

Cavernas: pesquisa, ecoturismo e educação ambiental

Ives Simões Arnone
Gestor do Parque Estadual Caverna do Diabo

Fundação Florestal – SIMA/SP
ivessa@fflorestal.sp.gov.br

William Sallun Filho
Pesquisador Científico
Instituto de Pesquisas Ambientais –
SIMA/SP
wfilho@sp.gov.br



IPA
INSTITUTO DE
PESQUISAS AMBIENTAIS



FUNDAÇÃO FLORESTAL



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
| Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente



**Sociedade
Brasileira de
Espeleologia**

<https://www.cavernas.org.br/>



CECAV
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA
E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS

<https://www.icmbio.gov.br/cecav/>

<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/cpesp-conselho-do-patrimonio-espeleologico-do-estado-de-sao-paulo/>



CONSELHO DO PATRIMÔNIO ESPEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Ano Internacional das Cavernas e do Carste

(União Internacional de Espeleologia-UIS)

“Explore, conheça e proteja” é o principal objetivo do Ano Internacional das Cavernas e do Carste.



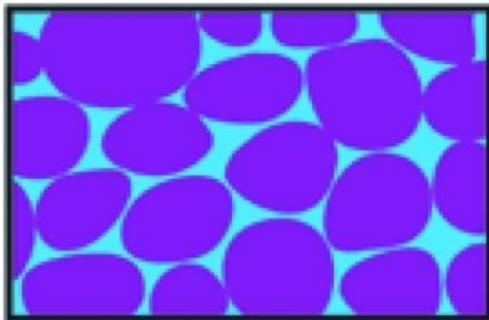
<http://iyck2021.org/>

<http://iyck2021.org/wp-content/uploads/2020/04/IYCK-2021-Guia-de-Planejamento-Idioma-Portugues-Brasileiro.pdf>

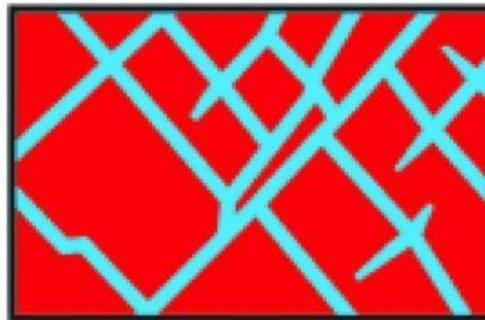
Gam 1993

*Carste é um terreno com hidrologia e formas de relevo típicas decorrentes da combinação entre a alta solubilidade de certas rochas e o **desenvolvimento de porosidade secundária na forma de condutos.***

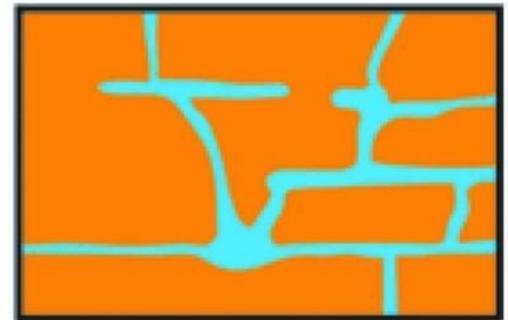
AQUÍFEROS



Intergranular
p.ex. arenitos



Fraturas
p.ex. granitos

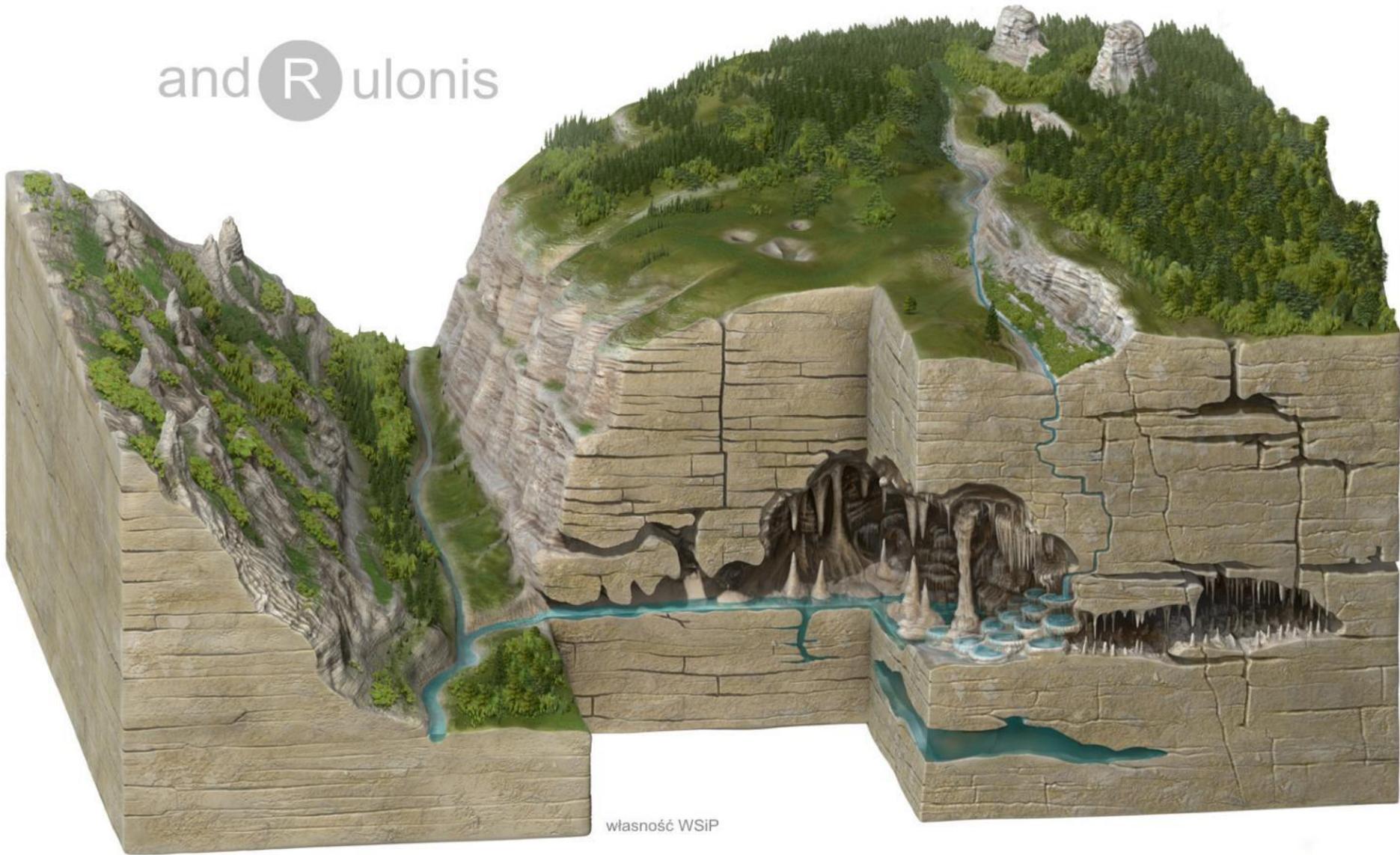


Condutos
p.ex. calcários



Bom Sucesso de Itararé, SP

and R



- Cerca de 13% das áreas são constituídos de rochas carbonáticas (Williams & Fong, 2012).
- Apenas de 10 a 15% das áreas continentais apresentam rochas carbonáticas com condições favoráveis para desenvolvimento de carste (Ford & Williams, 2007).
- Cerca de 20 a 25% da população mundial depende da água subterrânea associada aos aquíferos cársticos para atender suas demandas vitais (Ford & Williams, 2007)

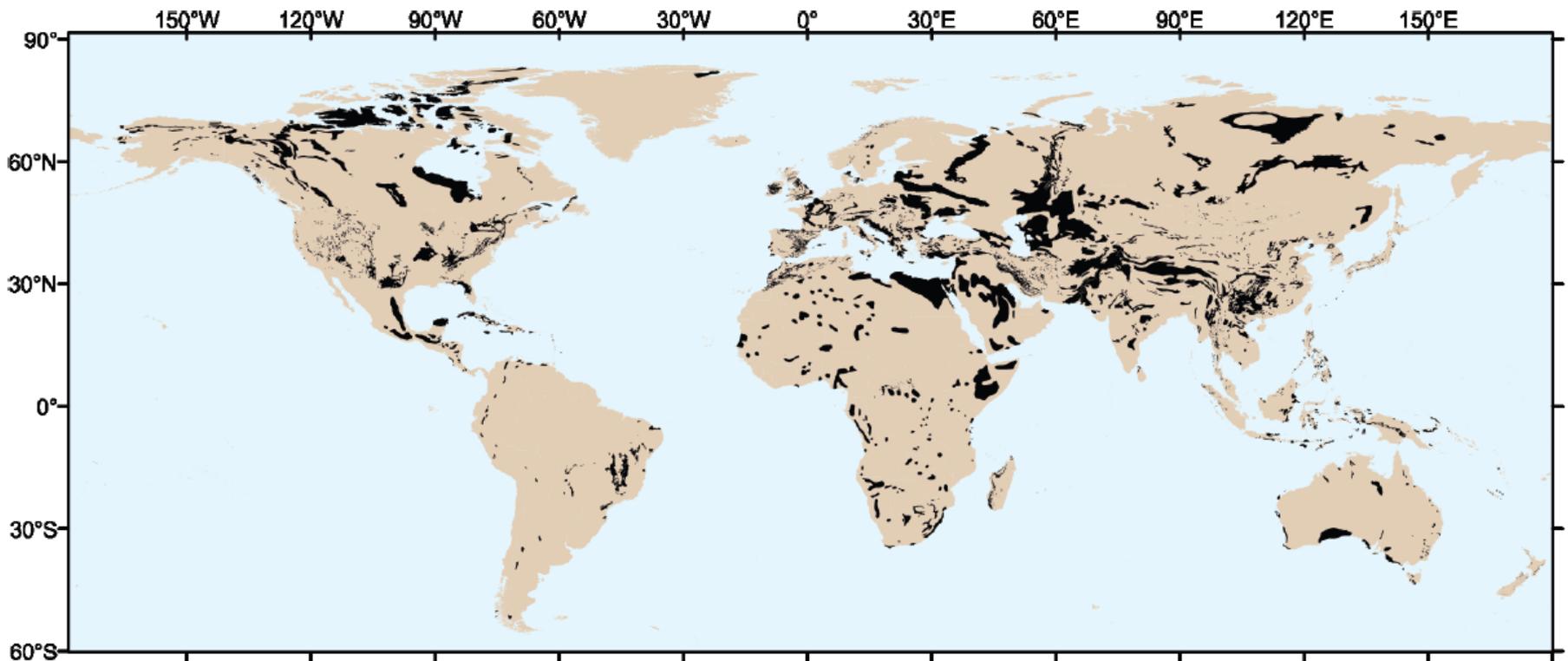


Figura 2. Distribuição mundial de rochas carbonáticas aflorantes (Williams e Fong 2012)

Aquíferos cársticos são vulneráveis a impactos.

