



ESPELEO-TEMA

REVISTA BRASILEIRA DEDICADA AO ESTUDO DE CAVERNAS E CARSTE

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

Volume 25 Número 1
Ano 2014



Imponente Pórtico da Gruta da Boca do Sapo (SP-182) - Itirapina SP
Foto: Espeleo Grupo de Rio Claro - EGRIC - vide página 16

Artigos Originais

Teaching Science Through a CD-ROM About Speleology

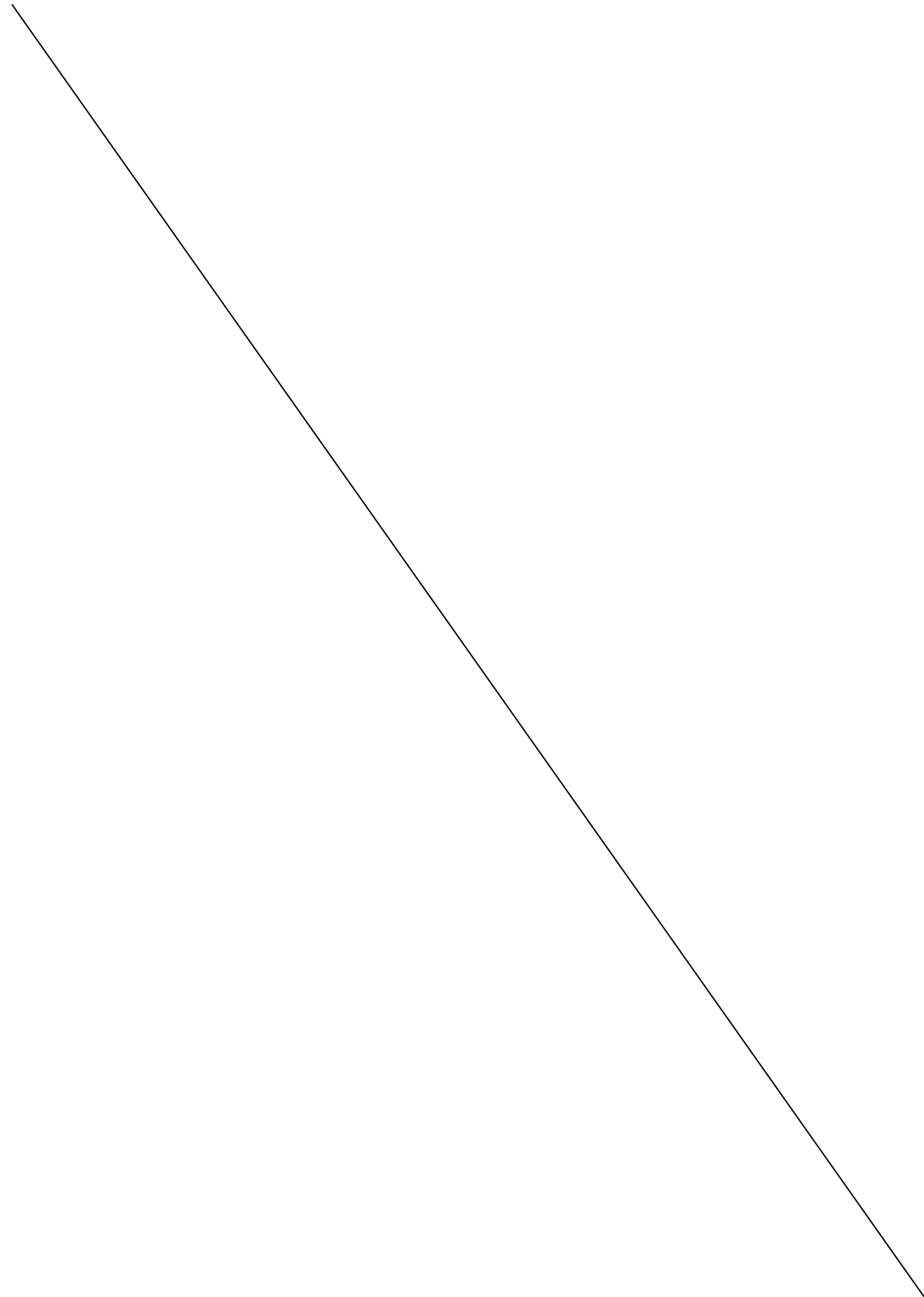
Rubiana Passos Custódio, Christiane Ramos Donato, Mário André Trindade Dantas, Marlécio Maknamara & Ana Paula do Nascimento Prata

Panorama Geoespeleológico das Grutas Areníticas da Serra de Itaqueri, SP

Luiz Fernando de Mello Montano, João Paulo Soares de Cortes, Leandro Ballarin Vieira, Sergio Leandro Vieira de Toledo, Yuri Fernando Parra Castilho & André Santiago Martins de Andrade

Sociedade Brasileira de Espeleologia

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



EXPEDIENTE



Sociedade Brasileira de Espeleologia
(Brazilian Speleological Society)

Endereço (Address)

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

Contatos (Contacts)

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

Gestão 2013-2015 (Management Board 2013-2015)

Diretoria (Direction)

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

Conselho Fiscal (Supervisory Board)

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

ESPELEO-TEMA

Editoras-Chefes (*Chief Editor*)

Dra. Maria Elina Bichuette
Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR

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

Editor Assistente (*Assistant Editor*)

Esp. Marcelo Augusto Rasteiro
Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE

Conselho Editorial (*Editorial Board*)

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

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

Editores Associados (*Associate Editors*)

Antropologia

MSc. Elvis Pereira Barbosa (UESC)

Arqueologia

Dr. Walter Fagundes Morales (UESC)

Carste em Litologias Não-Carbonáticas

Dr. Rubens Hardt (UNESP)

Climatologia

Dr. Emerson Galvani (USP)

Ecologia

Dr. Rodrigo Lopes Ferreira (UFLA)

Educação Ambiental

Dr. Luiz Afonso Vaz de Figueiredo (CUFSA)

Espaço e Território

Dr. Eduardo Pazera Júnior (GEP)

Espeleobiologia

Dra. Maria Elina Bichuette (UFSCAR)

Espeleogeologia

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

Geodiversidade e Geoconservação

Dr. Paulo César Boggiani (USP)

Geomorfologia

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

Hidrogeologia

Dr. Murilo Andrade Valle (CUFSA)

Geoprocessamento e SIGs

Dr. Carlos Henrique Grohmann (USP)

História da Espeleologia

Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)

Legislação Ambiental

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

Manejo Ambiental

Dr. Heros Augusto Santos Lobo (UFSCAR)

Mapeamento e Prospecção de Cavernas

Fábio Kok Geribello (UPE)

Micologia

Dr. Eduardo Bagagli (UNESP)

Mineração

Dr. Hélio Shimada (IG/SMA-SP)

Patogênias e Vetores

Dra. Eunice Bianchi Galatti (FSP/USP)

Percepção e Interpretação Ambiental

Dr. Jadson Rebelo Porto (UNIFAP)

Religião e Religiosidade

Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)

Quadro de Revisores (*Board of Reviewers*)

Dr. Abel Perez Gonzalez (MACN)
Dr. Antonio Liccardo (UEPG)
Bruna Medeiros Cordeiro (UFMS)
Dr. Cláudio M. Teixeira-Silva (UFOP)
MSc. Diego Monteiro von Schimonsky (UFSCAR)
Dra. Eleonora Trajano (USP)
Dra. Emília Mariko Kashimoto (UFMS)
Ericson C. Igual (GPME)
Ezio Rubioli (GBPE)
Dr. Fernando Morais (UFT)
Dr. Francisco Buchmann (UNESP)
MSc. Gabriela Slavec (UPE)
Dr. Gilson Burigo Guimarães (UEPG)
Dr. Gilson Rodolfo Martins (UFMS)
Dr. Gustavo Armani (IG/SMA-SP)
MSc. Jonas Eduardo Gallão (UFSCAR)
MSc. Livia Medeiros Cordeiro (IBUSP)

Dr. Luis Anelli (USP)
Dr. Luis Enrique Sánchez (USP)
Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)
Dr. Marcelo Adorna Fernandes (UFSCAR)
Dr. Marcio Perez Bolfarini (UFSCAR)
Dr. Marco Antônio Batalha (UFSCAR)
Dr. Marconi Souza Silva (UFLA)
Dra. Maria Elina Bichuette (UFSCAR)
Dr. Mário Sérgio de Melo (UEPG)
MSc. Maurício de A. Marinho (Instituto EcoFuturo)
MSc. Mylène Luíza Cunha Berbert-Born (CPRM)
Dr. Paulo Milton Barbosa Landim (UNESP)
Dr. Ricardo Fraga Pereira (UFBA/Terraquatro)
Sandro Secutti (IBUSP)
Dr. Valter Gama de Avelar (UNIFAP)
Dr. Walter Fagundes Morales (UESC)
Dr. William Sallun Filho (IG/SMA-SP)

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

SUMÁRIO (CONTENTS)

Editorial

4

ARTIGOS ORIGINAIS

Teaching Science Through a CD-ROM About Speleology

Ensinando Ciência Através de um CD-ROM Sobre Espeleologia

Rubiana Passos Custódio, Christiane Ramos Donato, Mário André Trindade Dantas, Marlécio Maknamara & Ana Paula do Nascimento Prata

05

Panorama Geoespeleológico das Grutas Areníticas da Serra de Itaqueri, SP

Geospeleological Overview of the Serra de Itaqueri Sandstone Caves

Luiz Fernando de Mello Montano, João Paulo Soares de Cortes, Leandro Ballarin Vieira, Sergio Leandro Vieira de Toledo, Yuri Fernando Parra Castilho & André Santiago Martins de Andrade

11

EDITORIAL

É com satisfação que trazemos mais um volume do periódico Espeleo-Tema com dois artigos publicados. Um deles trata dos arenitos da Serra do Itaqueri, na região central do estado de São Paulo, com uma caracterização geomorfológica desta, fundamental para estudos de paisagem e aplicações à conservação; um segundo trabalho traz uma experiência didática usando como modelo uma caverna no estado de Sergipe e possibilitando uma aplicação para estudos de educação ambiental.

Ainda, convocamos todos os interessados e envolvidos em temas que abordam o patrimônio espeleológico a submeterem seus trabalhos técnico-científicos para publicação no periódico Espeleo-Tema, editado e publicado pela Sociedade Brasileira de Espeleologia desde 1970.

Incentivamos a submissão de trabalhos científicos completos e inéditos. Lembramos que também são aceitos relatos das atividades dos grupos de espeleologia, como mapeamento e exploração, assim como notas científicas, além de resumos de teses e dissertações defendidas recentemente.

Informações detalhadas para submissão encontram-se disponíveis em: www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

Dúvidas e submissões devem ser enviadas para: espeleo-tema@cavernas.org.br

EDITORIAL

We are pleased to bring another volume of the Espeleo-Tema journal with two published articles. One related to the sandstones from Serra do Itaqueri in the central region of São Paulo state, with a geomorphological characterization, fundamental to landscape studies and applications to conservation; a second article brings a teaching experience using a cave from Sergipe state as a model, which enables an application to environmental education studies.

Moreover, we call upon all concerned and involved in issues that address the speleological heritage to submit their technical and scientific papers for publication in the Espeleo-Tema journal, edited and published by the Sociedade Brasileira de Espeleologia since 1970.

We encourage submission of complete and unpublished works. We remind that reports of the activities of groups of caving as mapping and exploration, are also accepted, as well as scientific notes and abstracts of dissertations and theses recently defended.

Detailed information for submission are available at: www.cavernas.org.br/espeleo-tema.asp

Questions and submissions should be sent to: espeleo-tema@cavernas.org.br

Boa leitura! / Enjoy!

