÊNESE NO CARSTE QUARTZÍTICO: CONSIDERAÇÕES SOBRE O ARCABOUÇO LITOLÓGICO

INTRODUÇÃO

O Parque Nacional das Sempre Vivas abriga uma infinidade de curiosidades a serem desvendadas em uma esfera muito preservada e peculiar da serra do Espinhaço. No parque afloram rochas quartzíticas da Formação Galho do Miguel (Supergrupo Espinhaço) que datam de 1,0 a 1,6 bilhões na escala de tempo geológico (Mesoproteróico) (Chemale Jr. *et al.*, 2013), e foram depositadas num ambiente eólico formado por grandes campos de dunas (Almeida Abreu, 1993; Abrantes Jr, 2020). Essa formação é composta principalmente por quartzitos de granulometria fina e bem selecionada, com estratificações plano-paralelas e cruzadas (acanaladas, tabulares e tangenciais) com dimensões métricas à decamétricas. De forma secundária, ocorrem quartzitos finos micáceos e finas intercalações de metargilitos de coloração acinzentada ou esverdeada (Dossin *et al.* 1987). Essas rochas constituem a serra, com altitudes médias de 1200 m, que chegam a ultrapassar os 1400 m no Morro do Galho. A serra foi soerguida durante o Ciclo Brasileiro, em 1,0 bilhão à 541 milhões (Neoproterozóico), cujo processo moldou suas feições estruturais na direção N-S e NW-SE, com eixos de dobras N-S e vergência para oeste, em direção ao Cráton São Francisco.

As cavidades em rochas quartzíticas geralmente apresentam pequenas dimensões, e apresentam características particulares como pequenos desníveis, número reduzido de entradas e os condutos tendem a ser mais retilíneos devido ao controle estrutural associado à sua gênese (Fabri *et al.*, 2014). As feições também podem atingir dimensões quilométricas, com destaque para os tepuis venezuelanos com as maiores feições já registradas, sendo a caverna Imawarí Yeuta a maior do mundo, com 18,9 km (Auler & Sauro, 2019). No Brasil, ocorrem extensas áreas em rochas siliciclásticas e quartzíticas, e cavidades com dimensões notáveis, como a gruta Martimiano, com 4170m, gruta Bromélias com 3447m, ambas Parque Estadual do Ibitipoca (MG) (Corrêa Neto *et al.*, 1997; Oliveira, 2022); e a gruta do Centenário no Pico do Inficionado, localizado na Serra do Caraça (MG), com 3,8 km (Dutra *et al.*, 2002).

Uma das hipóteses mais aceitas pela comunidade científica sobre a espeleogênese no carste quartzítico é

presented, as well as identifying the effects on the quartzite rock grain itself.

SPELEOGENESIS IN QUARTZITE KARST: CONSIDERATIONS ON LITHOLOGICAL FRAMEWORK

INTRODUCTION

*The Sempre Vivas National Park is home to a multitude of curiosities to be discovered in a very preserved and peculiar part of the Espinhaço mountain range. In the park outcrop quartzite rocks from the Galho do Miguel Formation (Espinhaço Supergroup), which were deposited in an aeolian environment formed by large dune fields (Almeida Abreu, 1993; Abrantes Jr, 2020) and date back between 1.0 and 1.6 billion years (Mesoproterozoic) (Chemale Jr. *et al.*, 2013). This formation is mainly composed of fine-grained, well-selected quartzite, with parallel and cross stratifications (Tabular and Trough cross-beds) with metric to decametric dimensions. Secondary occurrences include fine micaceous quartzites and thin intercalations of grayish or greenish metargillites (Dossin *et al.* 1987). These rocks make up the mountain range, with average altitudes of 1200 m, rising to over 1400 m at Morro do Galho. The mountain was uplifted during the Brazilian Cycle, in 1.0 billion to 541 million (Neoproterozoic), whose process shaped its structural features in a N-S and NW-SE direction, with N-S fold axes and a westward vergence towards the São Francisco Craton.*

*Caves in quartzite rocks are generally small and have characteristics such as small slopes, a reduced number of entrances and with conduits that tend to be straighter due to the structural control associated with their genesis (Fabri *et al.*, 2014). The features can also reach kilometers in size, with the Venezuelan tepuis standing out as having the largest features ever recorded, with the Imawarí Yeuta cave being the largest in the world at 18.9 km (Auler & Sauro, 2019). In Brazil, there are extensive areas of siliciclastic and quartzitic rocks, as well as caves of notable dimensions, such as the Martimiano cave, at 4170m, the Bromélias cave at 3447m, both in the Ibitipoca State Park (MG) (Corrêa Neto *et al.*, 1997; Oliveira, 2022); and the Centenário cave at Pico do Inficionado, located in the Caraça Range (MG), at 3.8 km (Dutra *et al.*, 2002).*

One of the most accepted hypotheses by the scientific community about speleogenesis in quartzite karst is the process of arenization and

o processo de arenização e pipping, que se desenvolve a partir de reações de dissolução química da sílica tornando os grãos incoesos na matriz, e a posterior remoção mecânica dessas partículas (Martini, 1979; Jennings, 1983; Wray, 1997; Martini, 2000; Doerr & Wray, 2004; Piccini & Mecchia, 2009; Sauro, 2014). Assim, se estabelecem os protocondutos e a continuidade do processo forma as cavidades. Além dessa hipótese, estudos mais recentes evidenciam outros fatores que também influenciam essa dinâmica intempélica e erosiva, como a relação com as feições estruturais do maciço rochoso (Jameson, 2006; Hung et al., 2007; Ruggieri & Biswas, 2011; Pasini, 2012; Tisato et al., 2012; Ballesteros et al. 2014; Sauro, 2014; Tanikawa et al. 2022), características do acamamento sedimentar (Aubretch et al. 2011; 2012; Filipponi et al, 2009; Sauro, 2014), e propriedades físico-químicas da água (Piccini & Mecchia, 2009; Mecchia et al., 2014).

Nesse contexto, impulsionados pelo intrigante ambiente e o desafio de compreender a dinâmica da paisagem cárstica do parque, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os principais aspectos que promovem a espeleogênese. Para isso, cinco cavidades foram selecionadas para o estudo (Figura 5 e Tabela 1).

pipping, which develops from chemical dissolution reactions of the silica making the grains incohesive in the matrix, with the subsequent mechanical removal of these particles (Martini, 1979; Jennings, 1983; Wray, 1997; Martini, 2000; Doerr & Wray, 2004; Piccini & Mecchia, 2009; Sauro, 2014). Therefore, protoconduits are established and the continuity of the process forms caves. In addition to this hypothesis, more recent studies have highlighted other factors that also influence this weathering and erosion dynamic, such as: the relationship with the structural features of the rock mass (Jameson, 2006; Hung et al., 2007; Ruggieri & Biswas, 2011; Pasini, 2012; Tisato et al, 2012; Ballesteros et al. 2014; Sauro, 2014; Tanikawa et al. 2022), sedimentary bedding characteristics (Aubretch et al. 2011; 2012; Filipponi et al, 2009; Sauro, 2014), and the physicochemical properties of water (Piccini & Mecchia, 2009; Mecchia et al., 2014).

In this context, driven by the intriguing environment and the challenge of understanding the dynamics of the park's karst landscape, this study aimed to characterize the main aspects that promote speleogenesis. To this end, five caves were selected for the study (Figure 5 and Table 1).