Porque?

- Fluxo da água através de condutos
- Alta velocidade de transmissão
- Solos ausentes e pouco espessos
- Recarga do aquíferos feita de forma pontual, em depressões e sumidouros p.ex., sem “filtros” naturais

Carste: também vulnerável a processos erosivos e de subsidência. Estudos de uso e ocupação dos terrenos cársticos são importantes.

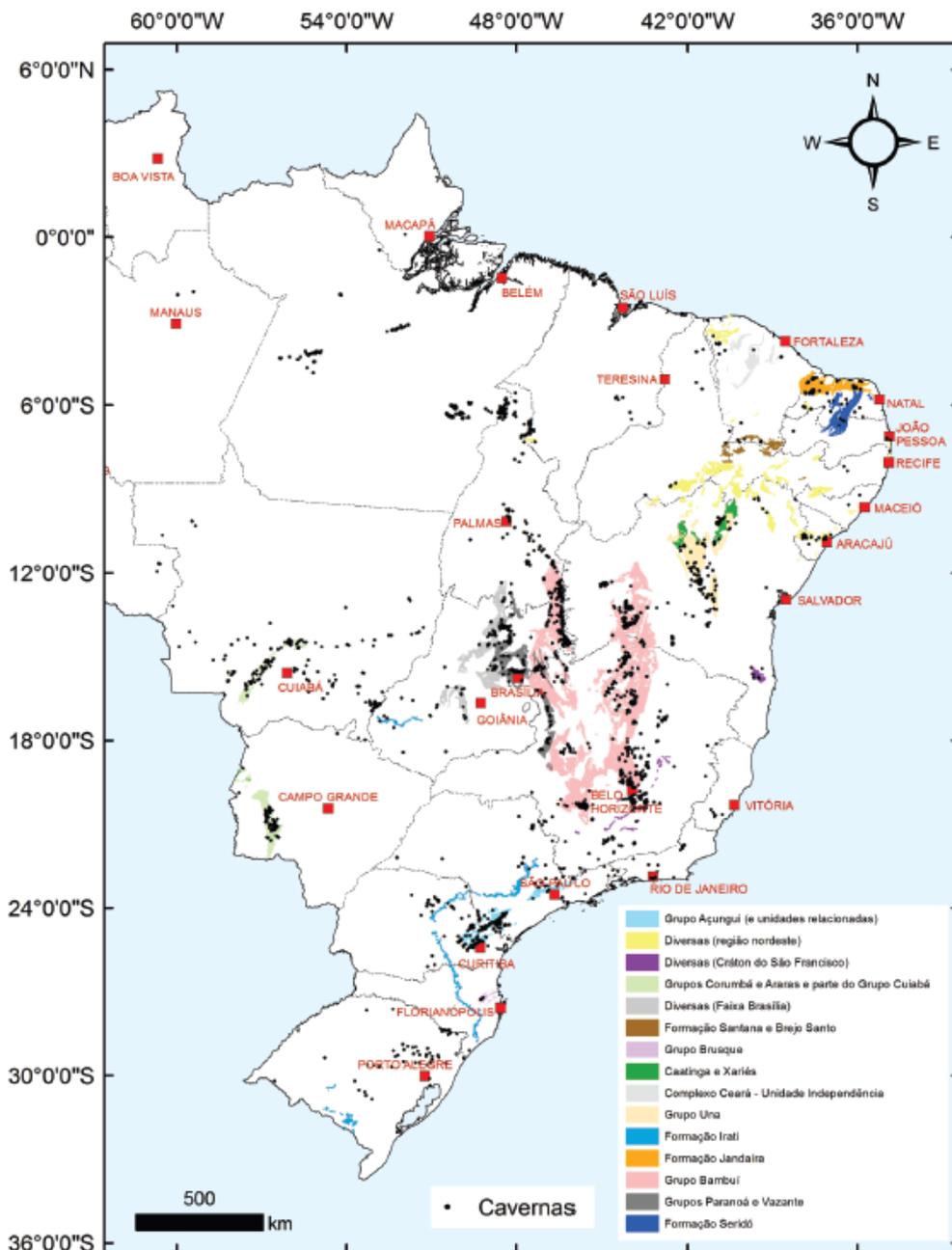


Tabela 2. Áreas de afloramento de rochas carbonáticas no Brasil por unidade geológica (Bizzi et al. 2001)

Unidade geológica	Km ²	% entre as rochas carbonáticas	% de rochas carbonáticas no Brasil
Grupo Bambuí	107.592	45,2%	1,26%
Grupo Una	19.662	8,3%	0,23%
Diversas (região nordeste)	18.646	7,8%	0,22%
Grupos Paranoá e Vazante	17.651	7,4%	0,21%
Diversas (Faixa Brasília)	17.488	7,4%	0,21%
Grupos Corumbá e Araras e parte do Grupo Cuiabá	11.846	5,0%	0,14%
Formação Jandaíra	9.915	4,2%	0,12%
Formações Caatinga e Xariéis	6.608	2,8%	0,08%
Formação Seridó	7.253	3,0%	0,09%
Grupo Açungui (e unidades relacionadas)	5.601	2,4%	0,07%
Complexo Ceará	4.985	2,1%	0,06%
Formação Irati (não possui carste ou cavernas conhecidas)	3.639	1,5%	0,04%
Diversas (Cráton do São Francisco)	2.846	1,2%	0,03%
Formação Santana e Brejo Santo	2.640	1,1%	0,03%
Grupo Brusque	1.436	0,6%	0,02%
TOTAL	237.814	100,0%	2,79%

Figura 3. Distribuição das unidades geológicas de rochas carbonáticas (Bizzi et al. 2001) e cavernas no Brasil (CECAV 2012)

Relatório Estatístico

Por UF

UF	Qtd Cavidades	%Brasil
MG	10485	46.72%
PA	2858	12.74%
BA	1694	7.55%
RN	1315	5.86%
GO	1045	4.66%
TO	939	4.18%
SP	816	3.64%
TOTAL	22441	100.00%