Maria Elina Bichuette & Livia Medeiros Cordeiro

Editoras-Chefes / Chief Editor



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

TEACHING SCIENCE THROUGH A CD-ROM ABOUT SPELEOLOGY

ENSINANDO CIÊNCIA ATRAVÉS DE UM CD-ROM SOBRE ESPELEOLOGIA

Rubiana Passos Custódio (1), Christiane Ramos Donato (2), Mário André Trindade Dantas (3), Marlécio Maknamara (4) & Ana Paula do Nascimento Prata (1)

(1) Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão SE.

(2) Colégio de Aplicação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão SE.

(3) Instituto Multidisciplinar em Saúde, Universidade Federal da Bahia, Vitória da Conquista BA.

(4) Centro Educacional, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal RN.

Contatos: rubiana.passos@gmail.com; christianecrd@yahoo.com.br; matdantas@yahoo.com.br; escrevequeeuleio@yahoo.com.br; apprata@gmail.com.

Abstract

The objective of this work was to develop a teaching resource that will facilitate the approach of Speleology in science classes. This science is rarely covered by science textbooks, that is why build a teaching resource about this science is so important. The State of Sergipe, northeastern Brazil, has over fifty registered caves, and this kind of environment are differentiated ecosystems. Thus, in order to improve the study of this subject in the classroom and to contextualize with the local reality and other subjects (e.g. ecology, environmental education, tourism) in the school curriculum, it was decided to build up a CD-ROM resource.

Key-Words: Teaching Resources; Caves; Sergipe; Brazil.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um recurso didático que possa auxiliar o ensino de Espeleologia nas aulas de Ciências. Esta ciência raramente é abordada nos livros textos de Ciências, por isso é tão importante à construção de um recurso sobre este tema. O estado de Sergipe, nordeste do Brasil, tem aproximadamente cinquenta cavernas registradas, e este tipo de ambiente representa um ecossistema diferenciado. Deste modo, intencionando o estímulo do ensino de Espeleologia em sala de aula e contextualizar com a realidade local e outros temas abordados no currículo escolar (e.g. Ecologia, Educação Ambiental, turismo) foi construído um CD-ROM sobre este tema.

Palavras-Chave: Recursos didáticos; cavernas; Sergipe; Brasil.

1. INTRODUCTION

Speleology can become an effective tool for education in elementary school (Rodrigues, 2007), because during this period the children, with their activities, aim to conquer the world (Lievegoed, 2001 *apud* Rodrigues, 2007). In the 7 to 12 years old age group it is important to execute educational work from nature excursions. The visitation of caves is important in pedagogical field practices for the primary, secondary and higher education (Marra, 2001 *apud* Ferreira et al., 2008). In collaboration with this idea, Morgado et al. (1996 *apud* Ferreira et al., 2008) mention the importance of the use of informal knowledge from the students about the caves in developing practices that aim to use the underground environments as a basis for teaching subjects of Elementary and Secondary Education. Numerous associations can be made between the processes occurring inside the caves and the contents

of subjects such as History, Geography, Biology, Chemistry and Physics (Ferreira et al., 2008).

The natural underground cavities hold numerous biotic and abiotic characteristics that make them attractive for the anthropic use (Ferreira et al., 2008). One of the attractive features of natural cavities are speleothems, which are formed by mineral deposits in caves through chemical processes of dissolution and precipitation. Speleothems could be represented by: stalactites, stalagmites, columns, stone flowers and a multitude of other types. The speleothems can cover roofs, floors and walls of caves, causing the admiration of visitors and curiosity of researchers (Lino, 2001).

These formations adorn the cavities, increasing their touristic potential and sometimes religious, given the similarity in the popular imagination, of some speleothems with sacred or zoomorphic images. The richness in abiotic

characteristic, such as speleothems, raises several Brazilian caves among the most beautiful in the whole world (Karnopp et al., 2007), such as *Gruta da Torrinha* cave and *Poço Encantado* cave, both located in the state of Bahia.

In Sergipe, northeastern Brazil, the studies regarding Speleology are recent, focusing mainly on the invertebrate fauna (e.g. Santana et al., 2010), cave vertebrates (e.g. Ferreira et al., 2009; Dantas & Donato, 2011), and conservation of the cave environment (Donato & Ribeiro, 2011; Donato et al., 2012).

Thus, it is important to foster Speleology as an area of knowledge and promotion of natural resources because it aims, in a general manner, to promote the sustainable use of the cave environment through mechanisms that effectively contribute to its conservation (Marra, 2001 *apud* Rodrigues, 2007).

Based on this assumption, didactic material involving a subject rarely addressed in textbooks can be a tool that could complement the teaching of science. According to Krasilchick (2004) and Delizoicov et al. (2011), the textbook continues to prevail as the main working tool of the teacher and mediator in the written communication between the teacher and student. Thus, this courseware emphasizes the memorization of isolated information, endorsing the importance of content traditionally exploited and exposition as the main form of teaching (Delizoicov et al., 2011).

The book must be the basis for class discussion and not just an inert source of information (Krasilchick, 2004). However, it is evident that the teacher cannot be held hostage of this isolated source, even as its quality increases (Delizoicov et al., 2011). Executive bodies such as the Departments of Education and the Ministry of Education (MEC) often refer to the teacher several alternatives to the textbooks (Bizzo, 2009).

It is a teacher's duty to select the best material and how it can be used in face of his own reality (Bizzo, 2009), as the teacher is, above all, the organizer of activities. Therefore, the greater the access to alternative materials, the greater will be the opportunity to find the most appropriate ones, taking full responsibility for choices, necessary adjustments and the creation of new alternatives, when needed (Delizoicov et al., 2011).

Bizzo (2009) reinforces the amount of materials that are available to the teacher, in order to improve the quality of the work, such as the paradidactic textbooks, videos and software. The universe of paradidactic contribution, like books, magazines, newspaper supplements (print and

digital), CD-ROMs, educational and scientific dissemination TVs and web network should be more present, in a systematic way in school education (Delizoicov et al., 2011).

Over the past five years, the community follows the production of teaching materials that, in one way or another, include the latest knowledge, which is already being used, although by a minority of teachers (Delizoicov et al., 2011). Therefore, when the teacher uses a technological resource as a source of information or as a didactic resource for the teaching activity is also enabling students to learn about social practices that use technology and develop skills and attitudes relating to technology in their own lives (Conde et al., 2003).

In the state of Sergipe, didactic resources for the teaching of science have already been produced. Among them: paradidactic books (Ferreira, 2011), educational games (Trindade et al., 2013), tales (Dantas & Torello, 2009), and CD-ROMs, dealing with the fossils from Sergipe (Dantas & Araujo, 2006), the ecosystems found in Sergipe (Oliveira et al., 2013) and the fauna found in the caves of Sergipe (Donato & Dantas, 2009).

Throughout the research developed with the CD-ROMs, there were cited advantages in using this type of complementary teaching resource, such as the possibility of being used in the classrooms as support material and/or its use by part of the students as a self-explanatory and interactive feature (Dantas & Araújo, 2006); it can be transported from one place to another and be used in most microcomputers; it is financially accessible, due to the low cost of its reproduction; and, finally, the production of this resource has been a productive field of academic work (Conde et al., 2003).

It is important to stress that the means, in this case the technological resources, are inefficient if they are placed in education as the most important part of the teaching-learning process. It is known that the CD-ROM in isolation does not have the ability to modify and improve education (Donato & Dantas, 2009). Thus, the use of multimedia resources (CD-ROMs) should not be seen as the solution to all the problems of education, but as a valid and important tool in the construction of a new teaching methodology, in which the teacher plays a key role in guiding students, but no longer is the only source of knowledge (Dantas & Araújo, 2006).

With this perspective, the objective of this work was to present a teaching resource that will be able to facilitate the approach to Speleology in science classes.

2. METHODOLOGY

The *Toca da Raposa* cave, object of this study, is registered in the Sociedade Brasileira de Espeleologia as SE-002, and is located in the *Manoel Roque* ranch, a private property in the municipality of Simão Dias. This cave is made up of four morphological compartments: a small room, just after the entry; a large lounge; a branch of mazes and a final hall; a total of 128.30 m long (Ferreira et al., 2009).

The information contained on the CD-ROM was searched in books, scientific papers and abstracts published in conference annals. The images composing this teaching resource were photographed by two techniques, which are: the *QuickTime Virtual Reality* (QTVR) and the *Stereophotography* (3D). The QTVR consists of using spherical projections of panoramic images that are assembled from individual photographs and the *Stereophotography* consists of obtaining two images taken at some distance from each other which are then combined giving a sense of depth to the scene (Morato, 2009). After obtaining and preparing the images, the CD-ROM was created.

For the construction of the CD-ROM, we used the *Microsoft PowerPoint* software, version 2007. It is a tutorial, self-explanatory program, and can be used both by the student, without assistance, and by

the teacher inside the classroom, as a teaching tool about the cave fauna and/or geomorphology (Donato & Dantas, 2009). The choice of the *Microsoft PowerPoint* software made the cost of preparation and reproduction of the CD-ROM very low (Conde et al., 2003).

3. RESULTS

The result of the research was a CD-ROM, built to cover information about *Toca da Raposa* cave found in Sergipe state. In its main screen (Figure 1) can be found topics which were developed to bring to the students a knowledge of the subject in a clear and accessible way, not leaving aside the scientific knowledge. Information about each item were selected and rewritten with a clear language, and the photographs were chosen assisting in the visualization of the environment, facilitating interaction with it.

The CD-ROM has features that attract the attention of those who handle it: keeps the student participating in the progress of the animations; it is an interactive material, which students will use according to their own learning time; and has images, sounds and videos that can interact with the concepts presented. Thus, learning can be built according to the time and personal curiosity of each student, preserving their individual characteristics.



Figure 1: Main navigation screen on the CD-ROM.

Through a simple language that contextualizes scientific concepts and a figure that brings the notion of how a cave is formed, the student can build up the idea of how the process of forming a cave is and which elements act on it. This favours the use of interdisciplinary approach because multiple sciences explain in a complementary way the process of formation of caves.

On the CD-ROM there were also used photographs with techniques that assist for a better visualization of the caves. The picture shown in Figure 2 was made using the *Stereophotography* technique (3D), which gives a sense of depth to the scene, making the image closer to real. In view of this, students can see pictures and meet the vertebrates, invertebrates and fossils that are typical in some caves. In parallel, there is a text with general information about these animals, such as the scientific and common names, size, distribution, feeding habits, behaviour, among others. The goal is to list the representatives of the fauna of the studied cave.

Figure 3 shows the map of the cave used as the object of this work. On the map there are links that direct the user to images of each of the environments of the cave. They are spherical panoramic images that can be rotated up to 360°, and 3D images of animals and speleothems, such as stalactites, stalagmites and columns. This way, the student can meet the cave entrance from the outside and its four halls. This will enable the learner to

have a virtual concept of the cave, and to meet its main features.

There is also in the CD-ROM a topic called “publications” where can be found links to complete papers (PDF version) about the *Toca da Raposa* cave, published in national events and in scientific journals, related to Zoology, Paleontology and Ecology. This topic is important because it shows what has been published about this cave, showing how recent is the work in this area of science and, specifically, in this cave, as stated by the authors Santana et al. (2010); Ferreira et al. (2009); Dantas & Donato (2011).

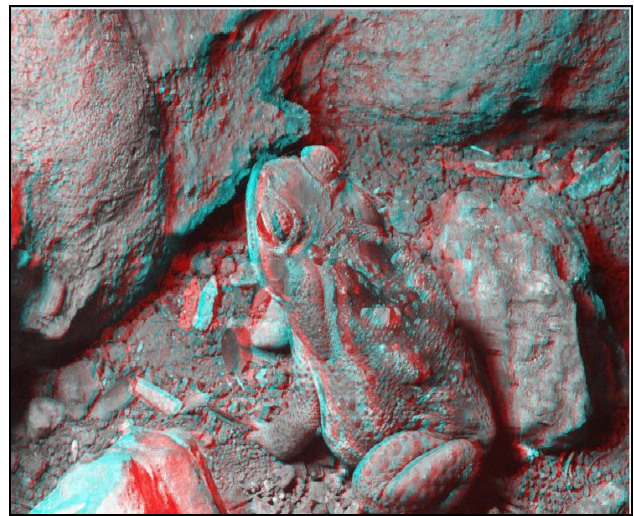


Figure 2: 3D figure (anaglyph) of a toad (*Bufo* sp.) found in the *Toca da Raposa* cave.