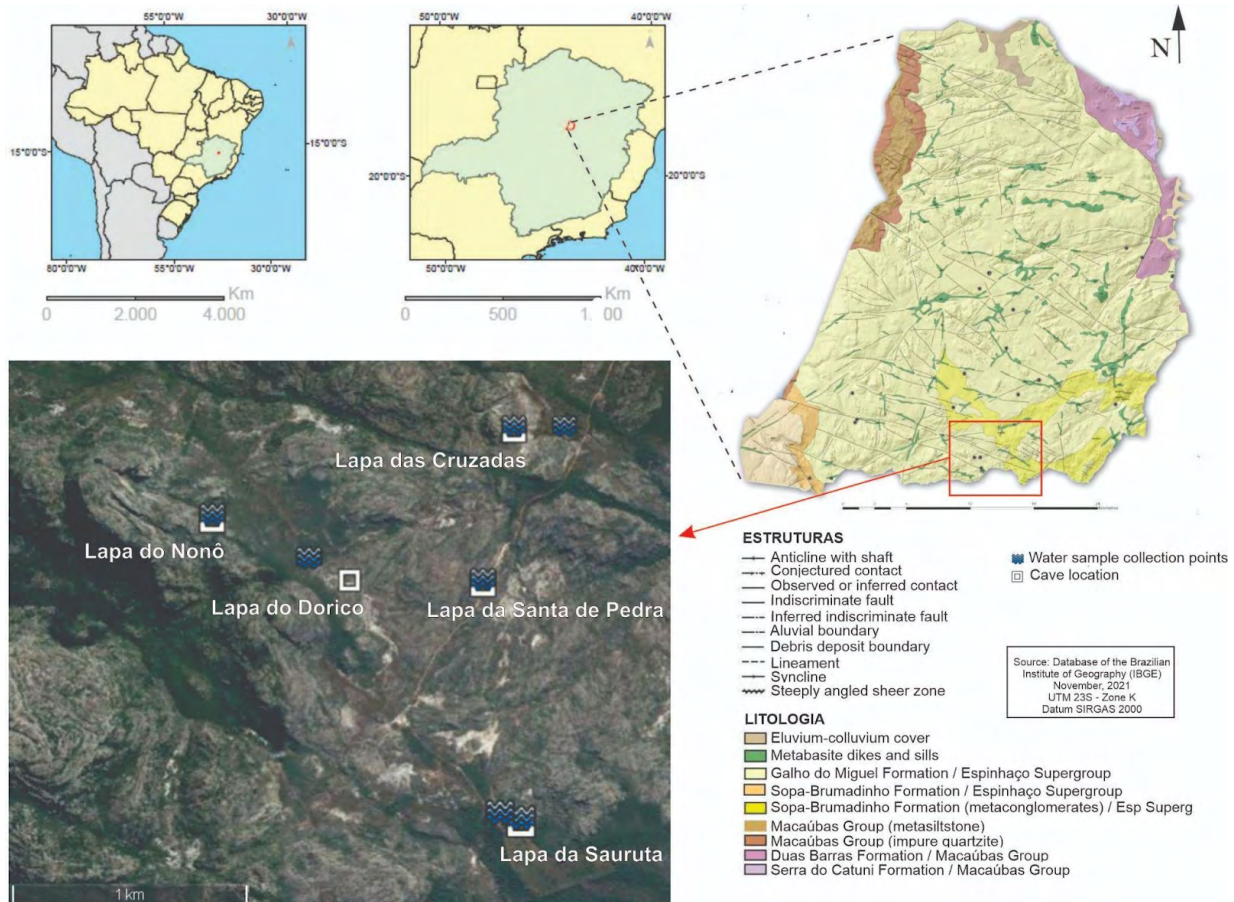


Figura 5 - Mapa da localização com os limites do Parque Nacional das Sempre Vivas com sua distribuição litológica. No detalhe, a localização das cavidades do presente estudo.

Figure 5 - Location map showing the boundaries of the Sempre Vivas National Park and its lithological distribution. In detail, the studied caves locations.

Tabela 1 - Coordenadas das cavidades estudadas e suas respectivas dimensões.

Table 1 - Studied caves coordinates and its respective dimensions.

Caverna	Coordenadas			Desenvolvimento horizontal (m)
	X	Y	Z	
Lapa das Cruzadas	628941	8014707	1283	34,75
Lapa do Dorico	628206	8013998	1268	31,02
Lapa do Nonô	627617	8014271	1308	179,93
Lapa da Saduruta	628859	8013003	1236	57,85
Lapa da Santa de Pedra	628766	8013992	1228	18,25

Cave	Coordinates			Horizontal development (m)
	X	Y	Z	
<i>Lapa das Cruzadas</i>	<i>628941</i>	<i>8014707</i>	<i>1283</i>	<i>34,75</i>
<i>Lapa do Dorico</i>	<i>628206</i>	<i>8013998</i>	<i>1268</i>	<i>31,02</i>
<i>Lapa do Nonô</i>	<i>627617</i>	<i>8014271</i>	<i>1308</i>	<i>179,93</i>
<i>Lapa da Saduruta</i>	<i>628859</i>	<i>8013003</i>	<i>1236</i>	<i>57,85</i>
<i>Lapa da Santa de Pedra</i>	<i>628766</i>	<i>8013992</i>	<i>1228</i>	<i>18,25</i>

METODOLOGIA

Caracterização Geoespeleológica

As cavidades topografadas foram analisadas de acordo com suas características geoespeleológicas. A caracterização morfológica tomou como base os mapas topográficos da planta baixa e as variações dos cortes transversais e longitudinais dos condutos. A classificação dos depósitos físicos considerou o ambiente de deposição, granulometria e grau de seleção, definidas por: depósitos de canal, talvegue, água parada, pântano e fluxos de detritos (diamictons) (Bosch & White, 2004). A partir da relação entre os sedimentos clásticos e a gênese das cavidades é possível avaliar o equilíbrio espacial entre a deposição dos sedimentos e os espaços formados pelos condutos (Martini, 2011). Os depósitos químicos foram caracterizados segundo a origem do tipo de fluxo aquoso, e classificados de forma qualitativa em: formas criadas por fluxo de água corrente, gotejamento, fluxo de capilaridade e água estagnada (Travassos, 2019).

Descrição do arcabouço rochoso

As litofácies sedimentares foram analisadas segundo Walker (1992), por meio de dois perfis estra-

METHODOLOGY

Geo-speleological characterization

The mapped caves were analyzed according to their geospelological characteristics. The morphological characterization was based on the topographic maps of the floor plan and the variations in the cross-sections and longitudinal sections of the conduits. The classification of the physical deposits considered the deposition environment, granulometry and selection degree, defined as: channel deposits, thalweg, stagnant water, swamp and debris flows (diamictons) (Bosch & White, 2004). From the relationship between the clastic sediments and the caves genesis, it is possible to assess the spatial balance between the sediments deposition and the spaces formed by the conduits (Martini, 2011). The chemical deposits were characterized according to the type of aqueous flow origin, and classified qualitatively into: forms created by flowing water, dripping, capillary flow and stagnant water (Travassos, 2019).

Description of the rock structure

The sedimentary lithofacies were analyzed according to Walker (1992), in order to identify the

tigráficos verticais na escala de 1:20. Um deles, no endocarste da Lapa da Saduruta e outro, no exocarste da Lapa do Nonô, a fim de identificar as superfícies-chave para a compreensão da evolução cárstica. Além disso, foram coletadas cinco amostras de rocha, três delas nas litofácies (L1: G1-04-05; L2: G1-04-06; e L3: G1-04-07) identificadas no perfil da Lapa do Nonô, uma na Lapa da Saduruta (SAD-02), e uma na entrada da Lapa da Santa de Pedra (SP-01). As lâminas foram impregnadas com corante azul epóxi, para melhor visualização da porosidade e possíveis de obliterações minerais. A análise foi realizada em microscópio óptico de luz transmitida no Laboratório de Microscopia e Microanálise (MICROLAB) do Departamento de Geologia (DEGEO) / UFOP. Essa etapa teve como objetivo identificar a dissolução e cimentação na estrutura rochosa, a fim de compreender os gatilhos para a formação dos protocondutos.

RESULTADOS

Caracterização Geoespeleológica

As cavidades, no geral, são de pequenas dimensões e estão inseridas na média vertente de maciços residuais. A morfologia da Lapa das Cruzadas é formada por conduto único e sub-padrão planimétrico semicircular, em teto-baixo com duas entradas e declive para o interior (Figura 6A). Já a Lapa do Dorico possui uma expressiva claraboia, e se desenvolve em dois condutos retilíneos que se interceptam formando quase um ângulo de 90°, com duas entradas (Figura 6B). A Lapa do Nonô possui 179,93m e, por isso, tem maior complexidade morfológica com tetos baixos e condutos mais estreitos, até salões mais amplos com muitos blocos abatidos (Figura 6C). A Lapa da Santa de Pedra possui duas entradas, seu desenvolvimento apresenta pontos em que o talus sustenta o teto e paredes (Figura 6D) e seu sub-padrão planimétrico é ramificado. A Lapa da Saduruta tem conduto único e amplo, apresenta apenas uma entrada e poucos desníveis, além de ramificações incipientes (Figura 6E). No geral, a morfologia das cavidades, tem planta baixa com padrão linear ramificado e os perfis apresentam suaves variações de declividade, exceto a Lapa da Santa de Pedra que possui maiores variações, mas pouco acessíveis.