CECAV – ICMBIO 2021

<https://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html>

53°0'0"W 52°0'0"W 51°0'0"W 50°0'0"W 49°0'0"W 48°0'0"W 47°0'0"W 46°0'0"W 45°0'0"W

20°0'0"S
21°0'0"S
22°0'0"S
23°0'0"S
24°0'0"S
25°0'0"S

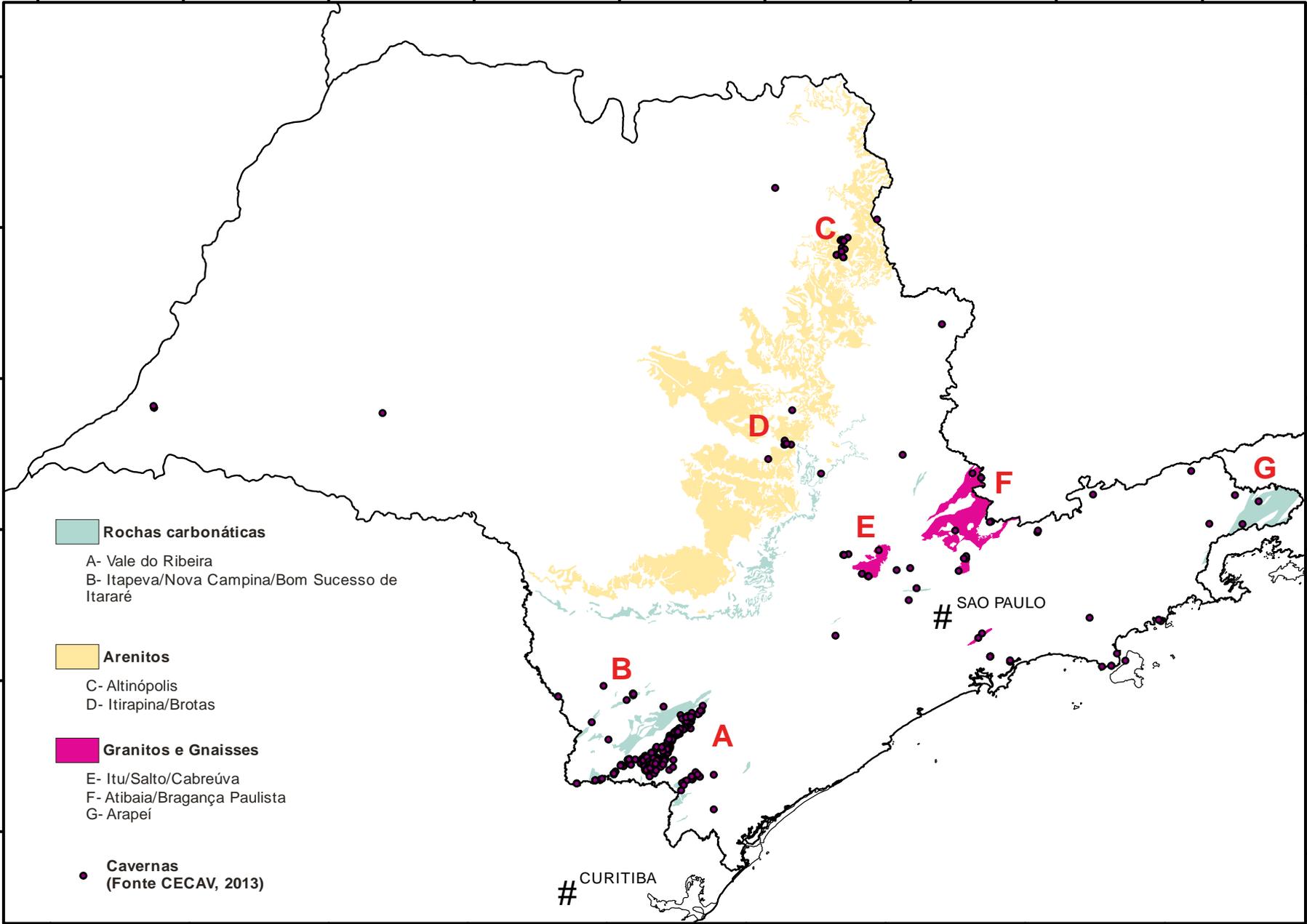


Tabela 3. Distribuição de cavernas por municípios do Estado de São Paulo. Fonte: CNC, 2015.

Municípios	nº de cavernas
Iracemápolis, Itaí, Itaóca, Itupeva, Mairiporã, Mauá, Mogi-Mirim, Orlandia, Paraibuna, Valinhos, Piedade, Pirajú, Quata, Ribeirão Pires, Santana do Parnaíba, São João da Boa Vista, Itapirapuã Paulista, Cajatí, Campos do Jordão, Cananéia, Caraguatatuba, Cruzeiro, Cunha, Divinolândia, Ilha Bela, Anhembi, Bananal, Bofete.	1
Itapéva, Itu, Joanópolis, Jundiaí, São José do Barreiro, São Pedro, Cajuru, Bertióga, Bragança Paulista, Cajamar.	2
Itararé, Ubatuba, Salto, Capão Bonito, Analândia, Cabreúva.	3
Socorro, Santo André, São José dos Campos, São Sebastião.	4
Barra do Turvo	5
Atibaia	6
Itirapina	7
Ipeúna	8
Guapiara	10
Ribeira	11
Altinópolis	16
Eldorado	22
Ribeirão Grande	32
Apiaí	80
Iporanga	441

Martinelli e Geribello, 2015

https://www.cavernas.org.br/wp-content/uploads/2021/07/33cbe_355-382.pdf



Norte do PETAR, SP



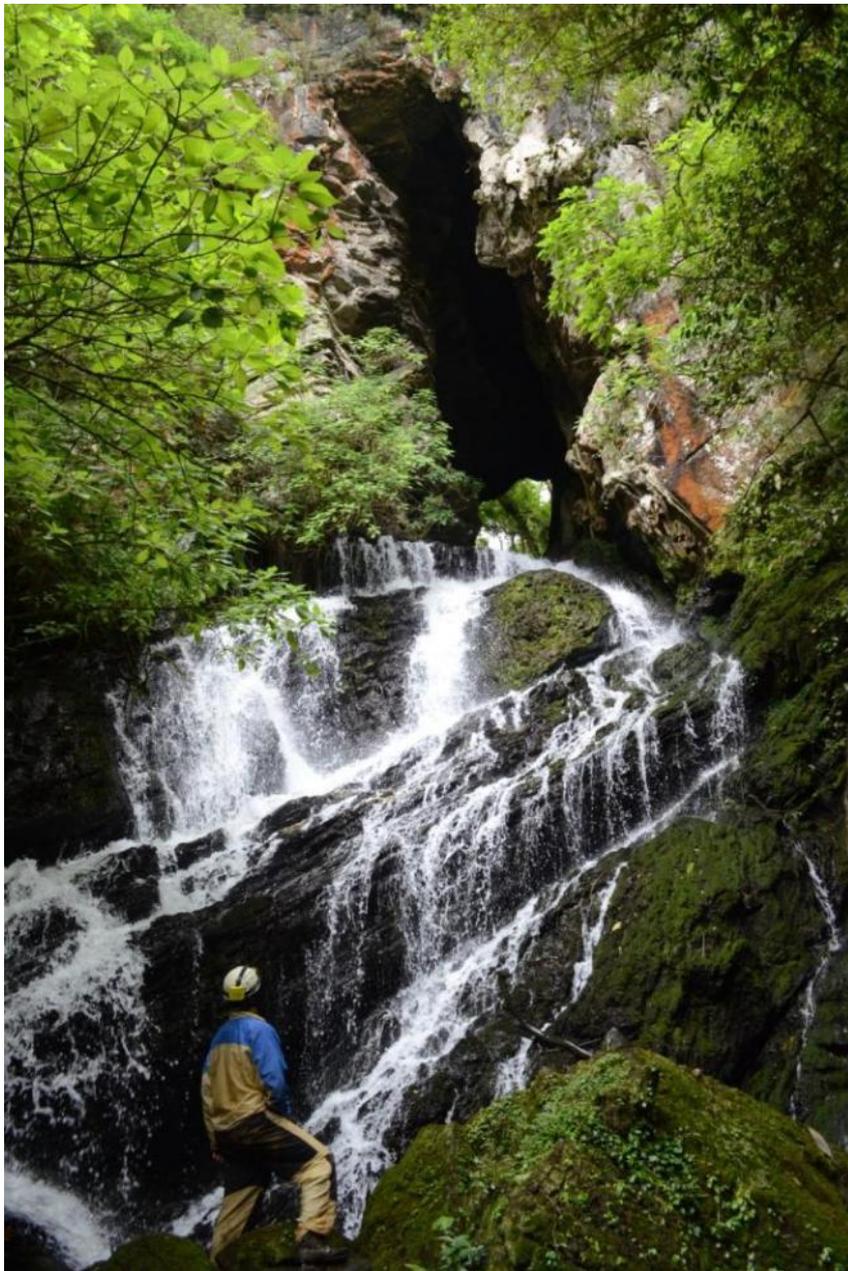
PEI, SP



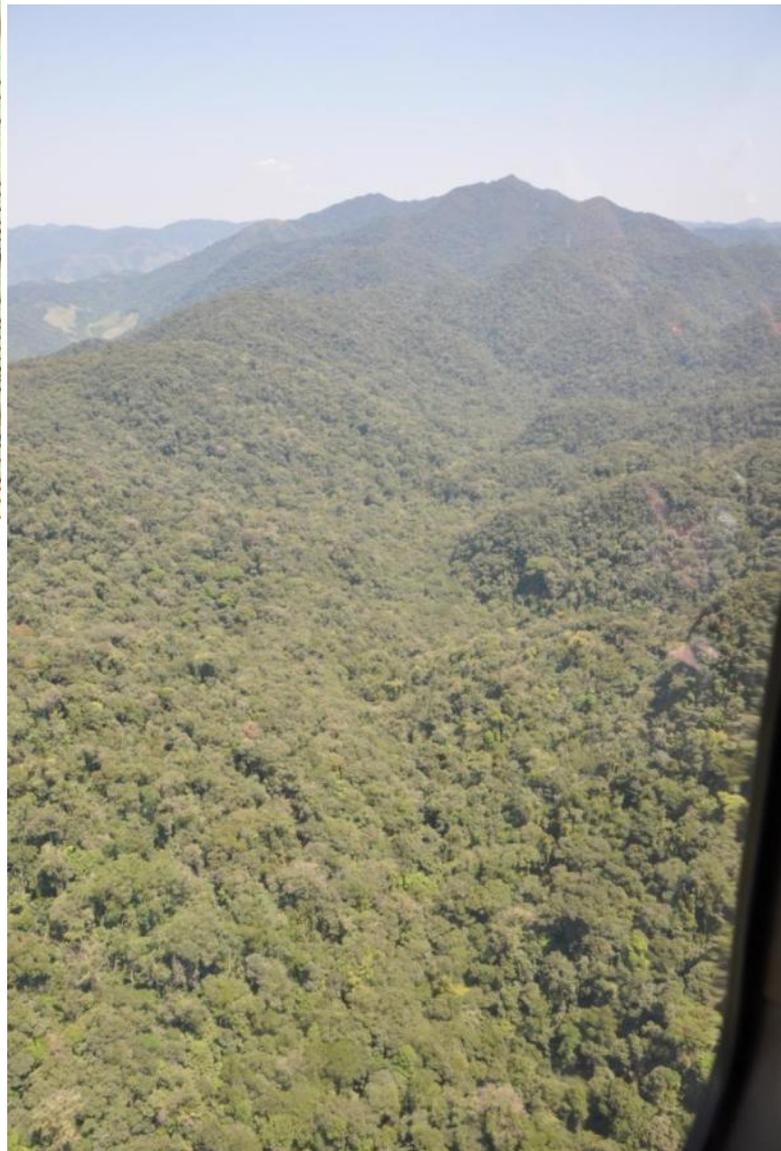
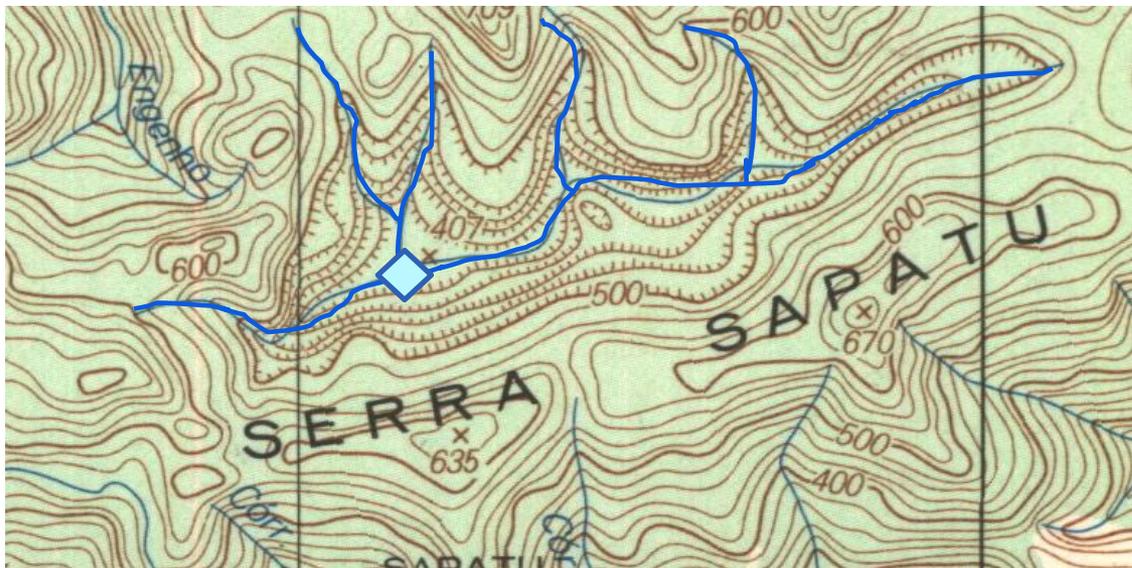
Ribeirão Grande, SP