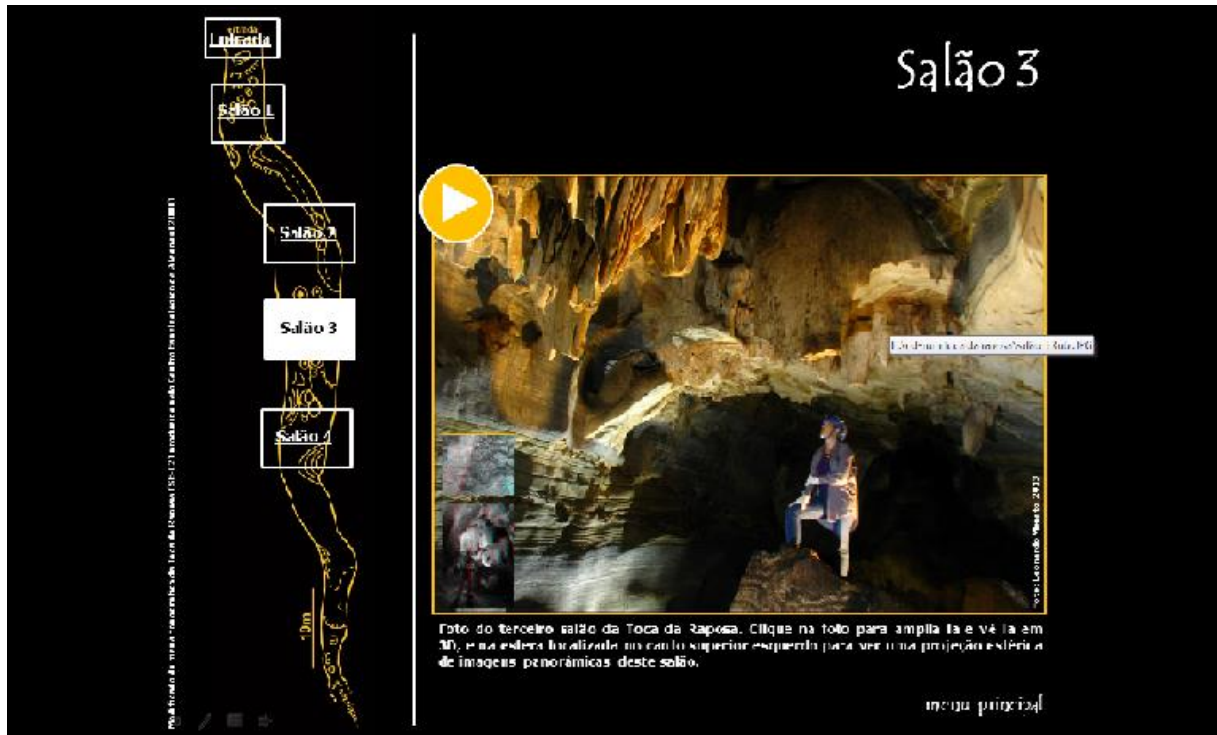


Figure 3: CD-ROM screen showing the map of the *Toca da Raposa* cave and links that redirect the user to 3D e QTVR images.

The produced CD-ROM offers an interdisciplinary resource and can be used in primary and secondary education to complement the lessons on science and biology. It can also be accessed by anyone with an interest in the subject. In science classes, it can be used to complement the classes through a subject contextualized in the reality of the student. The students can have contact via CD-ROM with the caverns from their reality and this resource can be used to develop the conceptual learning of Speleology.

4. CONCLUSIONS

In Sergipe there is a deficiency of didactic resources for teaching Speleology. Given this assumption, and to assist understanding and disseminating this science which studies caves, from its genesis and evolution to the understanding of its physical, chemical and biological environments, a

CD-ROM was built to be used as a teaching resource to supplement the book adopted in the classroom. Understanding that additional teaching resources are important in the teaching-learning process, it is necessary that teachers use those materials to assist in their classes, bringing a differentiated and contextualized knowledge for the teaching of science.

Finally, Speleology can inspire other ways of teaching the syllabus of science, and can encourage students to learn about the wildlife that live in the caves, as well as stimulate discussions about conservation of the environment and environmental education. The theme explored on the CD-ROM is an interdisciplinary subject, and will prepare the students to be able to understand various segments of Science, and especially to make them disseminators of such knowledge, helping them understand why we need to conserve the environment around us.

REFERÊNCIAS

- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** 1. ed. São Paulo: Biruta, 2009.
- CONDE, S.J., ISHARA, K.L., NISHIDA, S.M. & DINI, R.E.S. Proposta de CD-Rom sobre comportamento sexual dos animais para a disciplina de Biologia do Ensino Médio. 2003. (last checked 04 april 2012) <www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/Proposta%20de%20CD-ROM.pdf>.
- DANTAS, M.A.T. & ARAÚJO, M.I.O. Novas tecnologias no ensino de Paleontologia: Cd-rom sobre os fósseis de Sergipe. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, vol. 1, n. 2, pp. 27-38, 2006.
- DANTAS, M.A.T. & DONATO, C.R. Registro de *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818) na caverna da Pedra Branca, Maruim, Sergipe, Brasil. **Scientia Plena**, vol. 7, n. 8, p. 1-4. 2011.
- DANTAS, M.A.T. & TORELLO DE MELO, F. Um Conto, uma Caixa e a Paleontologia: uma maneira lúdica de ensinar Ciências a alunos com Deficiência Auditiva. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, vol. 4, n. 1, pp. 51-57, 2009.
- DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J.A. & PERNAMBUCO, M.M. **Ensino de ciências fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- DONATO, C.R. & DANTAS, M.A.T. CD-ROM como instrumento de aprendizagem significativa sobre a Bioespeleologia Sergipana. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, vol. 4, n. 2, pp. 39-47, 2009.
- DONATO, C.R. & RIBEIRO, A.S. Caracterização dos impactos ambientais de cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Caminhos de Geografia** - revista online, vol. 12, n. 40, pp. 243-255, 2011.
- DONATO, C.R., RIBEIRO, A.S. & SOUSA-SOUTO, L. Análise ambiental e avaliação da relevancia das cavernas do município de Laranjeiras, Sergipe. **Espeleo-Tema**, vol. 23, n. 2, pp. 59-69, 2012. <www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v23_n2_059-069.pdf>.

- FERREIRA, A.S. **Elaboração de um livro paradidático sobre os Anfíbios Anuros da Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre Mata do Junco, Capela, SE.** 48 p. Undergraduate Thesis: Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.
- FERREIRA, A.S., DANTAS, M.A.T. & DONATO, C.R. Ocorrência de *Leptodactylus vastus* Lutz, 1930 (AMPHIBIA-ANURA: LEPTODACTYLIDAE) na caverna Toca da Raposa, Simão Dias, Sergipe. In Proceedings of the 30º Congresso Brasileiro de Espeleologia, Minas Gerais, 2009. <www.cavernas.org.br/anais30cbe/30cbe_057-062.pdf>.
- FERREIRA, R.L., GOMES, F.T.M.C. & SILVA, M.S. Uso da cartilha “Aventura da vida nas cavernas” como ferramenta de educação nas atividades de turismo em paisagens cársticas. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, vol. 1, n. 2, pp. 145-164, 2008. <www.cavernas.org.br/ptpc/v1_n2_145-164.pdf>.
- KARNOPP, P.K.F., ANDRETTA, V., MACEDO, R.L.G., VITORINO, M.R., MACEDO, S.B. & VENTURINI, N. Espeleologia: um instrumento de difusão da educação ambiental em atividades ecoturísticas. In Proceedings of the II encontro interdisciplinar de ecoturismo em unidades de conservação/VI Congresso Nacional de Ecoturismo. Itatiaia, Rio de Janeiro, 2007.
- KRASILCHICK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- LINO, C.F. **Cavernas: o fascinante Brasil subterrâneo.** São Paulo: Gaia, 2001.
- MORATO, L. Quicktime Virtual Reality e Estereofotografia: utilizando técnicas fotográficas imersivas para a divulgação da Espeleologia no Brasil. In Proceedings of the 30º Congresso Brasileiro de Espeleologia, Minas Gerais, 2009, pp. 151-158. <www.cavernas.org.br/anais30cbe/30cbe_151-158.pdf>.
- OLIVEIRA, A.C.M., DANTAS, M.A.T., DONATO, C.R. & VIEIRA, F.S. CD-ROM como ferramenta auxiliar para o estudo dos ecossistemas pelos alunos do 6º ano do Ensino Fundamental. **Educationis**, vol. 1, n. 2, 2013.
- RODRIGUES, B.E.P.F. Espeleologia no ensino fundamental: contribuições da pedagogia waldorf para a educação ambiental e o ecoturismo. In Proceedings of the 29º Congresso Brasileiro de Espeleologia, Minas Gerais, 2007. pp. 121-128. <www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe_121-128.pdf>.
- SANTANA, M.E.V., SOUSA-SOUTO, L. & DANTAS, M.A.T. Diversidade de invertebrados cavernícolas na Toca da Raposa (Simão Dias - Sergipe): o papel do recurso alimentar e métodos de amostragem. **Scientia Plena**, vol. 6, n. 12, pp. 1-8, 2010.
- TRINDADE, F.F., DANTAS, M.A.T., DONATO, C.R. & VIEIRA, F.S. Descobrimos as parasitoses: jogo educativo para o Ensino Fundamental. **Educationis**, vol. 1, n. 2, 2013.

Fluxo editorial:

Recebido em: 02.07.2014

Aprovado em: 21.08.2014



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

PANORAMA GEOESPELEOLÓGICO DAS GRUTAS ARENÍTICAS DA SERRA DE ITAQUERI, SP

GEOSPELEOLOGICAL OVERVIEW OF THE SERRA DE ITAQUERI SANDSTONE CAVES

Luiz Fernando de Mello Montano, João Paulo Soares de Cortes, Leandro Ballarin Vieira, Sergio Leandro Vieira de Toledo, Yuri Fernando Parra Castilho & André Santiago Martins de Andrade.

Espeleo Grupo de Rio Claro (EGRIC), Rio Claro SP.

Contatos: mellomontano@yahoo.com.br; decortesjps@gmail.com; vieirabl@yahoo.com.br; sergiolvt@yahoo.com.br; yuri_castilho@hotmail.com; andrezinho.santiago@yahoo.com.br.

Resumo

A Serra de Itaqueri corresponde ao front de cuestras da borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná, situada entre os municípios de Itirapina e Ipeúna no Estado de São Paulo. Nela ocorrem diversas cavernas desenvolvidas em arenitos eólicos da Fm. Botucatu. Essas cavernas normalmente não possuem dimensões superiores a 35 m de projeção horizontal e são formadas predominantemente por um único salão em formato de abóboda com boca em formato de arco, sendo que exceções localizadas não se enquadram nessas características. Em maior ou menor quantidade, todas as cavernas apresentam uma intrigante variedade de espeleotemas, representados basicamente por coralóides e diminutas estactites compostos por sílica e carbonato. Localmente ainda é possível se observar relictos de anastomose e cúpulas de dissolução que evidenciam parte de um possível processo de dissolução da rocha encaixante.

Palavras-Chave: Cavernas na Serra de Itaqueri-SP; morfologia de grutas em arenito; espeleotemas em rochas não carbonáticas.