Os depósitos de incasão se distribuem amplamente nas cavidades estudadas e sedimentos de maiores dimensões como matacões têm origem autóctone. Por vezes, esses depósitos cobrem todo o piso da cavidade, e podem estruturar tetos e paredes (Figura 7A). Na Lapa do Nonô existem depósitos de talvegue nos desníveis, onde ocorrem sedimentos de granulometria grossa intercalados com sedimentos finos. Os depósitos de canal ocorrem ao longo do riacho na

key surfaces for understanding karst evolution. This was done using two vertical stratigraphic profiles on a scale of 1:20, one was in the endokarst of Lapa da Saduruta and the other in the exokarst of Lapa do Nonô. In addition, five rock samples were collected, three from the lithofacies (L1: G1-04-05; L2: G1-04-06; and L3: G1-04-07) identified in the Lapa do Nonô profile, one from the Lapa da Saduruta (SAD-02), and one from the entrance to the Lapa da Santa de Pedra (SP-01). The slides were impregnated with epoxy blue dye to better visualize porosity and possible mineral obliteration. The analysis was carried out under a transmitted light microscope at the Microscopy and Microanalysis Laboratory (MICROLAB) of the Geology Department (DEGEO) / UFOP. The aim of this stage was to identify dissolution and cementation in the rock structure in order to understand the protoconduits formation triggers.

RESULTS

Geo-speleological characterization

The caves are generally small in size and are located in the middle slope of residual massifs. The morphology of Lapa das Cruzadas is formed by a single conduit and a semicircular planimetric sub-pattern, with a low ceiling and two entrances, sloping inwards (Figure 6A). Lapa do Dorico, on the other hand, has a large karst window and is made up of two rectilinear conduits that intersect at almost a 90° angle, with two entrances (Figure 6B). The Lapa do Nonô is 179.93m long and therefore has greater morphological complexity, with low ceilings and narrower conduits, and wider halls with many collapsed blocks (Figure 6C). The Lapa da Santa de Pedra has two entrances, its development shows points where the talus supports the ceiling and walls (Figure 6D) and it has a branched planimetric sub-pattern. The Lapa da Saduruta has a single, wide conduit, only one entrance and few level differences, as well as incipient branching (Figure 6E). In general, the morphology of the caves has a floor plan with a branched linear pattern and the profiles present slight variations in slope, except for Lapa da Santa de Pedra, which has greater variations, but is not very accessible.

Collapsed blocks deposits are widely distributed in the studied caves and larger sediments such as boulders have an autochthonous origin. Sometimes these deposits cover the entire cave floor and can structure ceilings and walls (Figure 7A). In Lapa do Nonô there are talweg deposits on the slopes, where there are coarse-grained sediments interspersed with fine sediments. Channel deposits occur along the stream in the Lapa das Cruzadas, with low flow

Lapa das Cruzadas, de baixa vazão (Figura 7B), na Lapa da Santa de Pedra por meio de um fluxo intermitente ativado em períodos chuvosos, e na Lapa da Saduruta, com leito rochoso (Figura 7C). Nos depósitos de canal predominam sedimentos de areia fina a média, esfericidade média e são sub-angulares a sub-arredondados. Os depósitos de água parada foram identificados apenas na Lapa das Cruzadas e está associado ao próprio canal endocárstico perene.

Quanto às feições hídricas, na Lapa do Dorico e Lapa do Nonô ocorrem gotejamentos e escoamentos superficiais que podem estar associados às chuvas durante a etapa de coleta de dados em campo. Na Lapa da Saduruta existem dois pontos de surgência, na porção mais distal, que se unem em um único canal e terminam em um sumidouro próximo à entrada. Na Lapa das Cruzadas existe um córrego subterrâneo e na Lapa da Santa de Pedra existe apenas um sumidouro inacessível que capta águas pluviais.

Os depósitos químicos identificados foram cora-lóides que ocorrem principalmente nas paredes, em discontinuidades intra-estratais (Figura 7D), nas superfícies de blocos caídos (Figura 7E) e, em alguns casos, cobrindo extensas superfícies da caverna. Possuem dimensões milimétricas com coloração esbranquiçada e, ocasionalmente, apresentam uma cobertura de coloração escura. Apenas na Lapa do Nonô foi observado uma estalactite de coloração esbranquiçada (Figura 7F) com cerca de 2 cm de comprimento.

(Figure 7B), in the Lapa da Santa de Pedra through an intermittent flow activated during rainy periods, and in the Lapa da Saduruta, with a rocky bed (Figure 7C). In the channel deposits, fine to medium sand sediments predominate, with medium sphericity and sub-angular to sub-rounded roundness. The deposits of stagnant water were only identified in the Lapa das Cruzadas and are associated with the perennial end karst channel itself.

As for the hydrological features, in Lapa do Dorico and Lapa do Nonô there are drips and surface flows that may be associated with rainfall during the field data collection stage. In Lapa da Saduruta there are two spring points, in the most distal portion, which join into a single channel and end in a sinkhole near the entrance. In the Lapa das Cruzadas, there is an underground stream and in the Lapa da Santa de Pedra there is only one inaccessible sinkhole that collects rainwater.

The chemical deposits identified were coral-loids which occur mainly on the walls, in intrastratal discontinuities (Figure 7D), on the surfaces of fallen blocks (Figure 7E) and, in some cases, covering extensive surfaces of the cave. They are millimetric in size and whitish in color and occasionally have a dark covering. Only in Lapa do Nonô was there a whitish stalactite (Figure 7F) about 2 cm long.

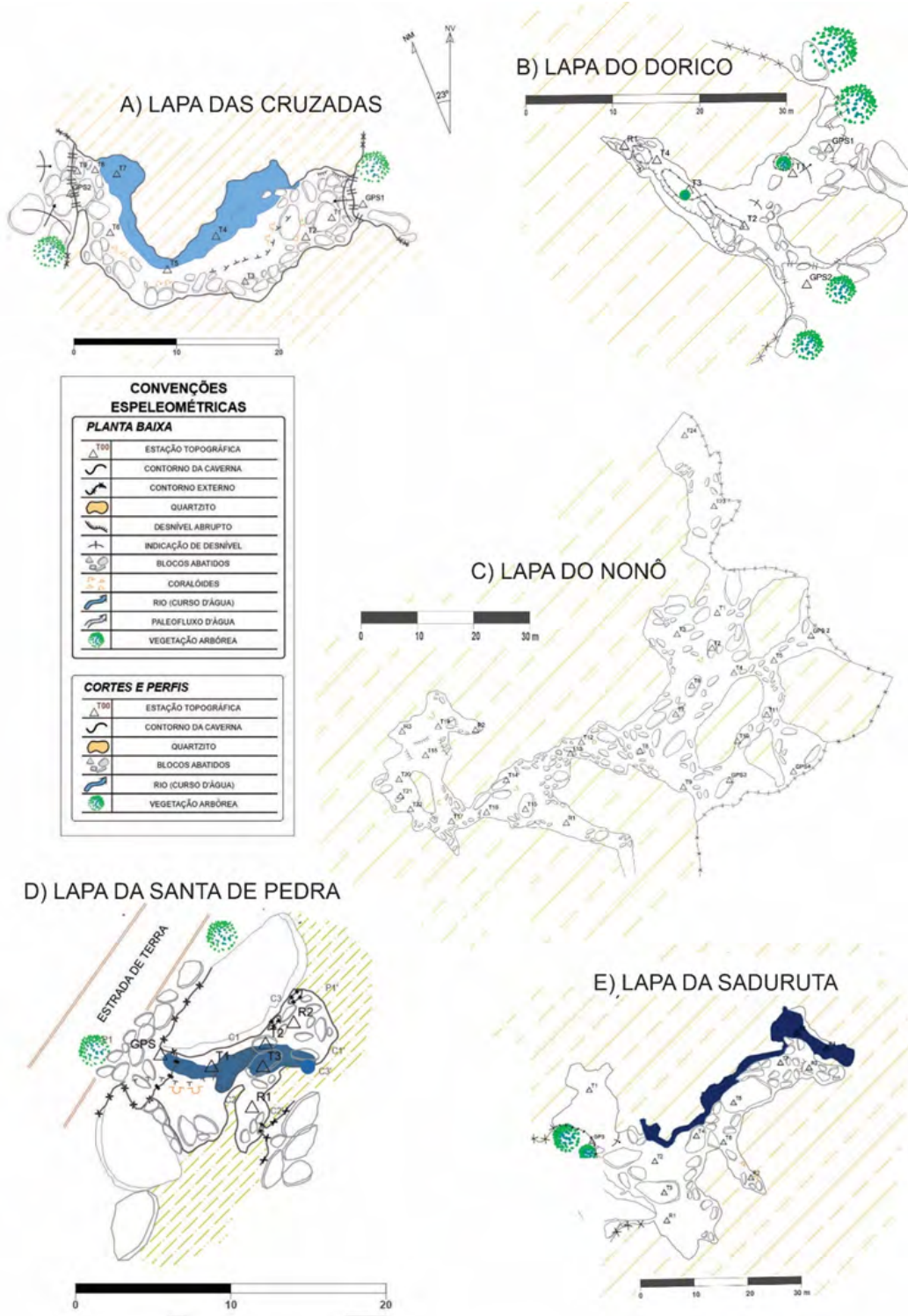


Figura 6 - Mapas das cavidades estudadas na porção sul do Parque Nacional das Sempre Vivas, na serra do Espinhaço Meridional. A: Lapa das Cruzadas com morfologia da planta em conduto único e curvilíneo; B: Lapa do Dorico; C: Lapa do Nonô; D: Lapa da Santa de Pedra; E: Lapa da Saduruta. Os itens B, C, D e E exibem morfologia linear ramificada para a morfologia da planta baixa.