Ribeirão Grande, SP



Arcão, PEI, SP



1km



PECD, Eldorado, SP

Cavernas

Espeleologia ⇒ *Spelaion*= caverna
logos= estudo

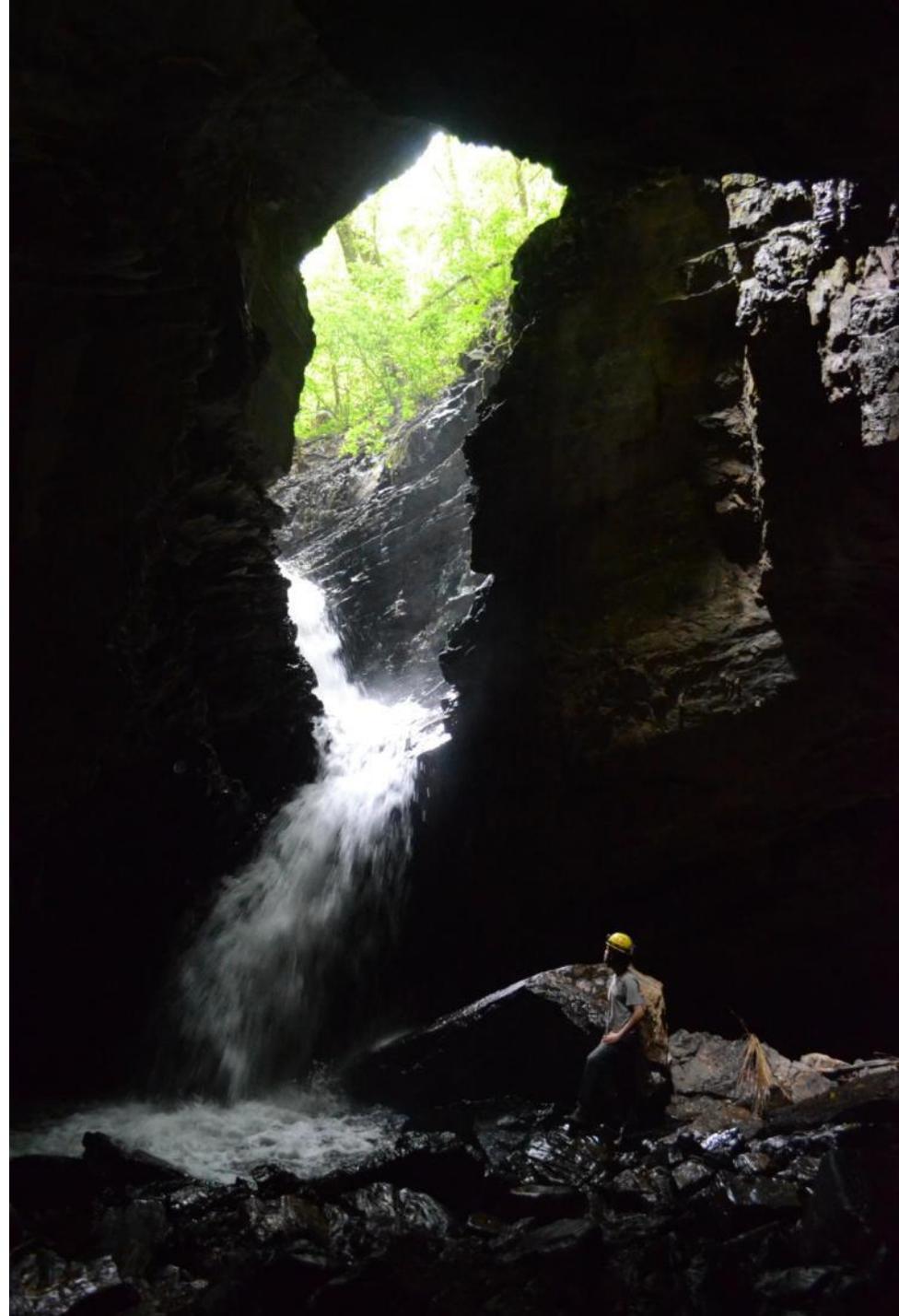
Ciência de caráter interdisciplinar

- Geologia/Geografia física
- Biologia
- Arqueologia
- Paleontologia
- etc..