Abstract

The Itaqueri Hills represent a front of cuesta scarps in the eastern border of Paraná Sedimentary Basin, situated between Itirapina e Ipeúna cities in the State of São Paulo, Brazil. The hills hold an intriguing set of karstic features placed in sandstone rocks, represented there by the Botucatu Formation. The caves of Itaqueri Hills are usually small. Most of them are represented by a single chamber, do not exceed 35 m of horizontal projection and have arc shaped mouths. To a greater or lesser extent, all cavities have a significant number of speleothems, represented by cave corals and tiny stalactites and constituted by silica and calcium carbonate. In a few caves it is possible to observe relicts of anastomosis and dissolution features, most exhibiting cupola-like morphologies, suggesting dissolution as the main mechanism acting in the caves development.

Key-Words: Serra de Itaqueri caves; Sandstone caves morphology; non-carbonatic rock's speleothems.

1. INTRODUÇÃO

O A Serra de Itaqueri corresponde ao *front* de cuestras da borda Leste da Bacia Sedimentar do Paraná, situada entre os municípios de Itirapina e Ipeúna no Estado de São Paulo. A evolução destes terrenos remete ao avanço do processo de circundesnudação pós-Cretácea responsável pela formação da Depressão Periférica Paulista e consequentemente do recuo erosivo das escarpas que configuram o *front* do referido sistema de cuestras (Ab´Saber, 1969).

As cavernas da Serra de Itaqueri têm sido amplamente explorado nas últimas décadas pelo EGRIC (Espeleo Grupo Rio Claro), que tem ali uma

área de pesquisa e treinamento, com alto potencial espeleológico em cavidades desenvolvidas em arenito, utilizando-a como campo escola.

Muitos trabalhos têm sido realizados pelo EGRIC e por outros pesquisadores, na referida serra, incluindo propostas em relação à gênese das cavidades, estudos de caracterização do carste e relatórios de prospecção espeleológica. Apesar disso, a região ainda carece de um estudo sistemático que apresente o resultado dessas pesquisas e proponha novos tópicos a serem explorados, de modo a incentivar o avanço dos conhecimentos geoespeleológicos nessa porção da Bacia Sedimentar do Paraná.

Este trabalho busca traçar um panorama da evolução dos estudos realizados nas últimas décadas, além de apresentar os resultados de pesquisas mais recentes, realizadas pelo EGRIC, com enfoque nos resultados dos trabalhos de prospecção, topografia e caracterização das cavidades.

1.1 Localização

A Serra de Itaqueri abrange parte dos municípios de Ipeúna e Itirapina, no interior do Estado de São Paulo, distando cerca de 200 km da sua capital.

O acesso à área pode ser feito através da rodovia Washington Luiz até a cidade de Rio Claro, de onde deve-se seguir pela rodovia vicinal SP-191 até o município de Ipeúna (Figura 1). A locomoção dentro da área de estudo é feita por estradas secundárias não asfaltadas, abundantes em decorrência do grande número de plantações de cana e eucalipto, bem como por trilhas e/ou caminhadas em meio à mata nativa.

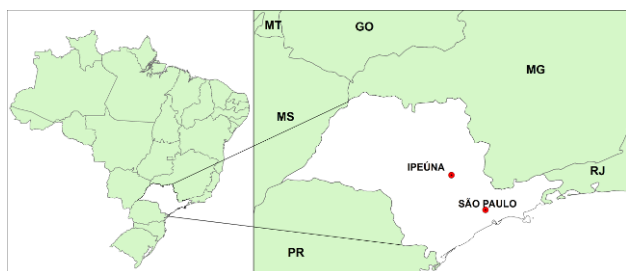


Figura 1 - Mapa de localização. Em vermelho destaca-se o município de Ipeúna (região de entorno da área de estudo) e a capital do Estado.

1.2 Aspectos Fisiográficos

A Serra de Itaqueri está localizada em uma área de transição entre matas semidecíduas e enclaves de cerrado. Atualmente a cobertura vegetal nativa dessa região é representada por pequenos remanescentes de mata próximos do *front* da cuesta arenito-basáltica ou outros reduzidos fragmentos, já que a maior parte da cobertura original foi removida para ocupação antrópica e o terreno destinado às monoculturas de cana de açúcar e eucalipto (Corvalán, 2005).

O clima da região é caracterizado por invernos secos e verões quentes, com cerca de 80% da precipitação pluviométrica anual concentrada nos meses de outubro a março e temperatura média anual de 19°C (Nimer, 1977).

A proposta de compartimentação do relevo paulista, feita por Almeida (1964) e corroborada por estudos posteriores (Ponçano *et al.*, 1981, Ross;

Moroz, 1997), divide o estado de São Paulo em cinco províncias geomorfológicas: Província Costeira, Planalto Atlântico, Depressão Periférica, Cuestas Arenito-basálticas e o Planalto Ocidental (Figura 2).

A província das Cuestas Arenito-basálticas compreende derrames de magmatismo básico que atuaram como capa de atenuação dos processos intempéricos das formações areníticas subjacentes, menos resistentes, gerando um relevo assimétrico de escarpas festonadas e reverso com suave inclinação rumo ao depocentro da bacia (Zalán *et al.*, 1990). A área em questão está localizada nesta província, sendo que as cavernas conhecidas até o momento ocorrem principalmente nos *fronts* junto à transição com a Depressão Periférica. São encontradas ainda depressões no reverso das cuestas.

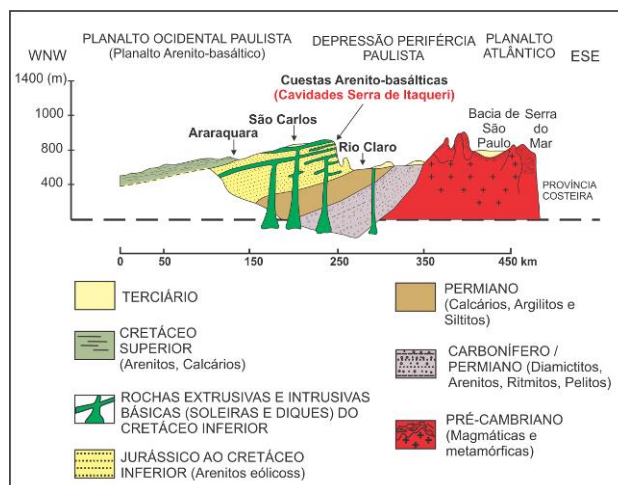


Figura 2 – Perfil geomorfológico de São Paulo - Modificado de Ab'Saber (1956).

1.3 Contexto Geológico Regional

A área de estudo está inserida na Bacia Sedimentar do Paraná, a qual compreende uma vasta área sedimentar dentro do continente sul-americano, recobrando porções do Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai (Milani *et al.*, 2007). Apresenta um formato alongado na direção NNE-SSW, com aproximadamente 1.750 km de comprimento e largura média de cerca de 900 km.

Na região de estudo ocorre exposição de parte do pacote sedimentar da Bacia do Paraná, sobretudo rochas de idades Triássica, Jurássica, Eo a Neocretáceas, representadas respectivamente pelas Formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral (Figura 3).

A Formação Pirambóia é constituída por arenitos síltico-argilosos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, com intercalações de finas camadas de argilitos e siltitos. De acordo com Dias (2006),

ela compreende depósitos eólicos de dunas e interdunas, com *sets* de estratificação cruzada de tamanhos variados.

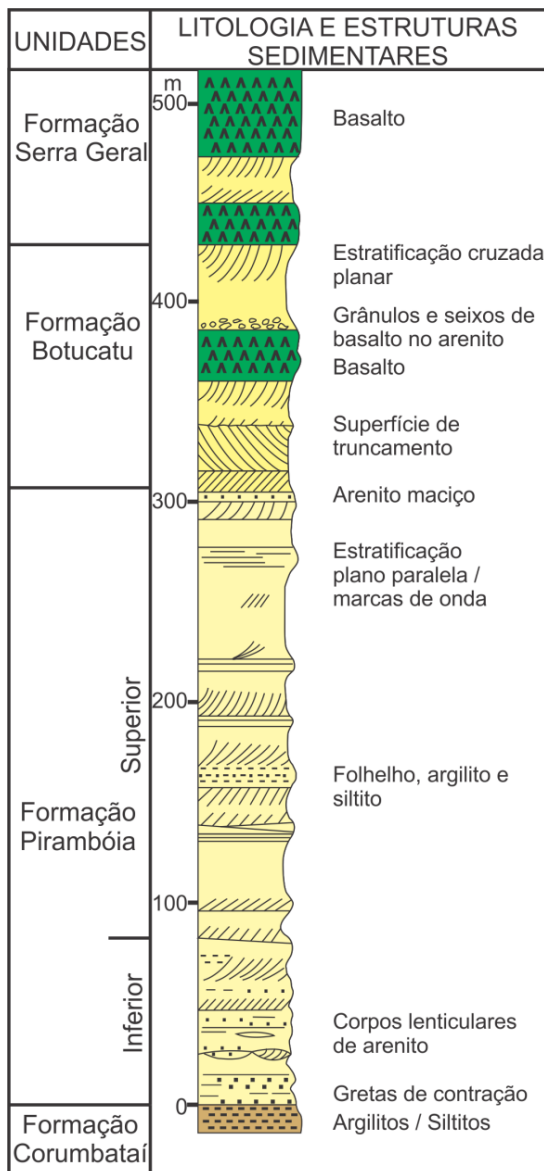


Figura 3 - Coluna estratigráfica simplificada da região de estudo. Modificado de Assine et al., 2004.

Milani (2007) posiciona a Formação Pirambóia na porção final da Supersequência Gondwana I, estabelecida como um ciclo transgressivo-regressivo completo.

A Formação Botucatu, a qual hospeda as cavernas em estudo, é constituída por arenitos eólicos sotopostos pelos derrames da Formação Serra Geral. Essas duas formações representam o Grupo São Bento de Schneider *et al.* (1974), posicionado por Milani (2007) dentro da Sequencia Jurássica-Eocretácica Gondwana III.

A unidade é constituída, quase que totalmente, por arenitos avermelhados de natureza bimodal, finos a médios, geralmente friáveis, compostos por

grãos de elevada esfericidade e aspecto fosco.

Os índices de maturidade mineralógica e textural para os arenitos da Formação Botucatu estão entre maturo (nos subarcóseos) e supermaturo (nos quartzo-arenitos), indicativos de que seus constituintes são derivados de áreas de relevo pouco acentuado, com transporte relativamente prolongado e forte retrabalhamento (Caetano-Chang & Wu, 1992).

A Formação Serra Geral representa a maior manifestação ígnea não oceânica durante o Fanerozóico e uma importante contribuição à geração da crosta continental (Milani *et al.*, 2007). Em termos petrológicos, a unidade é dominada por basaltos toleíticos e andesitos basálticos, ocorrendo subordinadas quantidades de riolitos e riodacitos (Peate *et al.*, 1992) *apud* Milani (2007).

2. METODOLOGIA E ETAPAS DE TRABALHO

Os procedimentos adotados no decorrer deste estudo incluíram:

I – Topografia das cavernas: O mapeamento topográfico das cavernas foi realizado com grau de precisão BCRA – 4D, usando bússolas e clinômetros suunto com grau de precisão 1,0 e os perfis em seções longitudinais e transversais às feições de interesse.

II – Vetorização de mapas topográficos das cavernas: envolveu a vetorização de mapas topográficos e seções, efetuados com auxílio dos softwares Compass®, CorelDraw® e ArcGIS®.

III – Coleta e descrição de espeleotemas: foram coletados espeleotemas nos locais onde ocorrem em maior proporção e com o menor impacto visual possível, sob autorização do SISBIO Nº 38492-1.

IV – Integração dos dados: compilação dos dados levantados em campo, interpretação e discussão dos resultados.

3. RESULTADOS

3.1 Evolução do conhecimento geoespeleológico na Serra de Itaqueri

A Serra de Itaqueri está inserida na província espeleológica arenítica Serra Geral, definida por Martins (1985). Trabalhos pioneiros realizados por Wernick *et al.* (1973), Collet (1982), Veríssimo; Spoladore (1994) e Riccomini *et al.* (1996) abordaram aspectos geoespeleológicos da Serra de Itaqueri e descreveram as características geológicas

da Gruta do Fazendão e o potencial arqueológico da área ao seu redor.