Figure 6 - Maps of the studied caves in the southern part of the Sempre Vivas National Park, in the Southern Espinhaço mountain range. A: Lapa das Cruzadas with single conduit and curvilinear plant morphology; B: Lapa do Dorico; C: Lapa do Nonô; D: Lapa da Santa de Pedra; E: Lapa da Saduruta. Items B, C, D and E show branched linear morphology for the floor plan morphology.



Figura 7 - Aspectos geoespeleológicos gerais das cavidades em quartzitos da Serra do Espinhaço Meridional, dentro da área do PNSV. A: Salão próximo à entrada da Lapa do Nonô, com piso coberto por depósitos de incasão, detalhe para o teto formado por matacões; B: Córrego endocárstico da Lapa das Cruzadas; C: Na Lapa da Saduruta, ocorrem barras arenosas ao longo do canal endocárstico; D: Coralóides intraestratais no teto-baixo da Lapa das Cruzadas; E: Coralóides com cobertura escura que ocorrem na superfície dos blocos caídos na Lapa da Saduruta; F: Estalactites centimétricas que ocorrem no teto da Lapa do Nonô.

Figure 7 - General geo-speleological aspects of the quartzite caves in the Southern Espinhaço Mountain Range, within the PNSV area. A: Hall near the entrance to Lapa do Nonô, with floor covered in incrustation deposits, detail of the ceiling formed by boulders; B: Endokarstic stream of Lapa das Cruzadas; C: In Lapa da Saduruta, there are sandy bars along the endokarstic channel; D: Intrastratal coralloids on the lower roof of Lapa das Cruzadas; E: Dark-coated coralloids that occur on the surface of fallen blocks in Lapa da Saduruta; F: Centimetric stalactites that occur on the Lapa do Nonô roof.

Análise de fácies sedimentares

A sucessão sedimentar e geometria dos estratos sedimentares foram analisados por meio de dois perfis estratigráficos (Figura 8). Um total de oito litofácies

Sedimentary facies analysis

The sedimentary succession and geometry of the sedimentary strata were analyzed using two stratigraphic profiles (Figure 8). Eight lithofacies were

foram caracterizadas, quatro no perfil 1 (Figura 8A) e quatro no perfil 2 (Figura 8B). Na Lapa do Nonô, a base do perfil (L1) é constituída por quartzito de granulometria fina e bem selecionada, com estratificação cruzada com sets centimétricos. A litofácies L2 também constituída por quartzito de granulometria fina e bem selecionada, com estratificações cruzadas incipientes. A litofácies L3 é composta por quartzito de granulometria fina a média, com estratificações cruzadas em que há ampla ocorrência de pippes, ainda que essa feição morfológica ocorra em todas as litofácies. O topo do perfil (L4), compreende um quartzito de granulometria média e acamamento maciço, em algumas porções ocorrem laminações plano-paralelas incipientes, além da presença de estilólitos na sua base. Em todas as litofácies ocorrem veios de quartzo com diversas direções.

Na Lapa da Saduruta, a base do perfil (L5) é formada por quartzito de granulometria areia fina a muito fina e grãos bem selecionados, com estratificações plano-paralelas e presença de pippes. A litofácies L6 é constituída por quartzito mais coeso, com granulometria fina a média, e estratificações cruzadas de grande porte. A fácies L7 é composta por quartzito de granulometria fina a muito fina, com estratificações cruzadas acanaladas intercaladas com estratificações plano-paralelas. Essa litofácies está mais incoesa e possui ocorrência de pippes. Por fim, o topo do perfil (L8) é formado por quartzito maciço e recristalizado, com granulometria média e grãos bem selecionados.

Análise petrográfica

O arcabouço rochoso interno é constituído principalmente por quartzo e, subordinadamente, por argilominerais e filossilicatos. Os grãos de quartzo são principalmente monocristalinos, bem selecionados e com granulometria fina a muito fina. Em geral, apresentam bordas irregulares, com reentrâncias e embaiamentos, além de muito fraturados e fragmentados (Figura 9A). Feições de sobrecrecimento de quartzo são comuns, as quais também apresentam bordas irregulares por dissolução. Os argilominerais possuem coloração amarronzada e se distribuem bordejando os grãos, e estão mais evidentes nas amostras G1-04-05 e SAD-02. A muscovita representa o grupo dos filossilicatos e ocorre de forma pontual na forma de placas já bastante fraturadas e dissolvidas, principalmente na amostra G1-04-06 (Figura 9B).

Apesar da homogeneidade composicional do arcabouço interno, nota-se uma variação nas questões de empacotamento. A amostra G1-04-07 apresenta um empacotamento aberto com porosidade bem distribuída e pouco obliterada por argilominerais. Nessa amostra é possível observar grande parte do cimento de quartzo dissolvido, associado a poros largos e interligados, ressaltando o aspecto do empacotamento aberto (Figura 9C). As amostras SP-01 e SAD-02 possuem arcabouço

characterized, four in profile 1 (Figure 8A) and four in profile 2 (Figure 8B). At Lapa do Nonô, the base of the profile (L1) is made up of fine-grained, well-selected cross-stratified quartzite with centimetric sets. Lithofacies L2 also consists of fine-grained, well-selected quartzite, with incipient cross-stratification. Lithofacies L3 is made up of fine- to medium-grained quartzite, with cross-stratifications with a wide occurrence of pippes, that also occurs less frequently in all the other lithofacies. The top of the profile (L4), comprises a medium-grained quartzite with solid bedding, in some portions there are incipient parallel bedding, as well as the presence of stylolites at its base. All the lithofacies contain quartz veins in different directions.

At Lapa da Saduruta, the base of the profile (L5) is made up of quartzite with fine to very fine sand granulometry and well-selected grains, with parallel stratifications and the presence of pippes. Lithofacies L6 is made up of more cohesive quartzite, with fine to medium grain size and large cross-stratifications. Facies L7 is made up of fine- to very fine-grained quartzite, with Trough cross-beddings interspersed with parallel stratifications. This lithofacies is less cohesive and has pippes. Finally, the top of the profile (L8) is made up of solid recrystallized quartzite, with medium granulometry and well-selected grains.

Petrographic analysis

The internal rock structure is mainly made up of quartz and, to a lesser extent, clay minerals and phyllosilicates. The quartz grains are mainly monocrystalline, well sorted and fine to very fine grained. In general, they have irregular edges, with indentations and concavities, as well as being very fractured and fragmented (Figure 9A). Quartz overgrowth features are common, which also have irregular edges due to dissolution. The clay minerals have a brownish color and are distributed around the edges of the grains, being more evident in samples G1-04-05 and SAD-02. Muscovite represents the phyllosilicates group and occasionally occurs in the form of plates that are already quite fractured and dissolved, especially in sample G1-04-06 (Figure 9B).

Despite the compositional homogeneity of the internal framework, there is a variation in the packing characteristics. Sample G1-04-07 shows open packing with well-distributed porosity and little obliteration by clay minerals. In this sample, it is possible to see a large part of the dissolved quartz cement, associated with wide, interconnected pores, highlighting the open packing aspect (Figure 9C). Samples SP-01 and SAD-02 have a

mais fechado, evidenciados por contatos planares e côncavo-convexos, e a porosidade ocorre como poros agigantados em locais pontuais (Figura 9D). Também foi observado que filmes de argilominerais circundam os grãos de quartzo e obliteram parcialmente os poros intergranulares. Por outro lado, nas amostras G1-04-05 e G1-04-06, a obliteração da porosidade por argilominerais ocorre de forma mais bem distribuída, assim até mesmo as fraturas e fissuras dos grãos de quartzo podem ser preenchidas por esse material, ressaltando o empacotamento fechado.

more closed framework, evidenced by planar and concave-convex contacts, with porosity occurring as large pores in specific places (Figure 9D). It was also observed that clay mineral films surround the quartz grains and partially obliterate the intergranular pores. On the other hand, in samples G1-04-05 and G1-04-06, the obliteration of porosity by clay minerals occurs in a more evenly distributed manner, so that even the fractures and fissures of the quartz grains can be filled by this material, highlighting the closed packing.