Esporte/Exploração

Turismo

**Gruta da Água Luminosa,
PEI, SP**



CAVERNAS

Cavernas primárias: origem ao mesmo tempo que a rocha encaixante



Barra do Turvo, PECD, SP



Caverna Leidarendi , região de Reykjavik, Islândia

Cavernas secundárias / cársticas
Origem posterior a rocha encaixante



Nascente, Bairro da Serra, Iporanga



Gruta do Frias, PECD, SP



**Caverna do Diabo,
PECD, SP**



Caverna do Diabo, PECD, SP



**Gruta Casa de Pedra,
PETAR, SP**

Cavernas em rochas não carbonáticas e pseudocarste



Altinópolis, SP



Gruta do Fazendão, Ipeúna, SP



Valinhos, SP



**São José do Barreiro, SP
(foto: Bruno Daniel Lenhare)**



Caverna do Diabo, PECD, SP



Caverna do Diabo, PECD, SP



Apiaí, SP



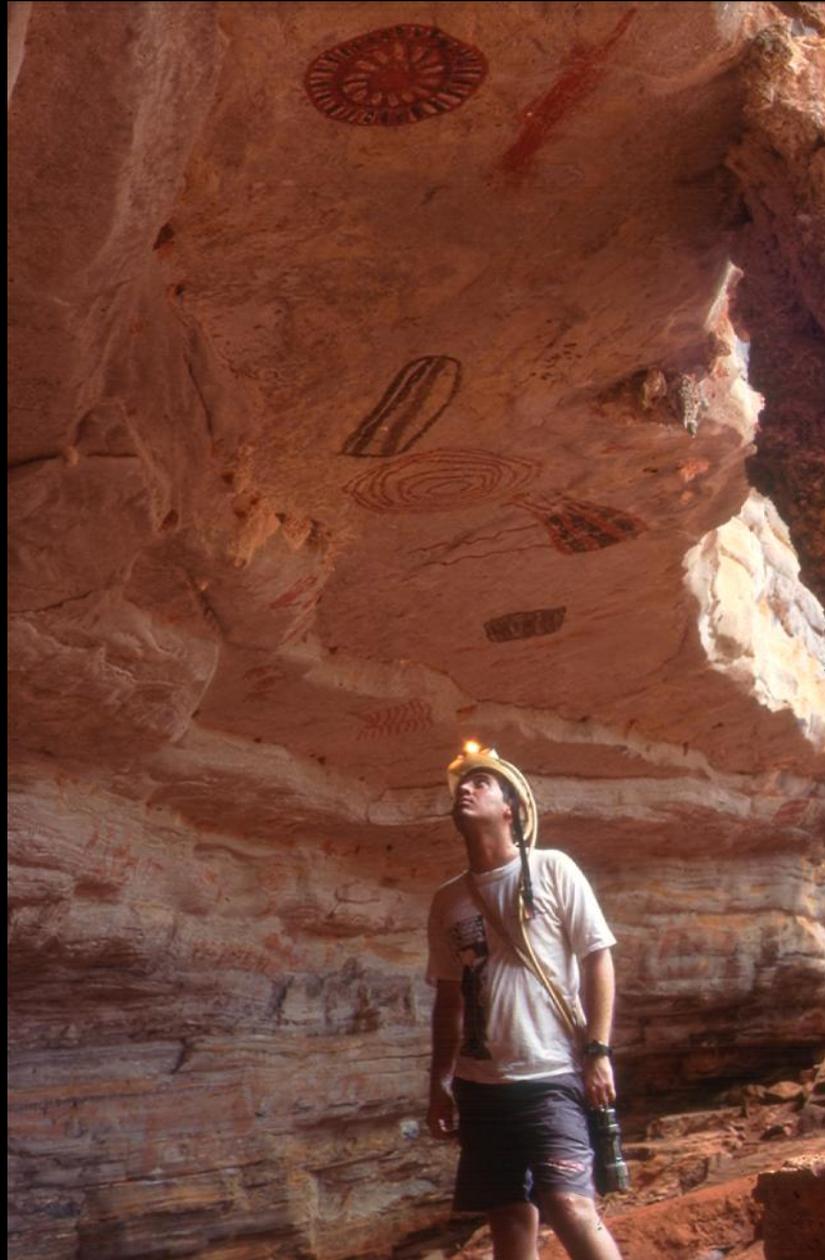
Ipeúna, SP



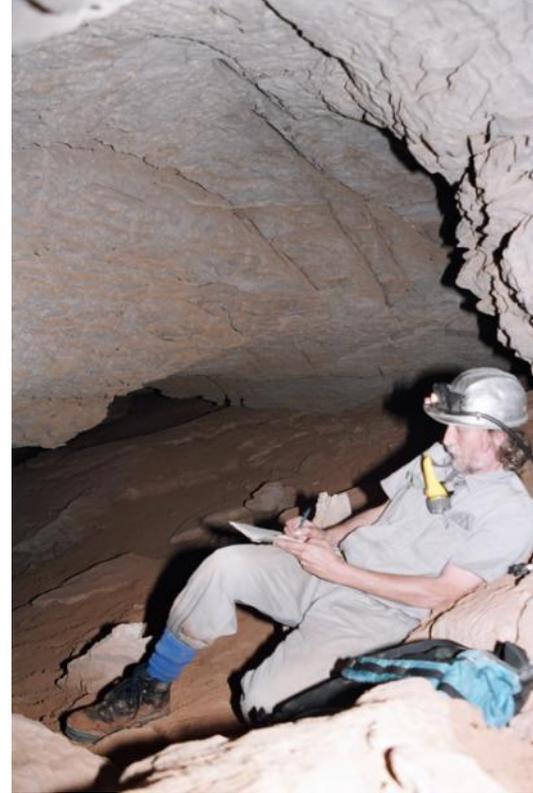
PEI, SP



Caverna do Diabo, PECD, SP



Iraquara, BA







GEOSPELEOLOGIA DA GRUTA DOS RODRIGUES, IPORANGA (SP)

GEOSPELEOLOGY OF THE RODRIGUES CAVE, IPORANGA (SÃO PAULO STATE, BRAZIL)

Bruno Cúrio Consentino (1); William Sallun Filho (2); Bruno Daniel Lenhare (3)

- (1) GEOKLOCK Consultoria e Engenharia Ambiental Ltda. São Paulo SP.
 (2) Instituto Geológico (IG), Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo SP.
 (3) Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro SP.

Contatos: brunococonsentino496@gmail.com; wfilho@sp.gov.br; brumolenshare@gmail.com

Resumo

A Gruta dos Rodrigues está localizada no entorno do Parque Estadual Intervales, Iporanga (SP). Está desenvolvida em rochas carbonáticas proterozóicas do Subgrupo Lajeado, localizada geomorfologicamente entre o planalto de Guapiara e Serra de Paranapiacaba, entre as cabeceiras dos rios Paranapanema e Ribeira de Iguaçu, em altitude de 850m. Possui desenvolvimento de 386m e desnível de 44m segundo mapeamento do GPME. A realocação da caverna situou-se quase acima da Gruta dos Paiva, uma das maiores do estado, ainda sem conexão. Os condutos superiores apresentam morfologia anastomosada em planta (fase de iniciação), desenvolvidos ao longo dos planos de acamamento horizontalizados e possivelmente em ambiente de recarga difusa. As galerias inferiores, mais jovens, estão em ambiente vadoso, originando seções em câmaras amplas, cortando o acamamento inclinado, e padrão de condutos retílicos a sinuosos, ao longo das camadas dobradas. Há abundante presença de espeleotemas comuns e de outros raros como tower coral, flores de gipsita e provavelmente o primeiro registro de ardealita ($\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)(\text{SO}_4)\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) em cavernas no Brasil. Além dos espeleotemas existem acúmulos de sedimentos, ossos e conchas. Os trabalhos na Gruta dos Rodrigues ressaltam sua importância, sua vulnerabilidade e esses resultados podem servir de suporte para futura proteção da gruta.

Palavras-Chave: Carst; Gruta dos Rodrigues; Parque Estadual Intervales; geoespeleologia; ardealita.

Abstract

The Rodrigues Cave is located around the Intervales State Park, Iporanga (SP). It is developed in proterozoic carbonate rocks of the Lajeado Subgroup, located geomorphologically between the Guapiara plateau and Serra de Paranapiacaba, between the headwaters of the Paranapanema and Ribeira de Iguaçu rivers, at an altitude of 850m. It has a 386m development and a 44m depth according to the GPME mapping. The relocation of the cave located it almost above the Paiva Cave, one of the largest in the state, still without connection. The superior galleries present anastomosed morphology in plan (initiation phase), developed along horizontal planes of bedding and possibly in a diffused recharge environment. The lower galleries, younger, are in vadose environment, originating sections in wide canyons, cutting the inclined bedding, and pattern of straight lines to sinuous, along the folded layers. There is abundant presence of common speleothems and other rare ones such as tower coral, gypsum flowers and probably the first record of ardealite ($\text{Ca}_2(\text{HPO}_4)(\text{SO}_4)\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) in caves in Brazil. Besides the speleothems there are accumulations of sediments, bones and shells. The work in the Rodrigues Cave emphasizes its importance, its vulnerability and these results can serve as support for future protection of the cave.

Key-Words: Karst; Rodrigues Cave; Intervales State Park; geoespeleology; ardealite.

1. INTRODUÇÃO

O estudo geoespeleológico envolve a utilização de diversos métodos para possibilitar a caracterização e a compreensão da gênese de uma cavidade.

A Gruta dos Rodrigues (SP-440) é uma caverna desenvolvida em rochas carbonáticas

proterozóicas do Subgrupo Lajeado, situada no entorno do Parque Estadual Intervales, município de Iporanga (SP). Possui desenvolvimento e desnível significativos para esta região, com uma grande variedade de espeleotemas, incluindo alguns raros e de composição mineralógica exótica, fósseis, fatos que impulsionaram este estudo. Além disso, a Gruta dos Rodrigues está na Zona de Amortecimento do



Available online at scholarcommons.usf.edu/ijis
 International Journal of Speleology
 Official Journal of Union Internationale de Spéléologie



Structural and hydrological controls on the development of a river cave in marble (Tapagem Cave, SE Brazil)

William Sallun Filho^{1,2*}, Bruna Medeiros Cordeiro², and Ivo Karmann²

¹Geological Institute, State of São Paulo Environment Department, Rua Joaquim Távora, 822, 04015-011, São Paulo, SP, Brazil
²Geosciences Institute, University of São Paulo, Rua do Lago, 562, 05508-080, São Paulo, SP, Brazil

Abstract: Tapagem Cave (or Devil's Cave) is a river cave developed in the dolomitic marble karst of the Serra do André Lopes (State of São Paulo, southeastern Brazil). Although this region is a plateau with significant variation in elevation and a humid subtropical climate, the cave is an anomalous feature in the André Lopes karst because there are few other caves. The marble, which is in a synclinal structure with subjacent phyllites, is a karst aquifer perched above the regional base level (Ribeira River) and has little allogenic recharge. The cave developed on a secondary anticline on the northwest flank of the marble synform forming a blind valley, the Tapagem River sink, that is an underground tributary of Ostras River. Development of the cave is due to the entrenchment of the Ostras through-valley and the large allogenic catchment area of the sink. In plan view, the morphology of the cave can be divided into three different sectors. The first sector, known as the Tourist Sector, has extensive collapse rooms, fossil passages and a variety of speleothems of notable dimensions. The second and most extensive sector is the river passage, which is a sinuous gallery controlled by marble banding with NE-SW cleavage and NW-SE fractures. In cross-section, the passages are vadose canyons up to 70 m in height, controlled by the marble banding. Four NW-SE diabase dykes in this passage do not affect its direction in plan view. The third sector is an extensive network of passages and collapse rooms, which are interlaced in plan view and on different levels, forming a maze pattern. Initially, the Tapagem and Ostras Rivers developed on a gentle surface and flowed into the Ribeira River. With the entrenchment of the Ostras through-valley, the Tapagem River partially infiltrated via a paleosink into the upper passage of the "Erectus Room," remaining a half-blind valley. Following a series of collapses and obstructions, the River next infiltrated via the current sink, creating a fully blind valley. Currently, the cave has a difference in elevation of 120 m between the sink and the resurgence, which corresponds to the difference in entrenchment between the two valleys.

Keywords: marble, through valley, river cave, cave morphology, Tapagem Cave, Brazil

Received / Revised / Accepted 10 August 2014

Citation: Filho W.S., Cordeiro B.M. and Karmann I., 2014. Structural and hydrological controls on the development of a river cave in marble (Tapagem Cave - southeastern Brazil). International Journal of Speleology, 44 (1), 75-90. Tampa, FL (USA) ISSN 0392-8672
<http://dx.doi.org/10.5038/1827-806X.44.1.7>

INTRODUCTION

Tapagem Cave is one of the most famous and most visited show caves in Brazil and is known for its scenic beauty and the size of its speleothems. It is the 24th longest and the 15th deepest cave in Brazil (out of 5,875 caves, according to the SBE). This cave is situated in the Serra do André Lopes, an isolated body of dolomitic marbles in the Ribeira River Valley in the south of the State of São Paulo in southeastern Brazil (Fig. 1). It is a region with several narrow bands of metamorphic carbonate rocks (mainly metalmestones) of middle to upper Proterozoic age with significant karst systems. There are approximately 400 caves registered in the Ribeira Valley karst terrain. However, caves are rare

in the Tapagem Marble, with only 25 caves registered, of which 6 are longer than 100 m in length and only the Tapagem Cave more than 1 km in length.

In Brazil, there are approximately 10,000 registered caves, 44% of which are in carbonate rocks, only 1% in marble and the remainder in other lithologies (CECAV, 2012).