Mais recentemente, Ribeiro *et al.* (1994, 1997, 2001, 2005) e Hardt (2003, 2009 e 2011) apresentaram características do regime tectônico e propostas evolutivas para as cavidades encontradas nessa região. Segundo Wernick *et al.* (1973), a Gruta do Fazendão apresenta controle estrutural condicionado por um sistema de fraturamento com direção preferencial NE-SW e NW-SE e propõe que o desenvolvimento das cavidades da Serra de Itaqueri são resultado da infiltração e escoamento de águas superficiais nas proximidades das escarpas, ao longo dos planos de diaclasamento, com consequente remoção e dissolução do material arenoso. O autor ainda afirma que a gênese dessas grutas é um processo recente e regional, não dependente da natureza estratigráfica do arenito onde se desenvolve.

Veríssimo; Spoladore (1994) reafirmam o controle estrutural da Gruta do Fazendão e complementam as interpretações mostrando que a galeria principal dessa cavidade está controlada por uma falha subvertical, de movimentação dextral (sentido horário) de direção NE e pequeno rejeito. Os mesmos autores também concluem que a gênese da gruta é recente, a partir do Pleistoceno Médio, porém não apresentam datações geocronológicas absolutas e também não observam evidências diretas dos primeiros estágios de desenvolvimento, apenas etapas posteriores de alargamento sob condições vadasas.

Baseando-se nas observações de Szczerban; Urbani (1974) e Martini (1979) *apud* Veríssimo & Spoladore (1994) concluem que existiu uma fase de dissolução inicial ao longo dos contatos entre os grãos (*arenitization*), favorecido pela existência de descontinuidades na rocha. Isso leva ao processo de retirada dos grãos mecanicamente, conhecido como *piping*. A água promove o alargamento destes condutos, uma vez criado um conduto primário e principal, aproveitando-se dos planos de fraqueza.

Ribeiro *et al.* (1994, 1997, 1999, 2001, 2005), apresentam uma série de trabalhos com enfoque no controle estrutural das cavidades da Serra de Itaqueri e estabelecem que a gênese e evolução dessas cavernas são condicionadas por estruturas rúpteis pós sedimentares, condições geomorfológicas, estratigráficas e climáticas e concluem que as dimensões são determinadas pela orientação, penetratividade e densidade do fraturamento.

Coube a Hardt (2003) apresentar efetivamente as primeiras propostas de um sistema cárstico para a região da Serra de Itaqueri, quando registrou na

literatura a presença de relevo ruiforme, cânions e dolinas de dissolução nessa região. Hardt (2009) concretiza suas observações sobre o sistema cárstico da Serra de Itaqueri e propõe efetivamente que o carste pode se desenvolver em rochas não carbonáticas.

Por fim, Hardt (2011) apresenta uma nova proposta para a gênese da Gruta do Fazendão, que em maior ou menor grau pode ser atribuída às demais cavidades da região. Este autor sugere que a coalescência de alvéolos registra um momento duradouro de ação do lençol freático em meio à rocha encaixante, quando as águas agiram permitindo a corrosão do material e sua remoção pela movimentação do lençol freático gerando espaços, naquele momento, ainda preenchidos por água.

A presença de cúpulas de dissolução evidencia o rebaixamento do lençol freático e nessa fase se instalou um fluxo regular. Esse rebaixamento se reflete na morfologia da gruta, uma vez que a formação dos principais salões está ligada à instabilidade gerada após tais oscilações no nível do lençol freático. Hardt (2011) afirma que até o momento desses colapsos a caverna ainda não havia encontrado uma abertura exterior, que se dá apenas a partir da incisão do vale pelas drenagens atuais, pois de outra forma não seria possível explicar a presença de uma antiga cúpula de dissolução na entrada da Gruta do Fazendão.

3.2 Caracterização das cavernas da Serra de Itaqueri

Atualmente há doze cavernas na Serra de Itaqueri, das quais dez já eram previamente conhecidas e dois abrigos (Vaca Rolada e Vista da Casa) foram encontradas durante as etapas de prospecção. Estas cavernas variam de pequenos abrigos e/ou tocas a cavernas com dimensões consideráveis (Figura 4 e Tabela 1), tal como a Gruta do Fazendão, a maior cavidade da área com cerca de 285 m de projeção horizontal.

As cavernas da Serra de Itaqueri, conhecidas até o presente momento, estão confinadas em uma área de apenas 3,0 km² no vale do Córrego da Lapa e alguns de seus tributários, além de algumas ocorrências a nordeste desse córrego, próximo da Fazenda Rochedo, onde ocorre a gruta de toponímia homônima.

Todas as cavernas da Serra de Itaqueri desenvolvem-se em arenitos da Fm. Botucatu, caracterizados como quartzarenitos de coloração marrom avermelhado e também creme, compostos

essencialmente por quartzo e plagioclásio (Figura 4). Há variação no grau de esfericidade dos grãos entre as lâminas, mais de forma geral são sub-arredondados/sub-angulosos e apresentam boa seleção. O arenito é grão-suportado, havendo silicificação nos interstícios/poros da rocha.

momento não identificou-se nenhuma fácies rochosa que seja mais propensa ao desenvolvimento dessas cavidades. Segundo Hardt (2011) essa característica está atrelada apenas a estabilidade do lençol freático que atuou por um período suficiente para o desenvolvimento dessas cavernas.

Tabela 1 – Síntese das Grutas da Serra de Itaqueri-SP.

Cavidade	Projeção Horizontal (m)	Desnível (m)
Gruta do Fazendão	284,94	5,20
Boca do Sapo	120,00	4,00
Abrigo da Glória	51,24	5,00
Gruta do Paredão	40,13	1,75
Gruta do Rochedo	39,88	3,20
Gruta das Abelhas	37,75	2,00
Gruta do Ninho	35,27	5,10
Gruta do Fóssil	29,15	1,20
Abrigo Vista da Casa	17,35	2,40
Abrigo da Vaca Rolada	16,18	4,80
Abrigo Bauru	5,76	0,00
Toca do Gigante	3,5	0,00

Apesar de todas as cavidades estarem localizadas próximo da cota 850m, até o presente

A maior parte das grutas da região é caracterizada por apresentar um único salão, onde suas dimensões médias variam de 5,0m (Abrigos do Bauru e Vista da Casa) a 30m de comprimento (Figura 5). As grutas do Fazendão e da Boca do Sapo são as maiores da região e possuem salões de até 90m (Figura 5D e D; Figura 6 – Seção Longitudinal B-B’), sendo também as únicas a apresentarem pequenas ramificações em seus condutos.

A morfologia dos condutos varia entre o formato de “arco” e “semi-triangular” (Figuras 06, 07, 08 e 11). Os condutos em formato de arco ocorrem em todas as cavidades da Serra de Itaqueri, já os condutos em formato semi-triangular foram observados localmente apenas nas cavernas Abrigo da Glória e Gruta do Rochedo (Figura 8 – perfis transversais B-B’, C-C’ e Figura 11 – perfil transversal B-B’).

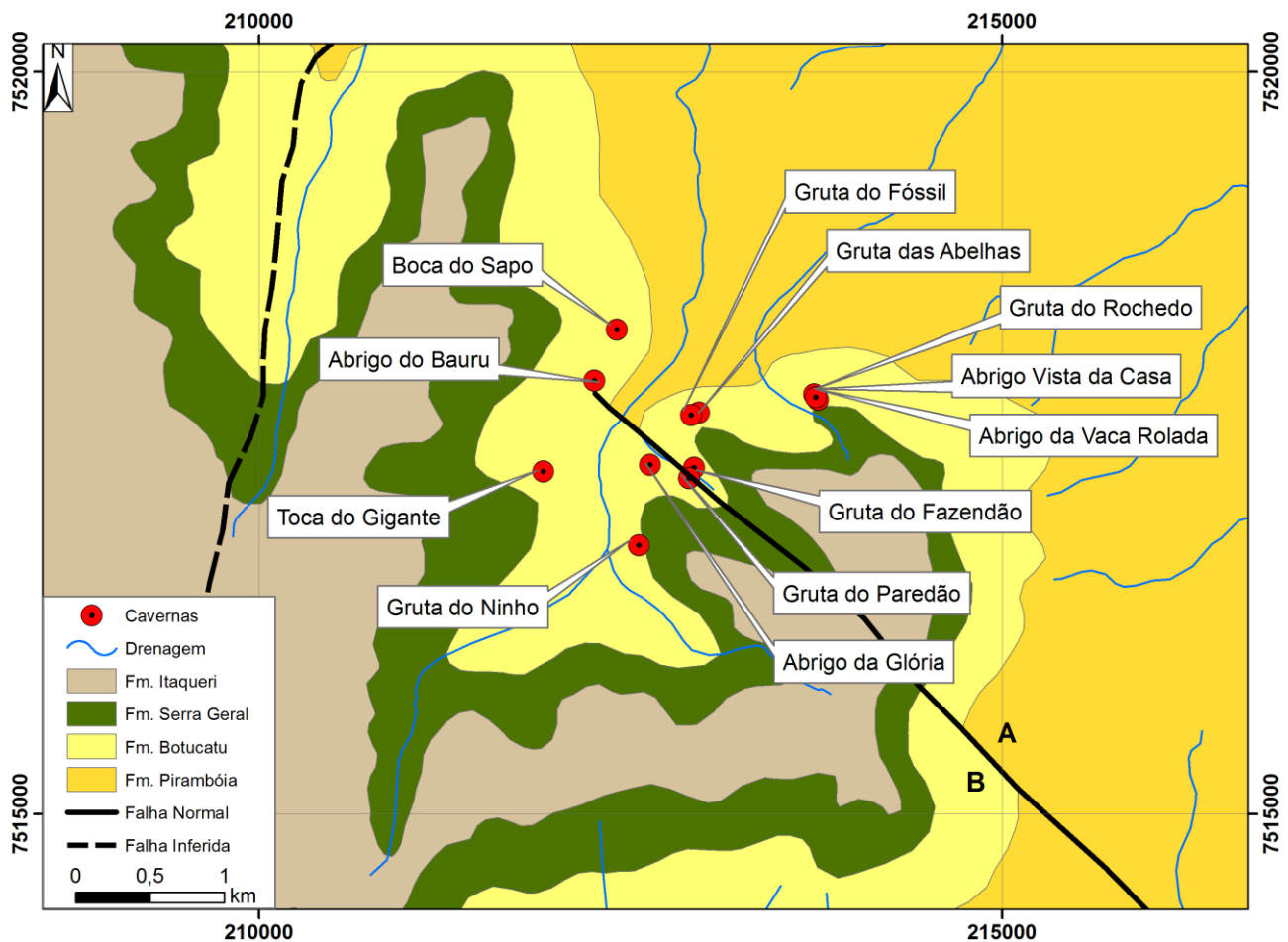


Figura 4 – Mapa Geológico da região com localização das cavernas.



Figura 5 – Principais grutas da Serra de Itaqueri e novas cavidades encontradas; A) Aspecto geral do Abrigo da Vaca Rolada com teto recoberto por coraloídes; B) Morfologia interna da gruta do Ninho. Seta amarela indica a posição lateral da entrada da boca da gruta; C) Entrada em formato triangular da gruta do Ninho; D) Salão da Gruta do Fazendão evidenciando amplitude do mesmo (Foto: Alexandre Lino); E) Gruta da Boca do Sapo mostrando imponente pórtico de entrada em formato de arco.

A Gruta do Ninho é a única cavidade da região que não apresenta entrada em formato de arco, e sim em formato triangular com base de 2,0 m de largura e 9,0 m de altura. A entrada dessa gruta é perpendicular ao desenvolvimento principal da caverna (Figura 5B e C e Figura 7 – perfil transversal A-A’).