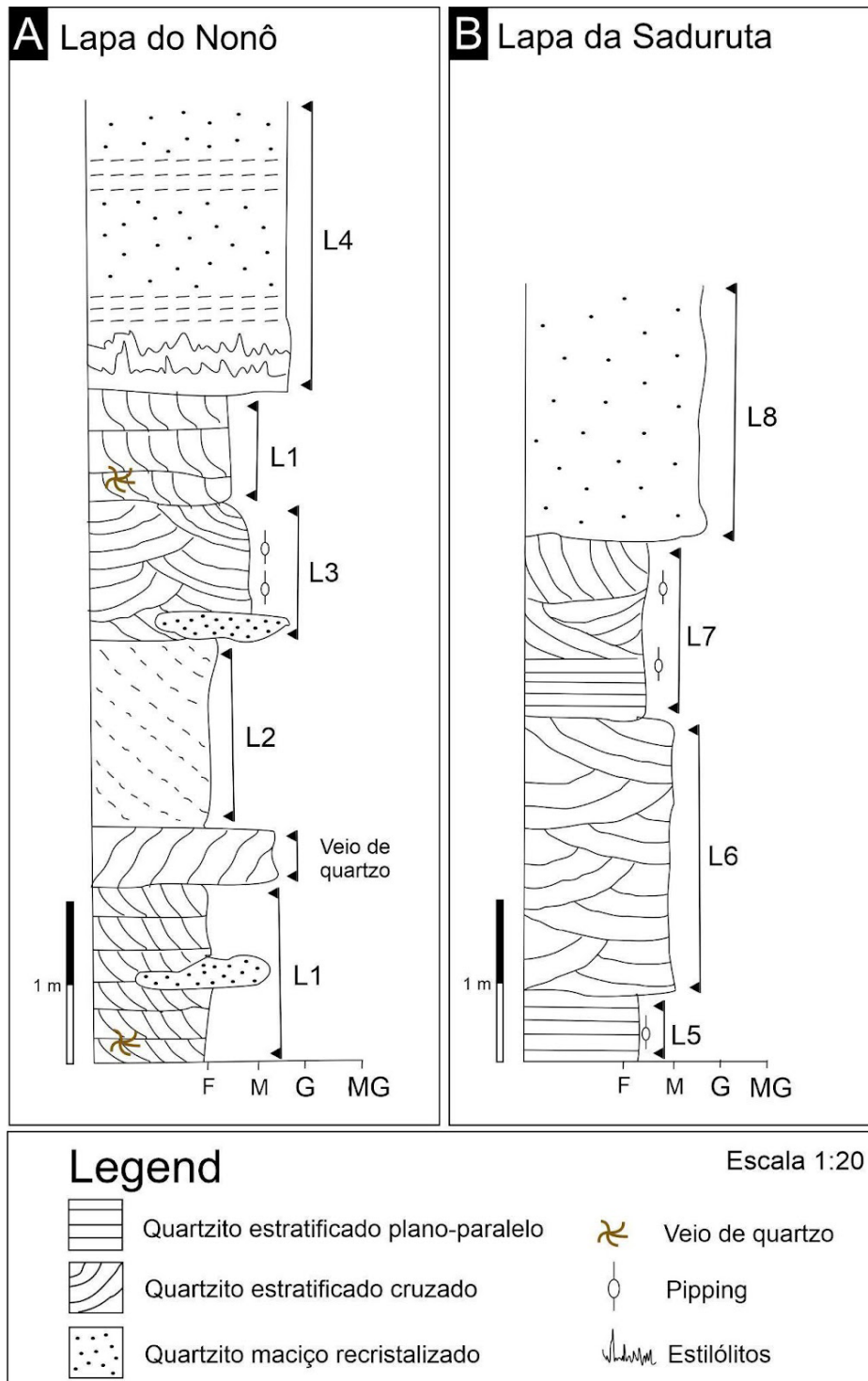


Figura 8 - Perfis estratigráficos elaborados no exocarste da Lapa do Nonô (A) e no endocarste da Lapa da Saduruta (B), ambos na escala 1:20.

Figure 8 - Stratigraphic profiles made on the Lapa do Nonô exokarst (A) and on the Lapa da Saduruta endokarst (B), both at a 1:20 scale.

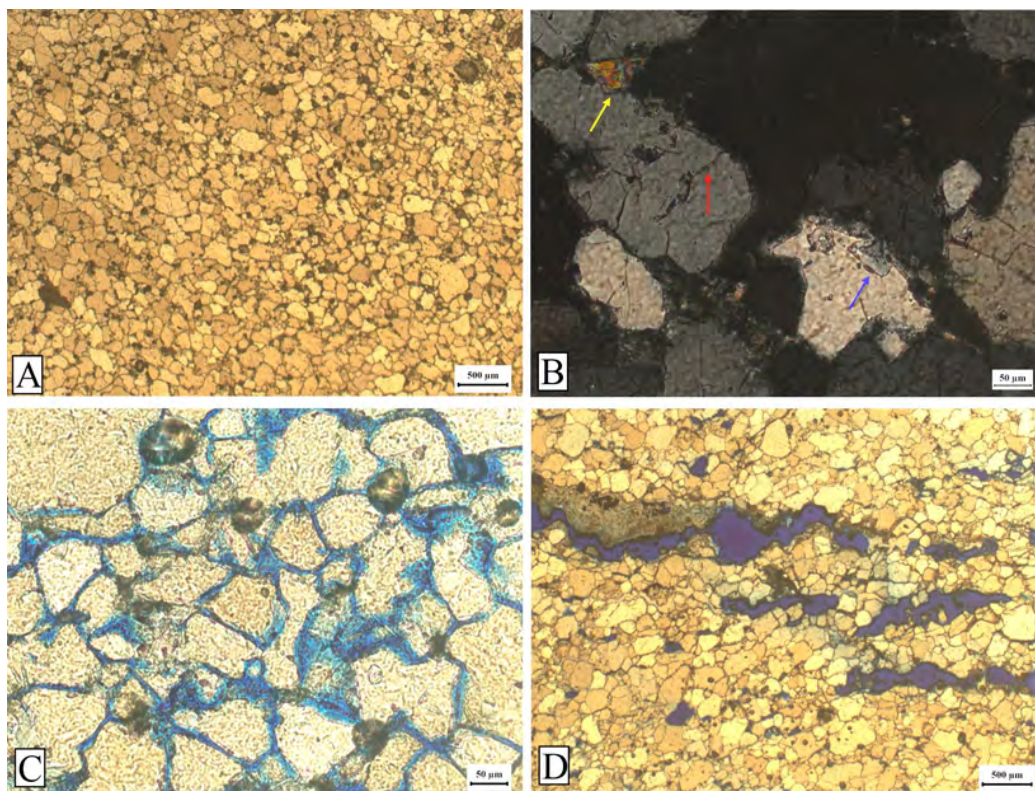


Figura 9 - Características do arcabouço interno dos quartzitos. A: Visão geral da rocha, formada por grãos de quartzo monocristalinos, de granulometria fina a muito fina, bem selecionados e seus contatos são côncavo-convexos e, secundariamente, planares; B: Seta amarela indica placas de muscovita ocupando os espaços intergranulares das rochas; seta vermelha aponta para as fraturas do grão parcialmente preenchidas por argilominerais; seta azul destaca o sobrecrecimento de quartzo e o próprio grão de quartzo sendo dissolvido; C: Arcabouço rochoso muito alterado, com poros destacados em azul e os grãos de quartzo já bastante incoesos e dissolvidos na matriz; D: Poros agigantados contrastam com o arcabouço fechado. (As seções de C e D foram impregnadas com corante epóxi azul para destacar porosidade). Fotos A, C, D nicóis paralelos, foto B nicóis cruzados.

Figure 9 - Quartzites internal framework characteristics. A: General view of the rock, made up of fine- to very fine-grained, well-sorted, monocrystalline quartz grains with concave-convex contacts and, secondarily, planar contacts; B: Yellow arrow indicates muscovite plates occupying the intergranular spaces of the rock, red arrow points to the grain fractures partially filled by clay minerals; blue arrow highlights the overgrowth of quartz and the quartz grain itself being dissolved; C: Very altered rock structure, with pores highlighted in blue and the quartz grains already quite incohesive and dissolved in the matrix; D: Huge pores contrast with the closed framework. (The sections of C and D were impregnated with blue epoxy dye to highlight porosity). Photos A, C, D parallel niches, photo B crossed niches.