The geologic and geomorphologic situation of the Tapagem Marble differs from the other karst areas in the region of Ribeira Valley. The Tapagem Marble has a dolomitic composition, which is less soluble than limestone (Bruch & White, 1970), and it is a marble, a carbonate rock with a low porosity and negligible permeability, making it difficult for karst waters to penetrate (Ford & Williams, 2007). The dolomitic

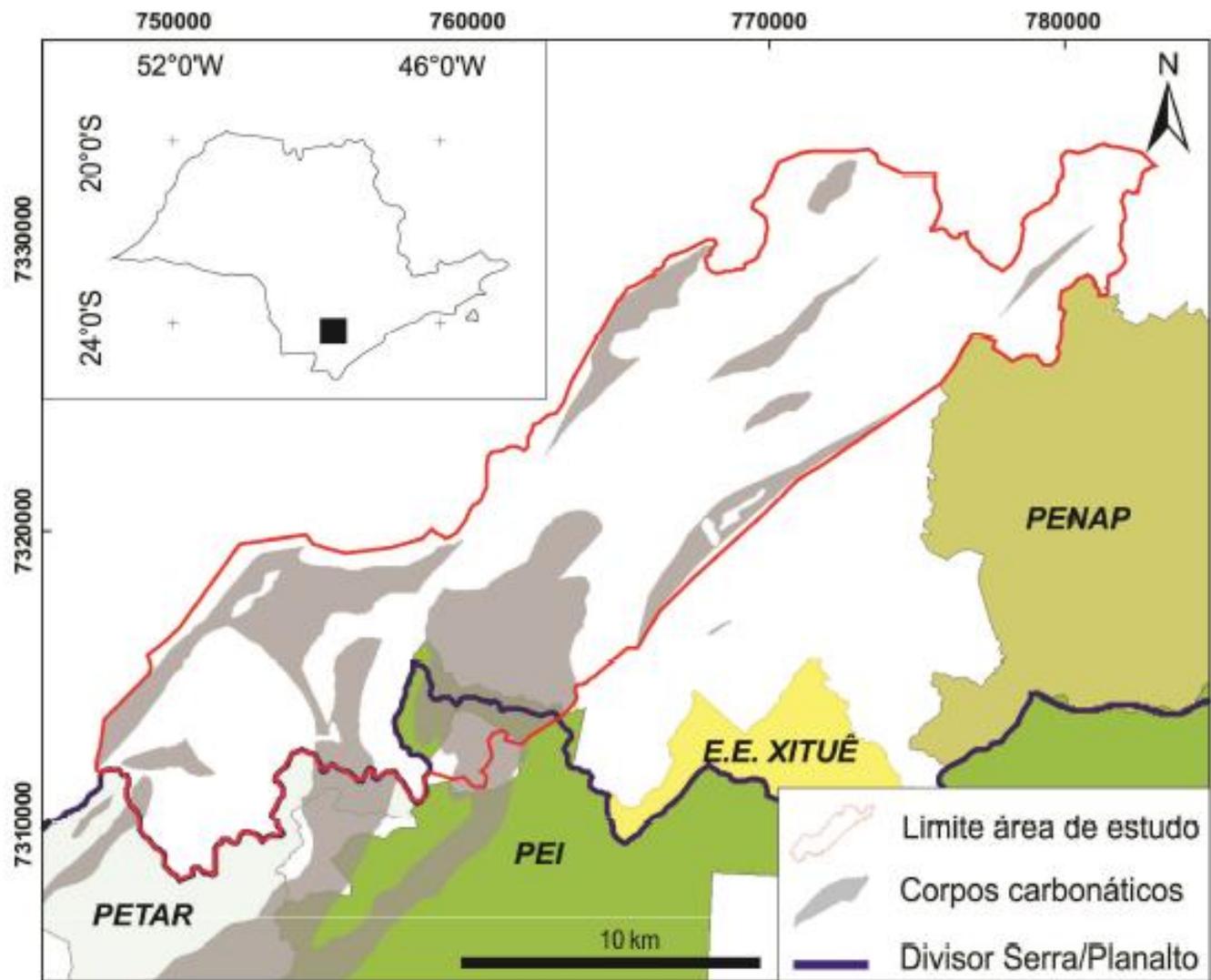
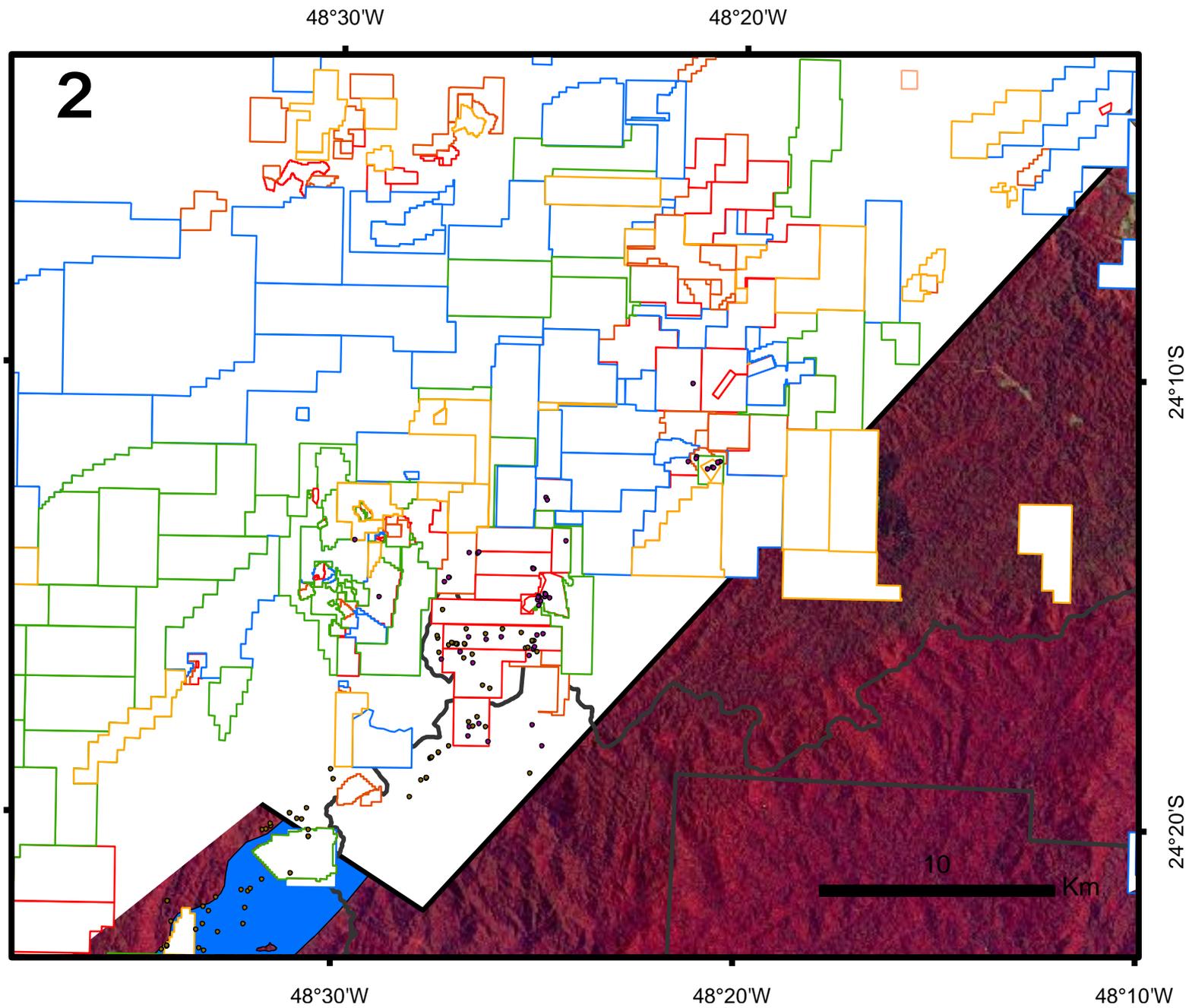


Figura 1.2 – Localização da área de estudo em relação às unidades de conservação que compõem o *continuum* ecológico de Paranapiacaba. *PETAR*: Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira; *PEI*: Parque Estadual Intervalas; *E.E. Xituê*: Estação Ecológica Xituê; *PENAP*: Parque Estadual Nascentes do Paranapanema.



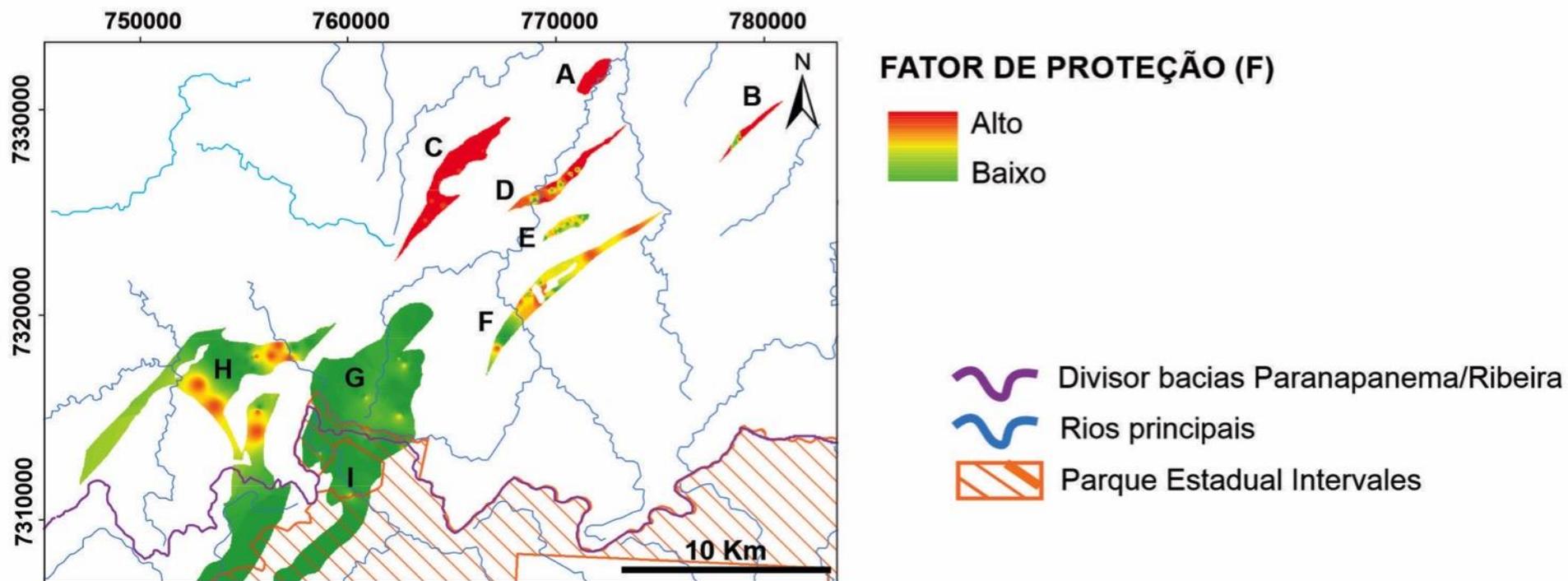


Table 4 Karst vulnerability (modified from Doerfliger and Zwahlen 1998)