A delgada parede que promove a divisão entre o meio interno e externo da gruta não possui mais que 3,0m de espessura (Figura 5 A e B) e elucida

claramente que caso tivesse ocorrido o abatimento dessa parede a caverna também teria assumido uma boca em formato de arco como observado nas demais cavidades da região. A singularidade desta gruta pode sugerir que esteja preservada ali uma etapa prévia do processo de desenvolvimento descrito por Hardt (2011) onde não ocorreu ainda o desabamento da entrada, o que a tornaria, numa etapa posterior, morfologicamente similar às demais cavidades da região (boca em arco, ampla e com vestígios de desabamento) (Figura 6).

Apesar de Spoladore; Cottas (2007) terem apresentado uma síntese dos principais tipos de ornamentos encontrados em cavidades areníticas, no presente trabalho optou-se por adotar uma denominação simplista no tocante aos espeleotemas, dividindo-os em dois conjuntos: coralóides e estalactites.

Os mais frequentes espeleotemas observados nas cavidades da Serra de Itaqueri são pequenas estalactites e coralóides, enquanto escassos *espeleogens* são observados apenas na Gruta do Fazendão.

As estalactites aqui descritas são registros da deposição de ornamentos com formato cônico, originados pela precipitação de minerais em locais de gotejamento ou escoamento de soluções aquosas e se desenvolvem verticalmente a sub-horizontalmente em relação ao piso da cavidade.

O termo coralóide foi utilizado para descrever uma gama de espeleotemas conhecidos como pipocas de sílica, corais de sílica e couve-flor, por acreditar se tratar de um único tipo de ornamento observado em diferentes estágios de desenvolvimento Spoladore; Cottas (2007).

As estalactites apresentam tamanho médio de 2,0 cm de comprimento e máximo de 8,0 cm e apresentam cor marrom ferrugem e/ou amarelo ocre na terminação do ornamento (Figuras 09A, B, C, D e E). Nos locais onde são mais desenvolvidas

geralmente apresentam base de cor branca a creme claro que dá lugar a ornamentos de cor marrom escuro. Já os coralóides em sua grande maioria apresentam cores variegadas de branco, creme claro a amarelo (Figura 9F). Ensaio preliminares em laboratório com amostras coletadas em algumas cavidades indicaram que ambas são compostas essencialmente por sílica e subordinadamente por carbonato.

Outro tipo de espeleotema encontrado, com área de ocorrência restrita, são raízes calcificadas. Apesar da feição em questão não ter relação direta com a definição de espeleotema, foram incluídos nessa categoria por representar o produto de substituição do material orgânico por carbonato e esporadicamente sílica, mostrando mais uma vez que o processo de dissolução e conseguinte precipitação estão ativos na área. Na Gruta do Rochedo podem ser observados todos os estágios de desenvolvimento deste ornamento, desde o seu estágio inicial, no qual as raízes encontram-se compostas por material orgânico, até o seu estágio final, no qual o material original encontra-se totalmente substituída por carbonato e/ou sílica (?) (Figura 9G e 09H). A Figura 8 traz o mapa topográfico da Gruta do Rochedo, mostrando a disposição das feições apresentadas nas Figuras 09G e 09H ao longo da cavidade (local indicado pela elipse vermelha no mapa da Figura 8).

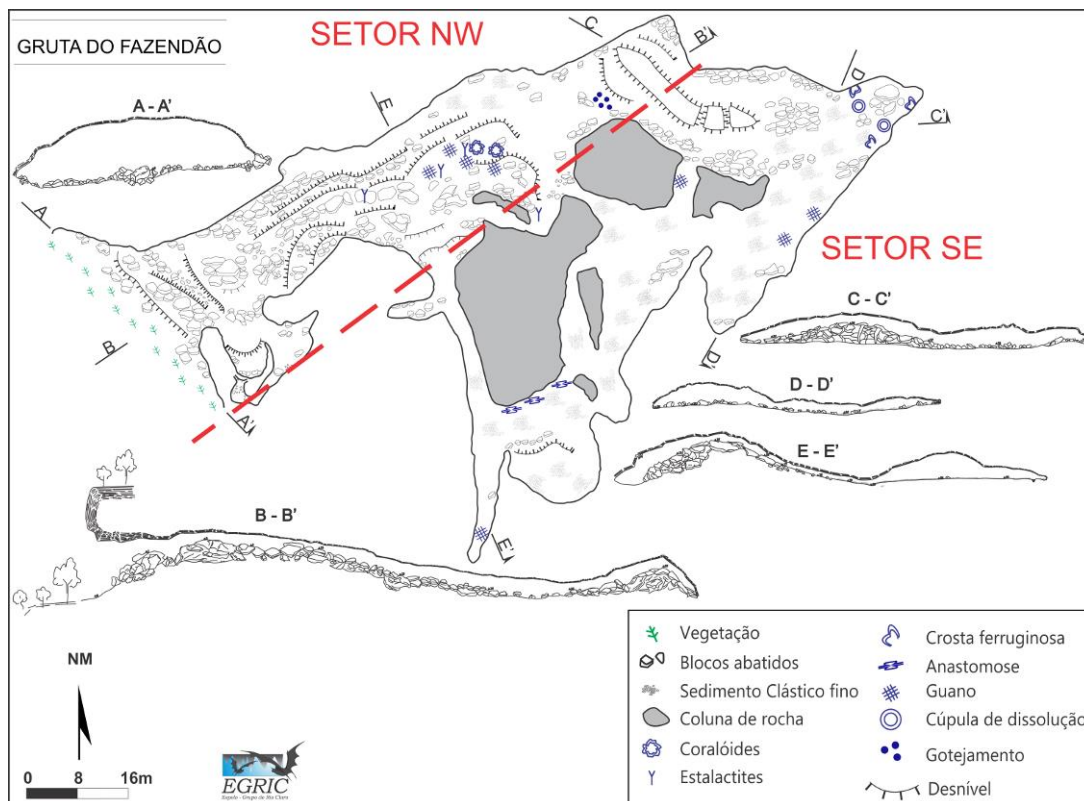


Figura 6 – Mapa topográfico da Gruta do Fazendão.

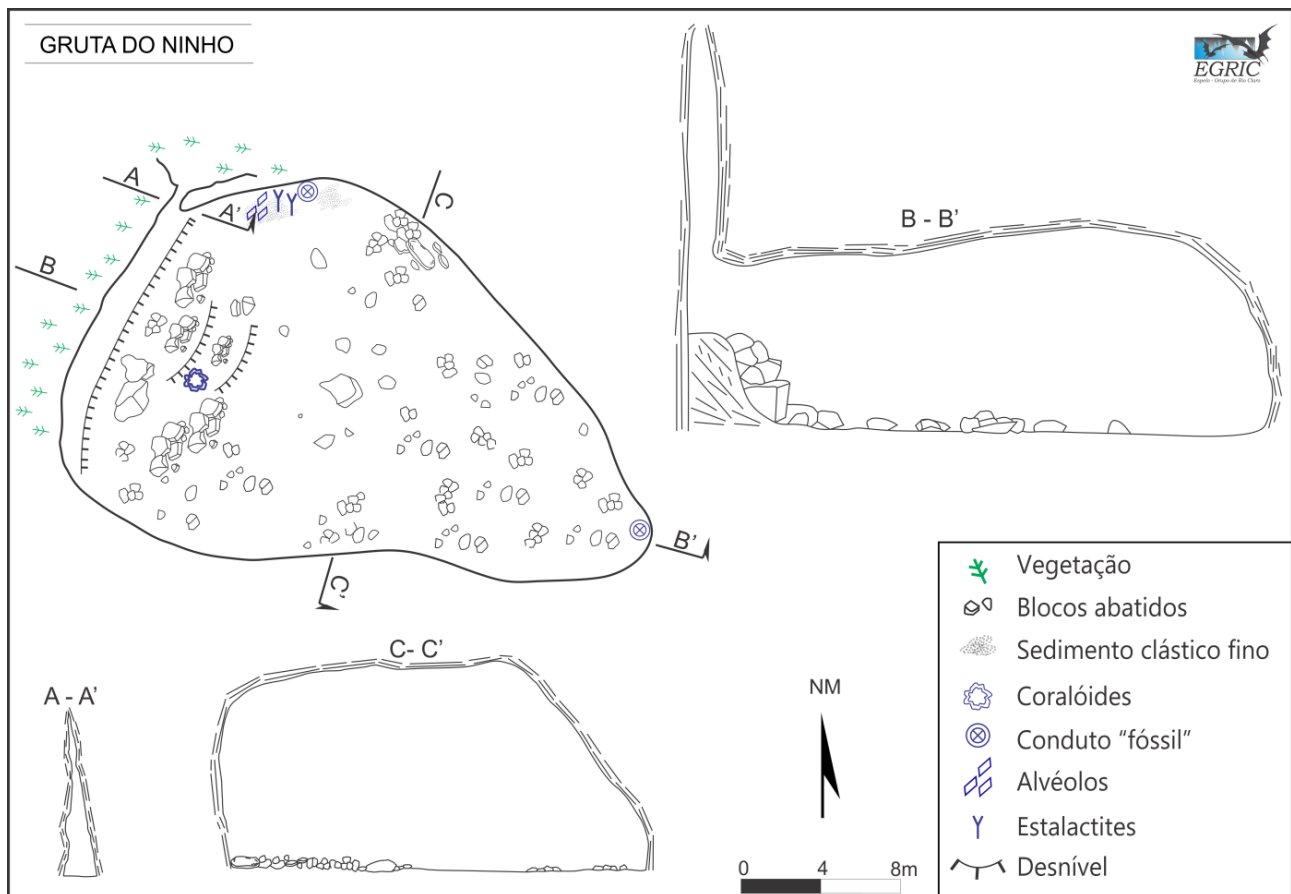


Figura 7 – Mapa topográfico da Gruta do Ninho. Notar que a entrada da gruta ocorre na porção lateral da cavidade.

Outras feições notáveis quanto ao endocarste da Serra de Itaqueri são estruturas que denotam atuação da dissolução da rocha encaixante, materializadas sob a forma de cúpulas de dissolução, anastomose e alvéolos, como já descritas por Hart (2011).

Cúpulas de dissolução são encontradas no teto das grutas do Fazendão, Rochedo e Abrigo da Glória (Figuras 08, 10 e 11), na forma de estruturas circulares até elípticas com raio máximo de 1,0 m e profundidade inferior a 0,2 m. Os melhores exemplares desse tipo de estrutura são observados no setor sudeste da Gruta do Fazendão (Figuras 10A e B). Segundo Hardt (2011), esse tipo de feição ocorre em locais que em algum momento sofreram alagamento. A água, confinada e sobre pressão, penetrou fraturas pretéritas alargando-as através da dissolução, gerando assim tais estruturas.

Também são comuns feições de anastomose e alvéolos. As feições de anastomose são evidentes na Gruta do Fazendão (setor sudeste), no Abrigo do Bauru, Abrigo da Glória e Gruta do Ninho. Normalmente geram feições de corrosão no teto da cavidade e, quando observadas em seu estágio inicial, compreendem reentrâncias fechadas com profundidade muito inferior ao comprimento,

podendo atingir entorno de 1,5 m de comprimento por pouco mais de 0,2 m de profundidade (Figura 10B). À medida que essa feição evolui tais reentrâncias tendem a se coalescer e, em alguns locais onde a dissolução da rocha não foi tão efetiva, observam-se feições reliquias de níveis preteritamente desenvolvidos que, em algumas situações, ficam fixos ao teto apenas por uma delgada base.

Alvéolos distribuem-se de maneira pervasiva em todo o *front* das cuevas arenito-basálticas e em algumas cavidades da região. Quando encontrados junto às cavernas, tendem a serem mais frequentes e proeminentes próximos às entradas, representando feições côncavas que se distribuem paralelamente aos *foresets* das estratificações cruzadas dos arenitos. Como característica principal, apresentam comprimento mais desenvolvido do que a altura e da profundidade e ocorrem desde a escala centimétrica (com maior frequência) até a escala métrica, como pode ser observado na Gruta da Boca do Sapo e no abrigo Vista da Casa.