DISCUSSÃO

A arenização (Martini, 1979; Jennings, 1983; Wray, 1997; Martini, 2000; Doerr & Wray, 2004; Piccini & Mecchia, 2009; Sauro, 2014) e a litificação seletiva (Aubretch et al., 2011; 2012) são processos propostos para a carstificação em áreas siliciclásticas. De maneira geral, a característica de grãos bastante individualizados devido à dissolução do cimento de quartzo (Figura 10C), possibilitam inferir que o processo de arenização ocorre amplamente na área de estudo. A remoção do cimento aumenta a porosidade secundária e permeabilidade da rocha, além da capacidade do aporte de fluidos nesses poros. A dissolução atinge até os grãos de quartzo, o que pode ser constatado pelas irregularidades de suas bordas, e pode penetrar as finas fissuras do grão, promovendo a expansão das mesmas e, consequentemente, a cominuição do próprio grão de quartzo.

Apesar da dissolução parcial do grão, esse processo atua com maior ênfase no cimento de quartzo, pois esse é mais solúvel (Martini, 1982; Doerr, 1999). Isso porque o ataque químico irá se concentrar em

DISCUSSION

Arenization (Martini, 1979; Jennings, 1983; Wray, 1997; Martini, 2000; Doerr & Wray, 2004; Piccini & Mecchia, 2009; Sauro, 2014) and selective lithification (Aubretch et al., 2011; 2012) are processes proposed for karstification in siliciclastic areas. In general, the characteristic of very individualized grains due to the dissolution of the quartz cement (Figure 10C), makes it possible to infer that the process of arenization occurs widely in the study area. The removal of the cement increases the secondary porosity and permeability of the rock, as well as the ability of fluids to enter these pores. Dissolution even reaches the quartz grains, which can be seen in the irregularities of their edges, also it can penetrate the fine cracks in the grain, causing them to expand and, consequently, the quartz grain itself to comminute.

Despite the grains partial dissolution, this process acts with greater emphasis on quartz cement, as it is more soluble (Martini, 1982; Doerr, 1999). This is because the chemical attack will be

locais de maior energia livre e, como o sobre crescimento de quartzo diminui essa energia obliterando espaços, o ataque se concentra nos limites do cimento e das bordas dos grãos. Além disso também ocorre, de forma secundária, na superfície e fissuras do grão de quartzo (Hurst & Bjorkum; 1986). Tendo em vista que os processos dissolutivos e erosivos atuam como meios de desagregação dos elementos da rocha, por outro lado, a cimentação e a infiltração de argilominerais agregam os grãos e os tornam mais coesos no arcabouço rochoso. A infiltração desse material argiloso ocorreu após a dissolução do crescimento secundário de quartzo e obliterou parte da porosidade secundária, dificultando a percolação de fluidos nesses locais. Sauro et al. (2014) também observaram fraturas intergranulares e intragranulares obliteradas por argilominerais na Formação Matauí, e constataram que o intemperismo atua de forma mais restrita nesses locais. Desse modo, no parque, as porções da rocha com maior infiltração de argilominerais são menos susceptíveis à arenização e as porções cimentadas são mais susceptíveis.

O contraste granulométrico também interfere na movimentação dos fluidos no arcabouço rochoso (Aubretch et al., 2017). No parque, devido à característica de grãos bem selecionados e de granulometria fina a muito fina, a movimentação dos fluidos ocorre principalmente por capilaridade. No entanto, além das propriedades texturais da rocha, as relações deposicionais também permitem associações com a espeleogênese, onde as fácies plano-paralelas são mais litificadas e menos erodíveis, e as fácies com estratificações cruzadas menos litificadas (Aubretch et al. 2018). No parque, essas características formam cavidades de menores dimensões, geralmente, com porções do teto sustentadas pela camada plano-paralela e as camadas estratificadas cruzadas são erodidas mais facilmente formando os espaços das feições. Essa relação entre a deposição sedimentar e a litificação também é observada nos perfis estratigráficos do presente estudo, sendo a litofácies L3, com estratificações cruzadas de grande porte, a mais arenizada e com maior concentração de pippes. Essa característica de alteração também pode ser observada nas lâminas petrográficas dessa litofácies, de forma que a amostra G1-04-07 apresenta evidente dissolução do cimento de quartzo e das bordas dos grãos (Figura 10C).

Nesse contexto, a litofácies L3 pode ser considerada um Horizonte Gatilho quando o conceito é aplicado para características litológicas da rocha (Lowe, 1992; Filliponi et al, 2009). Isso porque, apesar da ausência de contrastes granulométricos e reológicos, sugere-se que as camadas estratificadas cruzadas são mais carstificáveis devido à sua menor susceptibilidade à litificação. As litofácies menos litificadas são planos que permitem maior percolação de fluidos

concentrated in places with greater free energy. As the quartz overgrowth reduces this energy by obliterating spaces, the attack is concentrated on the limits of the cement and the edges of the grains. It also occurs, in a secondary way, on the surface and cracks of the quartz grain (Hurst & Bjorkum; 1986). On the one hand, the dissolution and erosion processes act as a means of disintegrating rock elements. On the other hand, the cementation and infiltration of clay minerals aggregate the grains and make them more cohesive in the rock framework. The infiltration of this clay material occurred after the dissolution of the secondary growth of quartz and obliterated part of the secondary porosity, making it difficult for fluids to percolate in these places. Sauro et al. (2014) also observed intergranular and intragranular fractures obliterated by clay minerals in the Matauí Formation, and found that weathering acts more restrictively in these places. Therefore, the portions of the rock with greater infiltration of clay minerals are less susceptible to arenization and the cemented portions are more susceptible.

The grain size contrast also interferes with the fluids movement in the rock structure (Aubretch et al., 2017). In the park, due to the characteristic of well-selected grains with fine to very fine granulometry, fluid movement mainly occurs by capillarity. However, in addition to the textural properties of the rock, the depositional relationships also allow associations with speleogenesis, where the parallel bedding facies are more lithified and less erodible, and the facies with cross-stratification less lithified (Aubretch et al. 2018). In the park, these features form smaller caves, generally with portions of the ceiling supported by the parallel layer and with the cross-stratified layers that are more easily eroded forming the spaces of the features. This relationship between sedimentary deposition and lithification is also observed in the stratigraphic profiles of this study, with lithofacies L3, with large cross-stratifications, being the most sandy and also with the highest concentration of pippes. This alteration characteristic can also be seen in the petrographic slides of this lithofacies, with sample G1-04-07 showing obvious dissolution of the quartz cement and the grains edges (Figure 10C).

In this context, lithofacies L3 can be considered a Trigger Horizon when the concept is applied to the lithological characteristics of the rock (Lowe, 1992; Filliponi et al, 2009). This is because, despite the absence of granulometric and rheological contrasts, it is suggested that the cross-stratified layers are more karstifiable due to their lower susceptibility to lithification. The less lithified lithofacies are planes that allow greater percolation of meteoric fluids, suggesting an epigenetic trigger for speleogenesis.

meteóricos, sugerindo um gatilho epigenético para a espeleogênese. Esses fluidos dissolvem o cimento de quartzo e promovem a arenização dos grãos que, em seguida, serão erodidos formando os protocondutos.

A arenização atua na rocha durante longos períodos para efetivamente formar as cavernas, isso ocorre devido à grande estabilidade da sílica, sendo necessário cerca de pelo menos dois milhões de anos para a formação inicial de um sistema cárstico silicoso (Galán & Legarde; 1988). Isso reforça a importância do registro geológico e espeleológico dessas áreas quartzíticas, pois as cavidades se tornam testemunhos bem preservados que podem nos contar histórias de bilhões de anos atrás.

These fluids dissolve the quartz cement and promote the arenization of the grains, which are then eroded to form the protoconduits. Arenization acts on the rock for long periods of time to effectively form caves. This is due to the great stability of silica, and it takes at least two million years for a siliceous karst system to initially form (Galán & Legarde; 1988). This reinforces the importance of the geological and speleological record of these quartzite areas, as the caves become well-preserved testimonies that can tell us stories from billions of years ago.