Protection factor	Vulnerability level
$9 < F \leq 19$	Very high vulnerability
$20 < F \leq 25$	High vulnerability
$F < 25$	Moderate vulnerability
> 25 with the presence of both P_4 and $I_{3,4}$	Low vulnerability

Planos de manejo espeleológicos – 2008-2010



Cavernas nas Unidades de Conservação

Planos de manejo espeleológicos de 32 cavernas – Vale do Ribeira e Alto Paranapanema

Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR

Parque Estadual Intervales- PEI

Parque Estadual Caverna do Diabo- PECD

Parque Estadual Rio Turvo- PERT

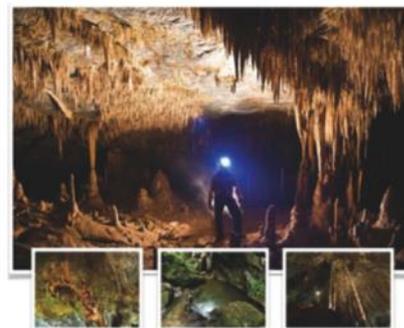


PETAR

PARQUE ESTADUAL INTERVALES

PLANO DE MANEJO ESPELEOLÓGICO

PLANO DE MANEJO ESPELEOLÓGICO



PLANOS DE MANEJO ESPELEOLÓGICO

PLANOS DE MANEJO ESPELEOLÓGICO

CAVERNA DO DIABO
VOLUME PRINCIPAL E ANEXOS

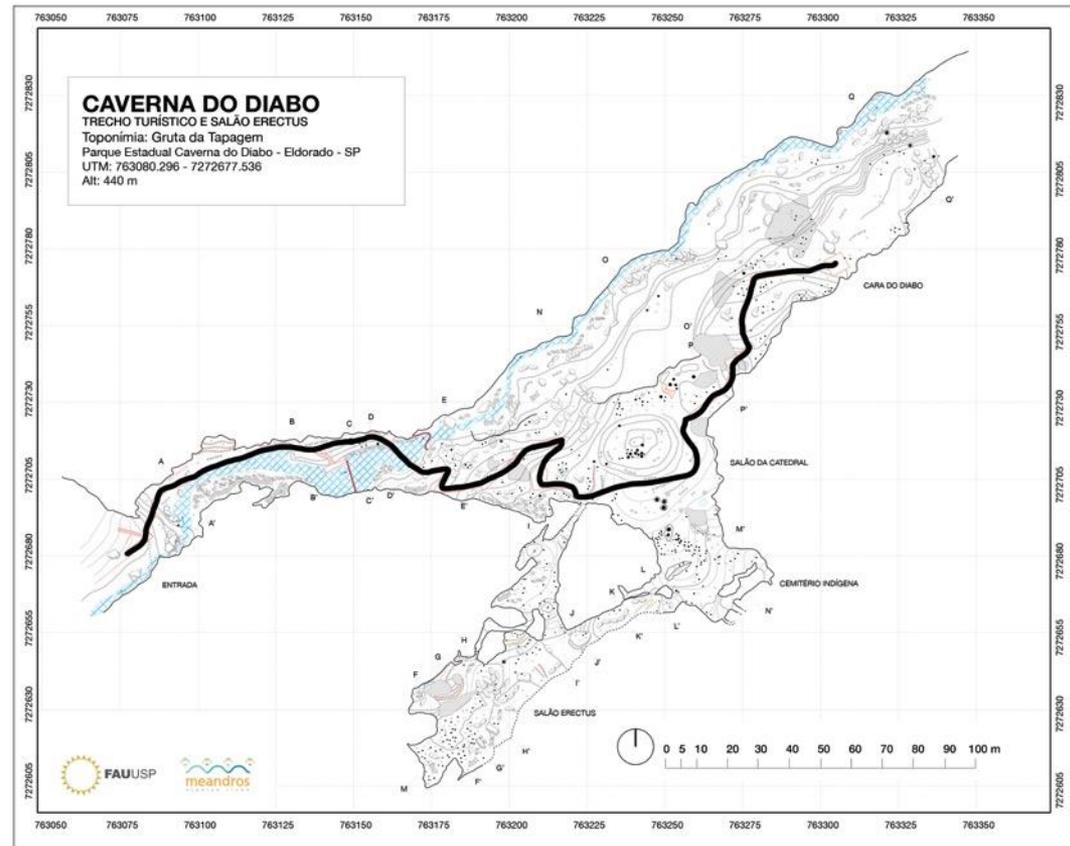
GRUTA DA CAPELINHA
RESUMO EXECUTIVO

RESUMO EXECUTIVO

RESUMO EXECUTIVO

Ordenamento do Uso Público

Uso Público corresponde a "práticas de visitação com objetivos educativos, esportivos, recreativos, científicos e de interpretação ambiental, que dão ao visitante a oportunidade de conhecer, entender e valorizar os recursos naturais e culturais existentes".