Em sua grande maioria, não possuem coalescência entre si, porém quando isso ocorre originam microcavidades que refletem sobremaneira o desenvolvimento do carste da Serra de Itaqueri.

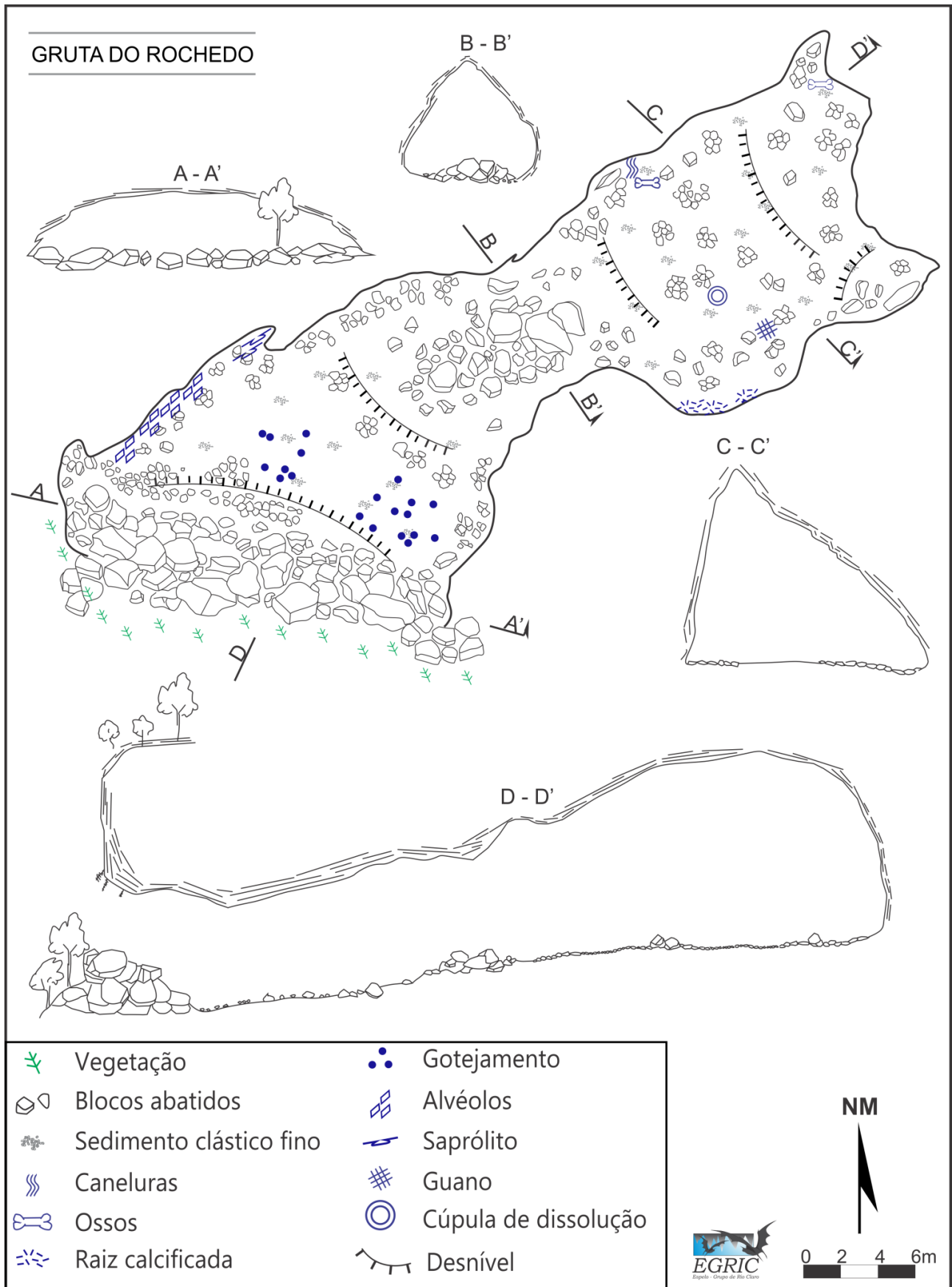


Figura 8 – Mapa topográfico da Gruta do Rochedo; círculo em vermelho destaca área de ocorrência de raízes calcificadas.

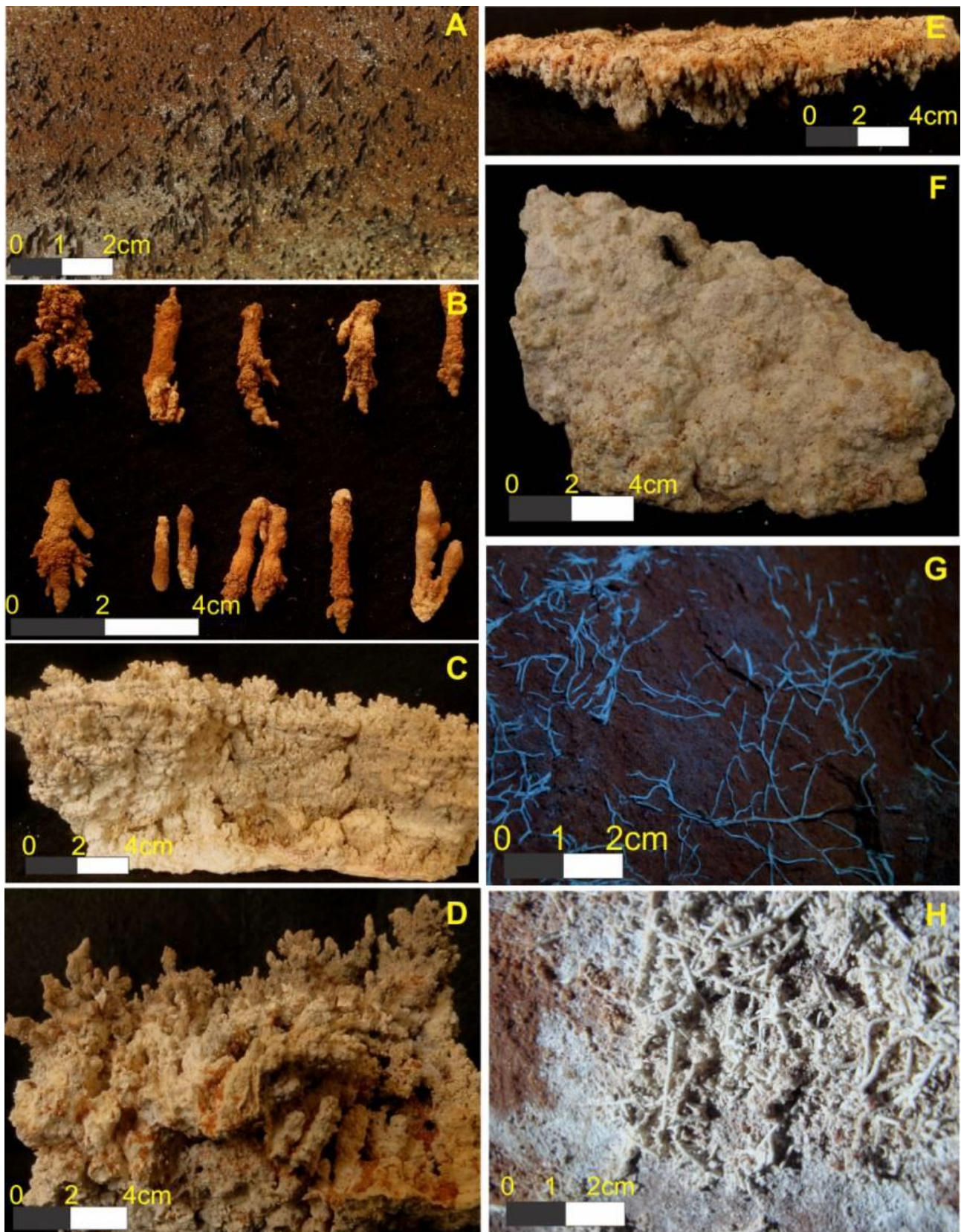


Figura 9 – Principais tipos de espeleotemas encontrados na Serra de Itaqueri; A) Visão Geral de estalactites na gruta do Ninho; B) Detalhes de estalactites da gruta do paredão (compostas por sílica e carbonato); C, D, E) Estalactites compostas por terminações ramificadas (Abrigos da Vaca Rolada e Vista da Casa); F) Crosta coralóide composta (Gruta da Boca do Sapo); G) Marca de raízes em estágio inicial de incorporação de carbonato + sílica (?); H) Raízes completamente calcificadas na Gruta do Rochedo.

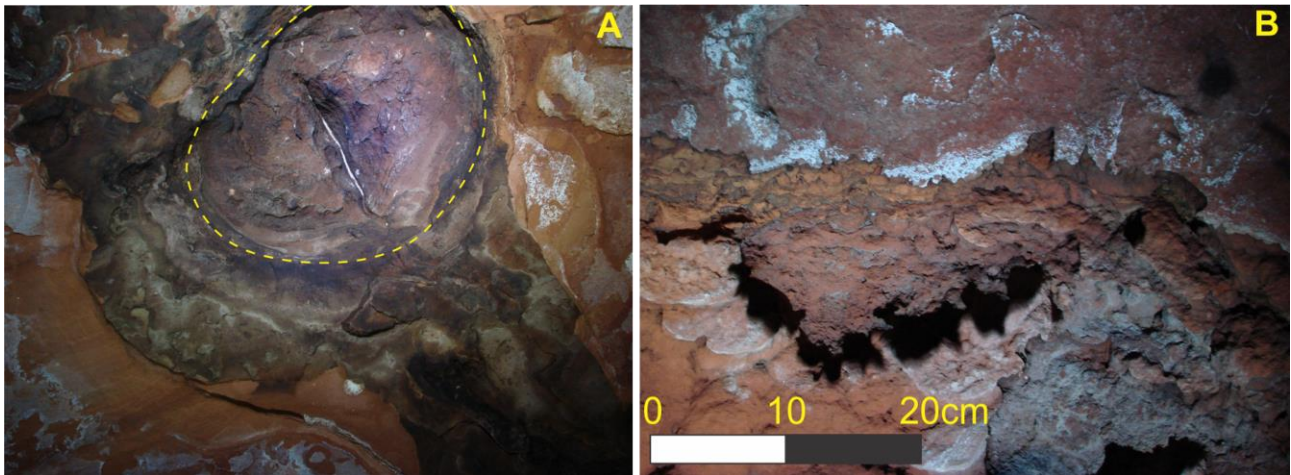


Figura 10 – Aspectos de dissolução; A) Cúpula de dissolução na gruta do Fazendão (diâmetro aproximado da cúpula de 0,5m; B) Relictos de anastomose na Gruta do Fazendão.