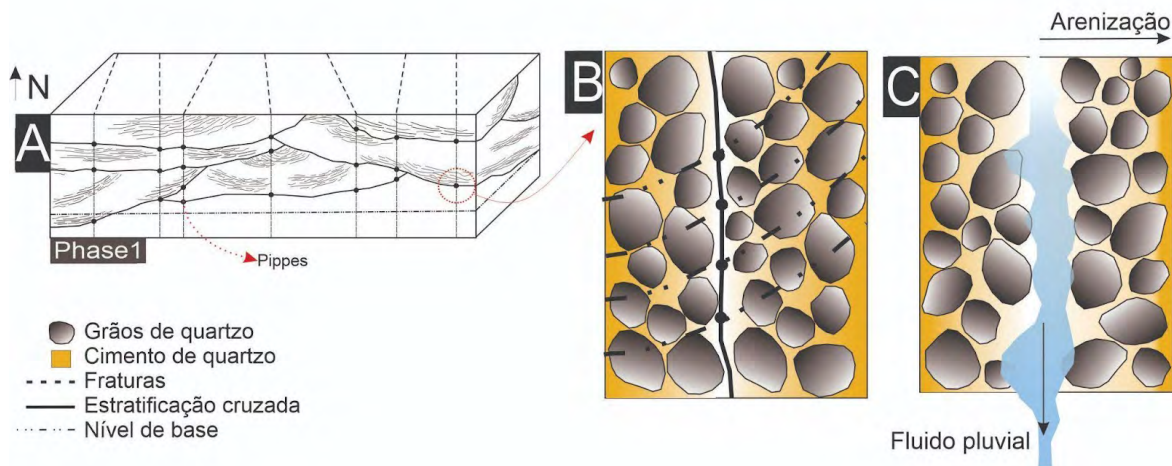


Figura 10 - A: Modelo de litofácies com estratificação cruzada. O círculo vermelho destaca a porção granular do arcabouço rochoso. B: Primeira fase de arenização, ocorre passagem do fluido e início da arenização. C: Segunda fase, já num estágio mais avançado de alteração, a arenização remove parte do cimento da rocha e a erosão remove grãos da rocha, expandindo as descontinuidades e formando protocondutos.

Figure 10: A - Lithofacies model with cross-stratification. The red circle highlights the granular portion of the rock structure. B: First phase of arenization, with the passage of fluid and the start of arenization. C: Second phase, already at a more advanced stage of alteration, the arenization removes part of the cement from the rock and erosion removes grains from the rock, expanding the discontinuities and forming protoconduits.

CONCLUSÃO

Retomando algumas das premissas para criação de uma UC, como o desenvolvimento de atividades educativas, sustentabilidade e turismo ecológico, que culminam na integração das populações locais e, ainda que o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) também reconheça as reservas da biosfera como um modelo de gestão integrada, tais aspectos estão em algum descompasso com a realidade do PNSV.

O parque é circundado por comunidades quilombolas, indígenas e tradicionais, que culturalmente tem como base econômica atividades extrativistas, como os catadores de sempre vivas do povoado de Macacos, e os garimpeiros e pecuaristas dos povoados de Santa Rita, Curimataí e região. Ao se implementar uma UC sem um processo de adaptação e incorporação das comunidades, essas pessoas se veem abandonadas e infringidas pelo Estado, o que acaba resultando em tantas relações conflituosas nitidamente observadas,

CONCLUSION

Some of the premises for creating a Conservation Unit are the development of educational activities, sustainability and ecological tourism, which culminate in the integration of local populations. Even though the National System of Conservation Units (Sistema Nacional de Unidades de Conservação SNUC) also recognizes biosphere reserves as an integrated management model, these aspects are somewhat off the reality of the PNSV.

The park is surrounded by quilombola, indigenous and traditional communities whose economy is based on extractive activities, such as the sempre vivas pickers from the Macacos village, and the gold miners and cattle ranchers from the villages of Santa Rita, Curimataí and the surrounding region. When a CU is implemented without a process of adaptation and incorporation of the communities, these people find themselves abandoned and infringed upon by the state, which results in so many conflicting rela-

sentidas e dialogadas durante as expedições. Outra questão é a falta de infraestrutura, com alojamento e estradas arcaicas, que limitam o acesso ao parque, tanto para o público técnico científico como para o público em geral. Cabe ressaltar também que, embora a criação do parque seja considerada recente, tendo em vista os demais parques do país, observou-se um abandono das instituições públicas, principalmente associado ao último governo.

Apesar desse cenário, é inegável o grande potencial que o parque tem para fazer circular uma produtividade sustentável e inclusiva, que vai desde a produção científica, buscando cada vez mais a compreensão da complexidade das dinâmicas ecossistêmicas e das gêneses existentes, até o desenvolvimento turístico, através dos atrativos de aventura como travessias e cachoeiras, além de iniciativas de educação utilizando-se dos atributos históricos culturais marcados, por exemplo, pela diversidade de pinturas rupestres e permanência das comunidades tradicionais.

Nesse sentido, o PROVIVAS incentiva e colabora com tal perspectiva, seja através da exploração e reconhecimento das áreas e seus constituintes, da disponibilização dos mapas produzidos e dados levantados, bem como através da divulgação em forma de artigos, relatos e produção audiovisual. Além disso, ao executar as atividades de forma participativa com as comunidades, buscando sempre espaço para diálogo, também contribui para uma aproximação sociedade-ciência, colocando em evidência o fazer espeleológico diante a realidade local. Ainda, a partir dos estudos acerca da espeleogênese das cavidades do parque foi possível complementar seu Plano de Manejo e agregar conhecimento acerca do carste quartzítico.

Tudo isso podendo ser revertido em benefícios e qualidade de vida para todos que dependem e ocupam esse espaço, demonstrando, dessa forma, como o entendimento, a preservação e a conservação da natureza caminham lado a lado com a inclusão e o desenvolvimento social.

AGRADECIMENTOS

Todo o exposto até aqui é um compilado de experiências, ações e atividades desenvolvidas e vivenciadas por um grande grupo de membros e membras da SEE, e a eles e a elas é dedicado esse trabalho. Também, toda logística de alojamento, comunicação e deslocamento dentro do parque para realização das campanhas, bem como alvos com potencial espeleológico e arqueológico, tiveram o auxílio fundamental dos funcionários do ICMBio (brigadistas, vigilantes, fiscais e administração do parque). Às personalidades locais, em especial, aos mora-

tionships, which were clearly observed, felt and discussed during the expeditions. Another issue is the lack of infrastructure, with accommodation and archaic roads, which limit access to the park for both scientific technicians and the general public. It is also worth noting that although the park is considered to have been created recently, when compared to other parks in the country, there has been an abandonment of public institutions, mainly associated with the last government.

Despite this scenario, there is no denying the great potential that the park has to support sustainable and inclusive productivity. Not only scientific production, increasingly seeking to understand the complexity of ecosystem dynamics and existing genesis, but also the tourism development, through adventure attractions such as hiking and waterfalls as well as education initiatives using the historical and cultural attributes marked, for example, by the diversity of cave paintings and the permanence of traditional communities.

In this sense, PROVIVAS encourages and collaborates with this perspective, whether through exploration and reconnaissance of the areas and their constituents, making available the maps produced and data collected, or through dissemination in the form of articles, reports and audiovisual production. In addition, by carrying out the activities in a participatory way with the communities, always seeking space for dialog, it also contributes to bringing society and science closer together, highlighting the speleological work in relation to the local reality. Furthermore, the studies on the speleogenesis of the park's caves have made it possible to complement the park's Management Plan and to add knowledge about quartzite karst.

All of this can be turned into benefits and quality of life for all those who depend on and occupy this space, thus demonstrating how understanding, preserving and conserving nature go hand in hand with social equity and development.

ACKNOWLEDGMENTS

All of the above is a compilation of experiences, actions and activities developed and carried out by a large group of SEE members, and this work is dedicated to them. In addition, all the logistics of accommodation, communication and travel within the park to carry out the campaigns, as well as targets with speleological and archaeological potential, had the fundamental help of ICMBio employees (firefighters, security guards, inspectors and park administration). To the local personalities, especially the residents of Curimataí, Santa Rita and

dores de Curimataí, Santa Rita e região, que estiveram juntos e dispostos ao acolhimento e suporte das equipes durante as expedições. Ao Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico do ICMBio/Cecav pelo suporte e parceria para execução da pesquisa. A Anglo American Minério de Ferro Brasil pelos recursos por meio do Termo de Compromisso de Compensação Espeleológica 02/2018 (TCCE). E à Sociedade Excursionista e Espeleológica por apresentar e estimular o desenvolvimento do conhecimento espeleológico, e por manter a chama acesa desde 1937.