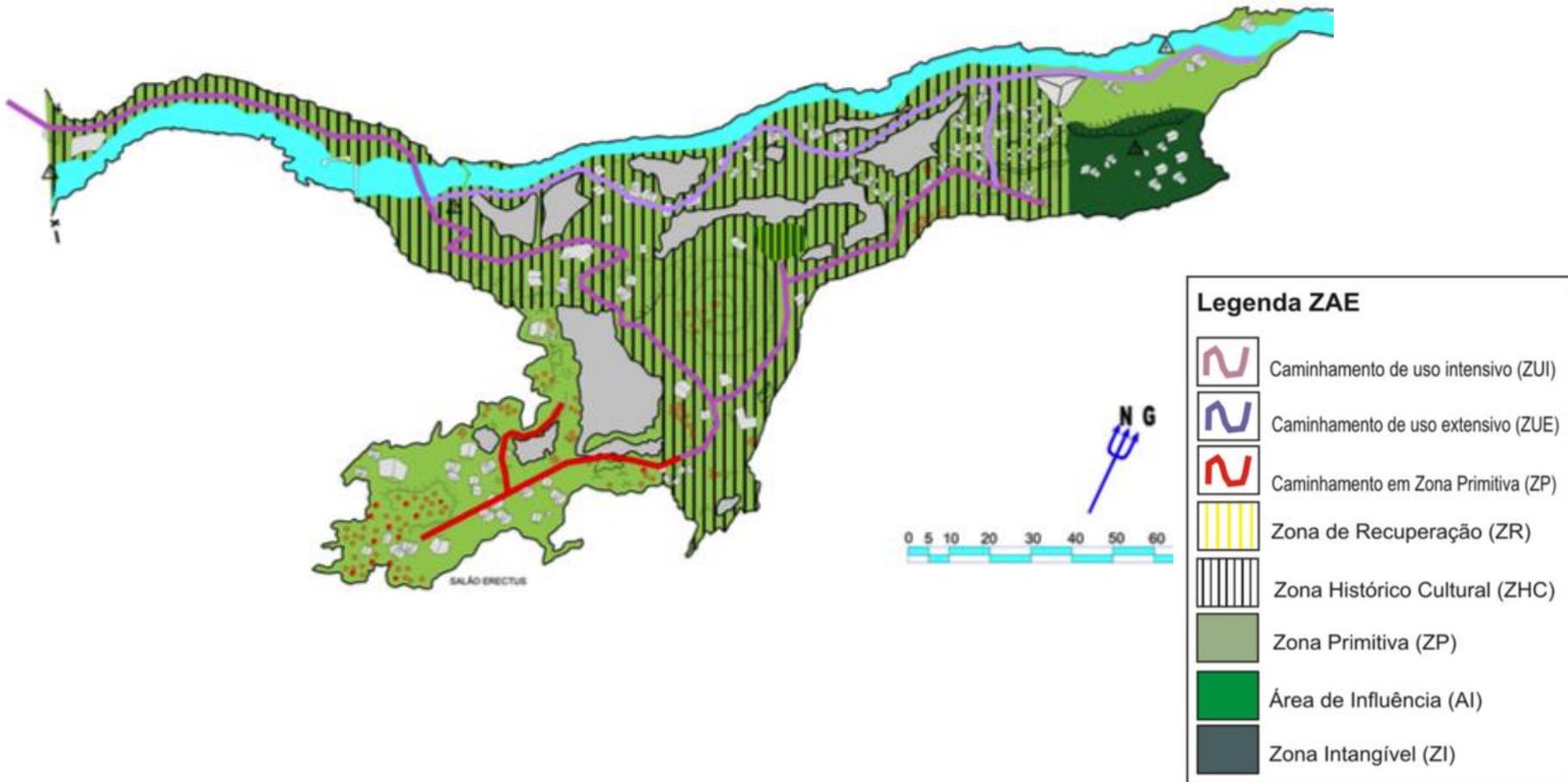
Regramentos- Resoluções, Portarias

Capacitações e treinamentos

Construção de parcerias e Termos de Autorização de Uso

Zoneamento Ambiental Espeleológico- ZAE

Caverna do Diabo
Zoneamento Ambiental Espeleológico



Pesquisas em cavernas dentro das UC's



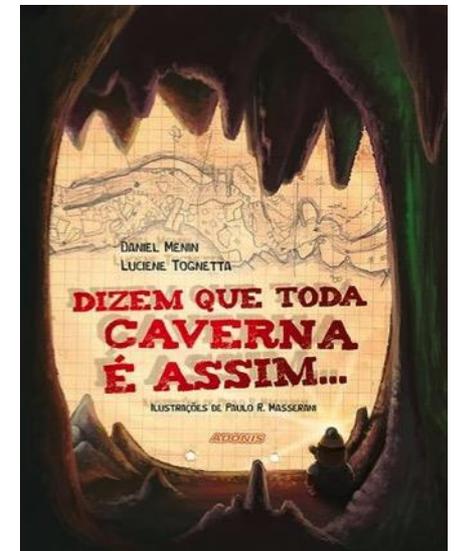
Biologia Subterrânea

Geologia

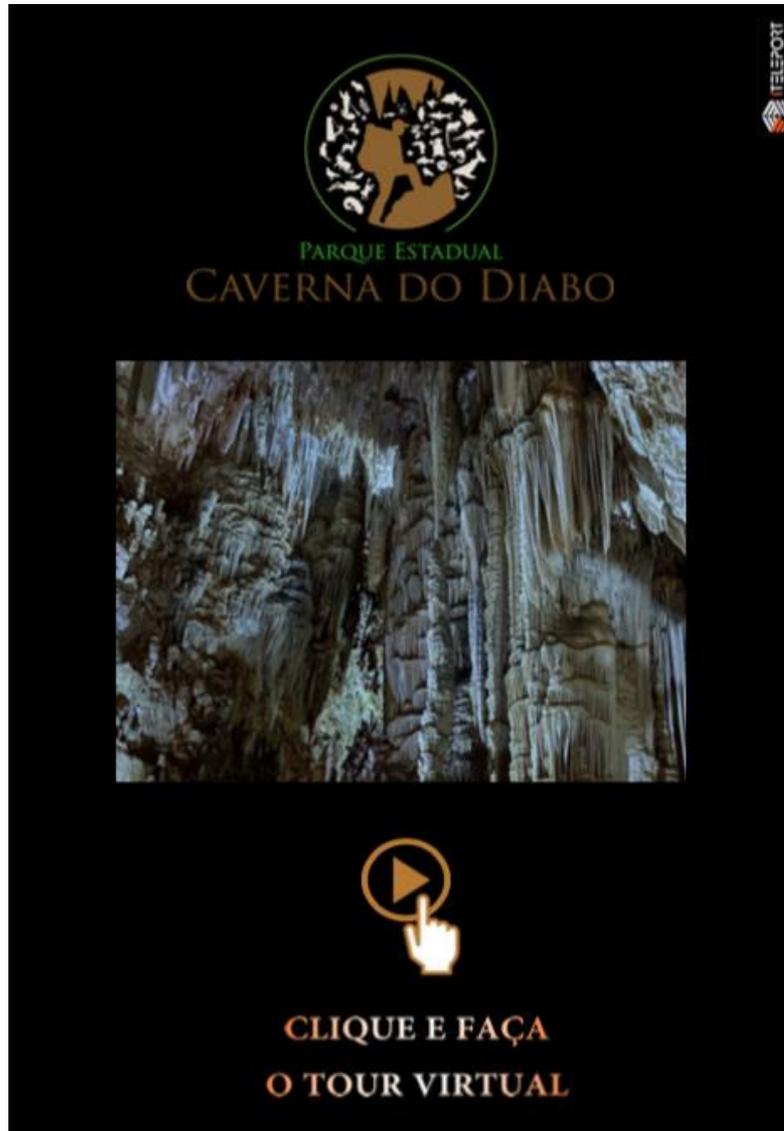
Palestras, Oficinas e Cursos

Produção de material

Daniel Menin
Luciene Tognetta
Editora Adonis
Isbn: 978-85-7913-466-1
(56 paginas, 25 x 20cm)



Pesquisas em cavernas dentro das UC's



Mapeamentos Topográficos

Modelos 3D

Passeios Virtuais

<https://www.youtube.com/watch?v=iDHY54HRn8Q>

<https://360.iteleport.co/tourvirtual/popup/rkj145/CAVDDBO>

Turismo nos Parques Estaduais e suas cavernas



- Turismo de massa
- Ecoturismo
- Espeleoinclusão



Roteiros de aventura e turismo esportivo



Na Caverna do Diabo- PECD

Roteiro Travessia

Roteiro Rio

Roteiro dos Grandes Salões

Roteiros de aventura e turismo esportivo



Na Caverna do Diabo

Roteiro do Rapel



Cavernas como ferramenta de Ed. Ambiental



Centro de visitantes e exposições

- Visitas escolares- Estudos de Meio
- Palestras, Oficinas
- Conhecimento Histórico e Cultural

Eventos e datas comemorativas

DIA MUNDIAL DO
MEIO AMBIENTE
CAVERNA DO DIABO

*Preserve a natureza
e tenha um futuro melhor*

SEMANA DO

MEIO AMBIENTE
DA CAVERNA DO DIABO

**SUAS
ATITUDES
PODEM MUDAR
O MUNDO!**

22 DE MARÇO  DIA MUNDIAL DA ÁGUA

**VALORIZAR A ÁGUA
É PRESERVAR A VIDA**



— DIA MUNDIAL DA ÁGUA - CAVERNA DO DIABO —

**SANEAMENTO BÁSICO
UM DIREITO DE TODOS**



**PRIMEIRA SEMANA DO
MORCEGO**

PARQUE ESTADUAL
CAVERNA DO DIABO

11 A 14
DE OUTUBRO DE 2018
#PARTICIPE

- Oficinas de Educação Ambiental;
- Exposição de Desenhos e Maquetes;
- Exibição de Vídeos Educativos;
- Visita Guiada na Caverna do Diabo;
- Exposição Fotográfica e muito mais.



12 E 13
DE OUTUBRO

**II SEMANA DO
MORCEGO**

PARQUE ESTADUAL
CAVERNA DO DIABO

- VISITA GUIADA NA CAVERNA DO DIABO
- OFICINA E PALESTRA
- APRESENTAÇÃO SOBRE O PARQUE ESTADUAL CAVERNA DO DIABO

#PARTICIPE

INFORMAÇÕES: (13) 3871-1242 • pe.cavernadiabo@floresta.sp.gov.br

Evento da Adventure Week no Vale do Ribeira- Cavernas



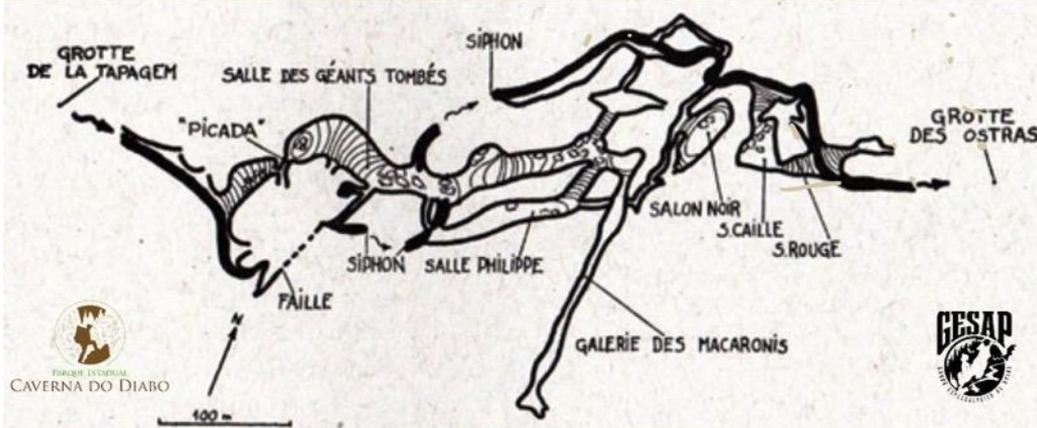
Entre 22 e 31 de outubro, a Secretaria de Turismo e Viagens do Estado de São Paulo (Setur-SP) realizou a Adventure Week, no Vale do Ribeira. O Evento, realizado em parceria com a Adventure Travel Trade Association (ATTA), promotora de ecoturismo e turismo de aventura.

Evento Travessia da Caverna do Diabo- 52 anos da SBE

Em 1º de novembro a Sociedade Brasileira de Espeleologia completou 52 anos e também em novembro comemora-se 57 anos da Travessia da Caverna do Diabo, onde:

..em 28 de novembro de 1964, após inúmeras tentativas anteriores, Michel Le Bret e sua equipe realizaram a primeira travessia da Caverna do Diabo: entraram pela Gruta das Ostras, às 10h da manhã e saíram às 18h pela Gruta da Tapagem (Zogbi & AULER 2006, p.80).

Aniversário de 52 anos da
Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)



The map shows the layout of the Caverna do Diabo system with the following labels: GROTTES DE LA TAPAGEM, GROTTE DES OSTRAS, SALLE DES GÉANTS TOMBÉS, SALLE PHILIPPE, SALON NOIR, S.CAILLE, S.ROUGE, SIPHON, SIPHON, FAÏLLE, and GALERIE DES MACARONIS. A scale bar indicates 100 meters. Logos for 'PARQUE ESTADUAL CAVERNA DO DIABO' and 'CESAP' are also present.

TRAVESSIA DA CAVERNA DO DIABO
VENHA COMEMORAR CAVERNANDO!

Expedição
30 de outubro a 01 de novembro 2021
Vagas limitadas - Inscrição no Link da Bio



Parceria com a Seção de Espeleorresgate - SBE