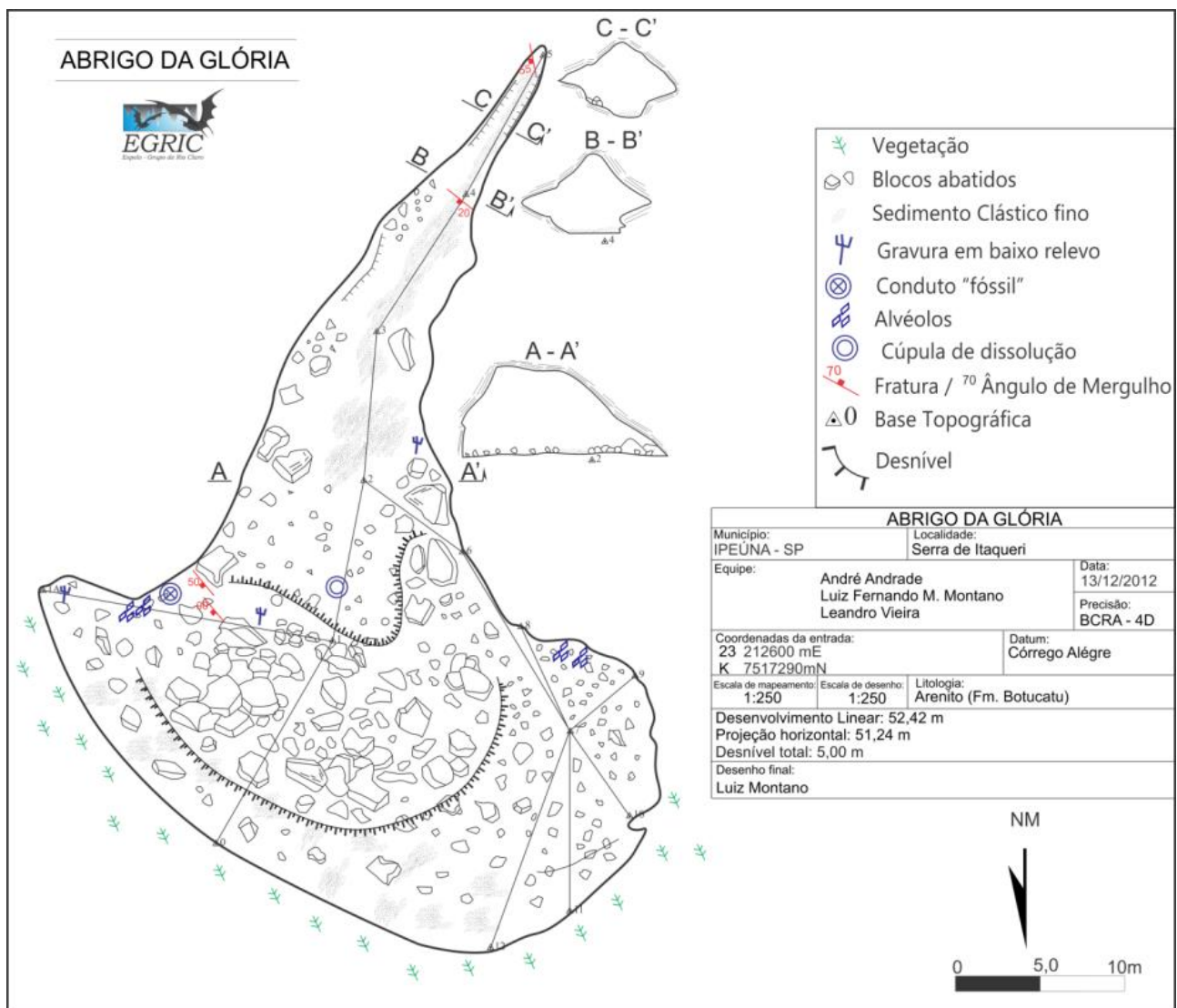


Figura 11 – Mapa topográfico do Abrigo da Glória.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Serra de Itaqueri hospeda uma série de cavernas encontradas nos arenitos da Formação Botucatu, desenvolvidas entre o ponto de cornija das cuestas arenito-basálticas e a zona de tálus

(caracterizada pelo intenso desprendimento de blocos).

As cavidades, de uma maneira geral, apresentam pouca variação morfológica, podendo ser caracterizadas como cavernas com salões únicos,

bocas em formatos de arco e salões em geometria de abóboda. Variações localizadas mostram cavernas com entradas em formato triangular, como é o caso da Gruta do Ninho e cavernas com salões ramificados (Grutas do Fazendão e da Boca do Sapo).

Os espeleotemas ocorrem em menor ou maior frequência em todas as cavernas da região e os ensaios preliminares atestam que grande parte das estalactites e coralóides encontrados são compostos por sílica amorfa (opala?) e carbonato. Novos estudos estão sendo realizados pelo grupo e seus resultados serão apresentados em trabalhos futuros.

5. AGRADECIMENTOS

Ao amigo e professor Doutor Elias Carneiro Daitx (*in memoriam*) pelo incentivo, e constante cobrança para que concretizássemos os trabalhos aqui apresentados.

A todos os membros do EGRIC que estiveram presentes no intitulado Projeto Serra dos Padres, que forneceu subsídios para o artigo em questão.

Ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, pelo suporte laboratorial para desenvolvimento das atividades.

Aos revisores da revista Espeleotema pelas críticas construtivas que contribuíram para a melhora do trabalho aqui apresentado.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A terra paulista. **Boletim Paulista de Geografia**. v. 23, 1956. 5-38 p.
- AB'SÁBER, A.N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. São Paulo, **Geomorfologia**, n. 18. 1969.1-23 p.
- ALMEIDA, F. F. M. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: USP, 1964.
- ASSINE, M.L.; PIRANHA, J.M.; CARNEIRO, C.D.R. Os paleodesertos Pirambóia e Botucatu. In: MANTESSO NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO NEVES, B.B. (Coords.), **Geologia do Continente Sul-Americano - Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo. Beca Produções Culturais Ltda. p. 77-92, 2004.
- CAETANO-CHANG, M.R. & WU, F.T. Bacia do Paraná: formações Pirambóia e Botucatu. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Roteiro de Excursão**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia v. 2. 1992.1-19 p.
- COLLET, G.C. Sondagens no Abrigo da Glória. **Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, Depto de arqueologia** (Relatório). 1982. 26 p.
- CORVALÁN, S. B. **Levantamento e caracterização dos atrativos naturais da bacia do rio Passa Cinco, através de geoprocessamento** (Dissertação de mestrado em Geologia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Rio Claro. 2005.
- DIAS, K. D. N. **Análise estratigráfica da Formação Pirambóia, Permiano Superior da Bacia do Paraná, leste do Rio Grande do Sul** (Dissertação de Mestrado em Geologia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRG. Porto Alegre. 2006.
- HARDT, R. **Formas Cársticas em Arenito - Estudo de Caso. Rio Claro**, (Monografia de Especialização em Geomorfologia). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2003.
- HARDT, R.; RODET, J.; WILLEMS, L.; PINTO, S. A. F. Exemplos Brasileiros de Carste em Arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP). **Espeleo-Tema** (20). <www.cavernas.org.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v20_n1-2_007-023.pdf>. 2009. 7-23p.

- HARDT, R. **Da carstificação em arenitos. Aproximação com o suporte de geotecnologias.** (Tese de Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2011.
- MARTINS, S. B. M. P. **Levantamento dos Recursos Naturais do Distrito Espeleológico Arenítico de Altinópolis, SP** (Monografia de especialização), UNESP. 1985. 94p.
- MARTINI, J. E. J. Karst in Black Reef Quartzite near Kaapsehoop, Eastern Transvaal. **Annals of Geological Survey**. Pretoria. 1979. 115-125p.
- MILANI, E.J. Bacia do Paraná. In Cartas Estratigráficas. **Boletim de Geociências da Petrobrás** v.15. n.2. 2007.
- NIMER, E. Clima. In: Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, **Geografia do Brasil**, Região Sudeste. 3. 1977. 51-89p.
- PEATE D.W., HAWKESWORTH J.C., MANTOVANI M.S.M. Chemical stratigraphy of theParaná lavas (South America): classification of magmas types and their spatial distribution, Bull. **Volcanol.** 55. 1992. 119-139p.
- PERINOTTO, J. A. J; ETCHEBEHERE, M. L. C; SIMÕES, L. S. A; ZANARDO, A. Diques clásticos na Formação Corumbataí (P) no nordeste da Bacia do Paraná, SP: análise sistemática e significações estratigráficas, sedimentológicas e tectônicas. São Paulo, **Unesp, Geociências**, v. 27, n. 4. 2008. 469-491 p.
- PONÇANO, W.L.; CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; ALMEIDA, F.F.M.; PRANDINI, F.L. Notícia Explicativa do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT. (**IPT, Monografias 5**). 1981. 94p.
- RIBEIRO, L. F. B.; VANDEROOST, F. J.; MONTEIRO, R. C. 1994. O controle neotectônico das cavernas da Serra do Itaqueri. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Camboriú. **Bol. Resumos Expandidos**. Florianópolis: SBG. v. 1, (Simpósios). 1994. 397-400p.
- RIBEIRO, L. F. B.; MONTEIRO, R. C.; ROLDAN, A. A.; REATO, M. P. Caracterização estrutural e espeleogênese das Caverna de Ipeúna e Itaqueri - Estado de São Paulo. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE**, 5, Penedo/Itatiaia. Atas. Rio de Janeiro: SBG. 1997. 35-37 p.
- RIBEIRO, L. F. B.; MONTEIRO, R. C.; SIQUEIRA, M. C. FERNANDEZ, R. E. Caverna em Laterita. In: **SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE**, 6, 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos...** Rio Claro: SBG/NSP e NRJ e IGCE, UNESP/Rio Claro. 1999. 105 p.
- RIBEIRO, L. F. B. **Morfotectônica da região centro-leste do Estado de São Paulo e adjacências de Minas Gerais – Paleotensões e Termocronologia por traços de fissão** (Tese de Doutorado em Geologia Regional) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001
- RIBEIRO, L. F. B.; SOUZA CRUZ, F. R.; RIBEIRO, M. C. S.; GODOY, D. F.; Origem e controle estrutural e estratigráfico das cavernas, tocas, abrigos de ipeúna e itirapina –SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 28. Campinas. **Anais CBE**. <www.cavernas.org.br/anais28cbe/28cbe_205-211.pdf>. 2005. 205-211p.
- RICCOMINI, C.; SALLUN FILHO, W.; FERREIRA, N. B.; COIMBRA, A. M. Estruturas de liquefação em arenitos eólicos da Formação Botucatu (Ki) na Serra de Itaqueri, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG. v.1 (Sessões Temáticas). 1996. 151-153p.

- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo, SP: FFLCH/USP e IPT/FAPESP, 1997.
- SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: **Anais** do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia. Porto Alegre. v. 1. 1974. 41-65p.
- SPOLADORE, A.; COTTAS, L.R. Ornamentos de cavernas areníticas. **Anais** do XXIX Congresso Brasileiro de Espeleologia. Ouro Preto – MG. Sociedade Brasileira de Espeleologia. <www.cavernas.org.br/anais29cbe/29cbe_289-295.pdf>. 2007. 289-295p.
- SZCZERBAN E., URBANI F. Carsos de Venezuela. **Boletín** Sociedad Venezolana de Espeleología. 1974.
- STRUGALE, M.; ROSTIROLLA, S.P; MANCINI, F.; PORTELA FILHO, C.V. Compartimentação estrutural das formações Pirambóia e Botucatu na região de São Jerônimo da Serra, Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 34, n. 3. 2004. 303-316p.
- VERÍSSIMO, C. U. V.; SPOLADORE, A. 1994. Gruta do Fazendão (SP-170): Considerações geológicas e genéticas. **Espeleo-Tema**, SBE, v.17. 1994. 7-17p.
- VIEIRA, L. B.; MONTANO L. F. M.; STUMPF, C. F.; SILVA, J. E; TOLEDO S. L.; Potencial espeleológico da Serra de Itaqueri (SP): trabalhos sistemáticos de exploração, mapeamento, coleta e análise de materiais e dados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 32, Barreiras. **Anais** CBE. <www.cavernas.org.br/anais32cbe/32cbe_281-291.pdf>. 2012. 281-291p.
- WERNICK, E.; PASTORE, E. L.; PIRES NETO, A. Cavernas em arenito. **Notícia Geomorfológica** 13. 1973. 55-67p.
- ZÁLAN, P.V., WOLFF, S., CONCEIÇÃO, J.C.J., MARQUES, A., ASTOLFI, M.A.M., VIEIRA, I.S., APPI, V.T. E ZANOTTO, O.A. Bacia do Paraná. PETROBRÁS. De RAJA GABAGLIA e MILANI, E.J. (Coords.). **Origem e Evolução das Bacias Sedimentares.** 1990.

Fluxo editorial:

Recebido em: 26.11.2013

Aprovado em: 02.07.2014



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