the region, who were willing and able to welcome and support the teams during the expeditions. To the ICMBio/Cecav National Program for the Conservation of Speleological Heritage for their support and partnership in carrying out the research. To Anglo American Minério de Ferro Brasil for the resources through the Term of Commitment for Speleological Compensation 02/2018 (TCCE). Moreover, to the Excursionist and Speleological Society for presenting and encouraging the development of speleological knowledge, and for keeping the flame burning since 1937.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, J. R. F.; BASILICI, G.; SOARES, M.V.T. 2020. Mesoproterozoico erg and sand sheet system: Architecture and controlling factors (Galho do Miguel Formation, SE Brazil). *Precambrian Research*, 338, 105592.
- ALMEIDAABREU, P.A. 1993. A evolução geodinâmica da Serra do Espinhaço Meridional, Minas Gerais, Brasil. Tese Doutorado, Univ. Freiburg, 150p.
- AUBRETCH, R.; LÁNCZOS, T.; GREGOR, M.; SCHLÖGL, J.; ŠMÍDA, B.; BREWER-CARÍAS, Ch.; VLČEK, L. 2011. Sandstone caves on Venezuelan tepuis: return to pseudokarst? *Geomorphology* 132, 351–365.
- F. Sauro / *Geomorphology* 226 (2014) 106–123 121p.
- AUBRETCH, R.; BARRIO-AMORÓS, C.L.; BREURE, A. S. H.; BREWER-CARÍAS, C.; DERKA, T.; FUENTES-RAMOS, O.A.; GREGOR, M.; KODADA, J.; KOVÁČIK, E.; LÁNCZOS, T.; LEE, N.M.; LIŠČÁK, P.; SCHLÖGL, J.; ŠMÍDA, B.; VLČEK, L. 2012. Venezuelan tepuis: their caves and biota. *Acta Geologica Slovaca Monograph Comenius University, Bratislava*, 168 p.
- AUBRETCH, R.; LÁNCZOS, T.; SCHLÖGL, J.; AUDY, M. 2017. Small-scale modelling of cementation by descending silica-bearing fluids: Explanation of the origin of arenitic caves in South American tepuis. In *Geomorphology* 298, 107–117p.
- AUBRETCH, R.; LÁNCZOS, T.; SCHLÖGL, J.; FILIPČÍKOVÁ, P. 2018. Selective weathering of cross-bedded layers forming shelters and small caves on Akopán Tepui (Venezuela): Field, laboratory and experimental evidence about diagenesis and weathering of the Matauí Formation arenites (Roraima Supergroup, Middle Proterozoic). In *Geomorphology* 325, 55–69p.
- AULER, A. S. & SAURO, F. 2019. Quartzite and quartz sandstone caves of South America. In *Encyclopedia of caves*, Chapter 102: 850-859p.
- BOSCH, R.F.; WHITE, W.B. 2004. Lithofacies and transport of clastic sediments in karstic aquifers. In: Sasowsky, I.D., Mylroie, J.E. (Eds.), *Studies of Cave Sediments*. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York, pp. 1–22.
- BRASIL. MMA. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Plano de Manejo do Parque Nacional das Sempre Vivas (MG). Brasília, DF, 2016.
- CHEMALE JR, F.; DUSSIN, I. V.; MARTINS, M.; SANTOS, M. N. 2013 Nova abordagem tectonoestratigráfica do Supergrupo Espinhaço em sua porção meridional (MG). In: *Revista Geonomos*, v.19, n.2, 2.
- CORRÊA-NETO, A. V.; FILHO, J. B. 1997. Espeleogênese em quartzito da Serra de Ibitipoca, Sudeste de Minas Gerais. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 20, n. D1, p. 75–87.
- DOERR, S.H. 1999. Karst-like landforms and hydrology in quartzites of the Venezuelan Guyana shield: Pseudokarst or “real” karst? *Z. Geomorphol.* 43, 1–17p.
- DOERR, S. & WRAY, R. A. L. 2004. Pseudokarst. In *Encyclopaedia of Geomorphology*, Goudie A (ed.). Routledge: London; 814–816p.

- DOSSIN, I.A.; GARCIA, A.J.V.; UHLEIN, A. & DOSSIN, T.M. Facies eólico na Formação Galho do Miguel, Supergrupo Espinhaço-MG. Simp. Sist. Dep. Pré-Cambriano, Anais, pp. 85-96, Ouro Preto. 1987.
- DUTRA, G. M.; RUBBIOLLI, E. L.; HORTA, L. S. - 2002. Gruta do Centenário, Pico do Inficionado (Serra do Caraça), MG. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T; Winge, M.; Berbet-Born, M. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: SIGEP-UNB, p. 431-441, 2002.
- FABRI, F.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; AULER, A. S. 2014. RELEVO CÁRSTICO EM ROCHAS SILICICLÁSTICAS: UMA revisão com base na literatura. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v.15, nº 3.
- FILIPPONI, M. ; JEANNIN, P. ; TACHER, L. 2009. Evidence of inception horizons in karst conduit networks. *Geomorphology* 106, 86–99p.
- GALAN, C. & LAGARDE, J. 1988. Morphologie et evolution des cavernes et formes superficielles dans les quartzites du Roraima. *Karstologia* 11–12, 49–60p.
- HURST, A.; BJORKUM, P.A. 1986. Discussion, thin section and SEM textural criteria for the recognition of cement-dissolution porosity in sandstones. *Sedimentology* 33, 605–614p.
- JENNINGS, J.N. 1983. Sandstone pseudokarst or karst? In: Young, R.W., Nanson, G.C. (Eds.), *Aspects of Australian Sandstone Landscape*. Australia and New Zealand Geomorphology Group Special Publication, Wollongong, pp. 21–30p.
- LOWE, D.J. 1992. *The Origin of Limestone Caverns: An Inception Horizon Hypothesis*. 512 pp. (Tese Doutorado) - Manchester Metropolitan University, Inglaterra.
- MARTINI, J.E.J. 1979. Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. *Ann. South Afr. Geol. Surv.* 13, 115–128p.
- MARTINI, J.E.J. 1982. Karst in Black Reef and Wollenberg Group Quartzite of the Eastern Transvaal Escarpment. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 10: 99-114p.
- MARTINI, J. E. J. 2000. Dissolution of Quartz and Silicate Minerals. in Klimchouk, B. A.; Ford, D. C.; Palmer, A. N.; Dreybrodt, W. (editors) *Speleogenesis - Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville (USA), National Speleological Society p. 171-174.
- MARTINI, I. 2011. Cave clastic sediments and implications for speleogenesis: New insights from the Mugnano Cave (Montagnola Senese, Northern Apennines, Italy). *Geomorphology*, Volume 134, Issues 3–4: 452-460p.
- MARTINI, J. E. J. 2000. Dissolution of Quartz and Silicate Minerals. in Klimchouk, B. A.; Ford, D. C.; Palmer, A. N.; Dreybrodt, W. (editors) *Speleogenesis - Evolution of Karst Aquifers*. Huntsville (USA), National Speleological Society p. 171-174.
- Neto, J. M.; Oliveira, G. L. C.; Moreira, P. F.; Souza, G. A.; Santos, A. M.; Silva, C. E.; Cruz, I.A.; Rudnitzki, I. D.. Caracterização do patrimônio espeleológico do parque nacional das Sempre Vivas (MG) In: Momoli, R. S.; Stump, C. F.; Vieira, J. D. G.; Zampaulo, R. A. (org.) *Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 36, 2022. Brasília. Anais... Campinas: SBE, 2022. p.253-259. Disponível em: http://www.cavernas.org.br/anais36cbe/36cbe_253-259.pdf.
- OLIVEIRA, Gabriel Lourenço Carvalho de. Processos hidrogeoquímicos como gatilho para a espeleogênese no setor sudoeste do Parque Estadual do Ibitipoca - MG. 2022. 111 f. Monografia (Graduação em Engenharia Geológica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.
- PICCINI, L. & MECCHIA, M. 2009. Solution weathering rate and origin of karst landforms and caves in the quartzite of Auyan-tepui (Gran Sabana, Venezuela). In *Geomorphology* 106, 15–25p.
- SAURO, F. 2014. Structural and lithological guidance on speleogenesis in quartz– sandstone: Evidence of the arenisation process. *Geomorphology* 226, 106–123p.
- TANIKAWA, W. Y.; RUDNITZKI, I. D.; SILVA, R. O. Relações estruturais e morfologia de cavernas: Estudo de caso do Carste Quartzítico da Serra do Espinhaço Meridional In: Momoli, R. S.; Stump, C. F.; Vieira, J. D. G.; Zampaulo, R. A. (org.) *Congresso Brasileiro de Espeleologia*, 36, 2022. Brasília. Anais. Campinas: SBE, 2022. p.406-414.
- TRAVASSOS, L. E. P. 2019. *Princípios de Carstologia e Geomorfologia Cárstica*. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 242p. ISBN: 978-65-5024-003-5.

- WALKER, R. G. 1992. Facies, facies models and modern stratigraphic concepts. In: Walker R.G. & James N.P. (ed.). Facies Models and Response to Sea Level Change. Geological Association of Canada, 1:114.
- WRAY, R. A. L. 1997. The formation and significance of coralline silica speleothems in the Sidney Basin, southeastern Australia. Physical Geography, v. 8, p. 1-17.

Fluxo editorial:

Recebido em: 25/01/2023

Aprovado em: 24/04/2023



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

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



ESPELEO-TEMA

REVISTA BRASILEIRA DEDICADA AO ESTUDO DE CAVERNAS E CARSTE



Sociedade Brasileira de Espeleologia

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