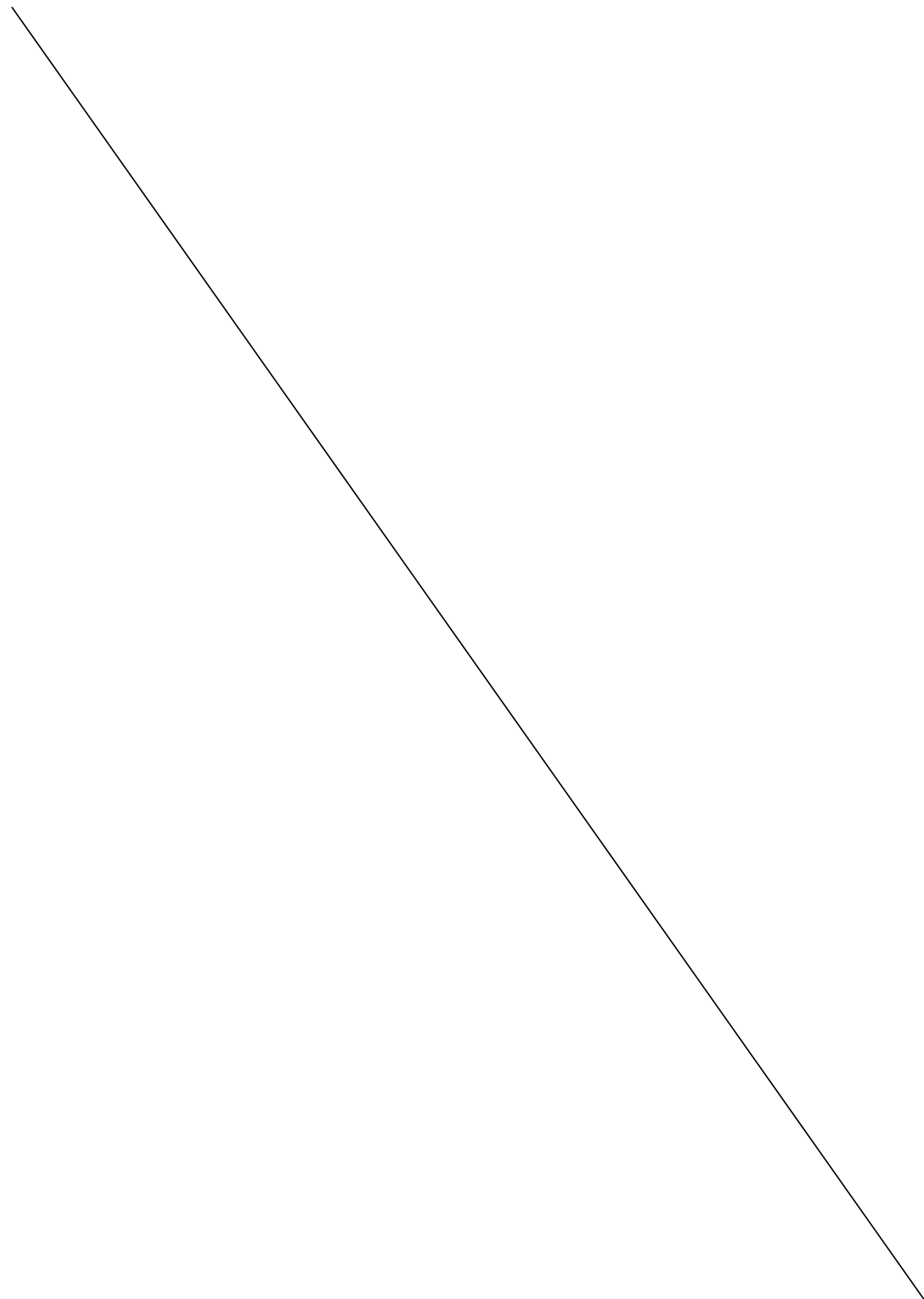


Abismo de Furnas, com anotações de temperatura do ar estratificadas verticalmente, apresentado por Slavec (1976) vide página 135

Artigos Originais

Occurrences of *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) in underground environments in Brazil
Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira

Histórico das pesquisas espeleoclimáticas em cavernas brasileiras
Heros Augusto Santos Lobo



EXPEDIENTE



Sociedade Brasileira de Espeleologia
(Brazilian Society of Speleology)

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 2009-2011 (Management 2009-2011)

Diretoria (Direction)

Presidente: Luiz Afonso Vaz de Figueiredo
Vice-presidente: Ronaldo Lucrécio Sarmiento
Tesoureira: Delci Kimie Ishida
1º Secretário: Luiz Eduardo Panisset Travassos
2º Secretário: Pável Ênio Carrijo Rodrigues

Conselho Deliberativo (Deliberative council)

Rogério Henry B. Magalhães - **Presidente**
Heros Augusto Santos Lobo
Carlos Leonardo B Giunco
Angelo Spoladore
Thiago Faleiros Santos

Suplentes:

Paulo Rodrigo Simões
Emerson Gomes Pedro

ESPELEO-TEMA

Editor Chefe (*Chief Editor*)

MSc. Heros Augusto Santos Lobo
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho” – IGCE/UNESP

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

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

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

MSc. 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

MSc. Heros Augusto Santos Lobo (UNESP)

Mapeamento e Prospecção de Cavernas

Fábio Kok Geribello (UPE)

Micologia

Dr. Eduardo Bagagli (UNESP)

Mineração

Dr. Hélio Shimada (IG/SMA-SP)

Patogenias e Vetores

Dra. Eunice Bianchi Galatti (FSP/USP)

Percepção e Interpretação Ambiental

Dr. Jadson Rebelo Porto (UNIFAP)

Religião e Religiosidade

Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos (PUC-MG)

Outros temas: *Paleontologia; Paleoclimatologia;*
(Editores em processo de convite/seleção).

Quadro de Revisores (*Board of Reviewers*)

Dr. Abel Perez Gonzalez (UFRJ)
Dr. Antonio Liccardo (UEPG)
MSc. Cláudio M. Teixeira-Silva (UFOP)
Dr. Fernando Morais (UFT)
MSc. Gabriela Slavec (UPE)
Dr. Gilson Burigo Guimarães (UEPG)
Dr. Gustavo Armani (IG/SMA-SP)

Dr. Luis Anelli (USP)
Dr. Marconi Souza Silva (UNILAVRAS)
Dr. Mário Sérgio de Melo (UEPG)
MSc. Maurício de A. Marinho (FF/SMA)
Dr. Ricardo Fraga Pereira (Consultor ambiental)
Dr. Valter Gama de Avelar (UNIFAP)

Apoio à Tradução (*Translation support*)

Dra. Linda Gentry El-Dash (UNICAMP)

SUMÁRIO
(CONTENTS)

Editorial	118
<hr/>	
ARTIGOS ORIGINAIS	
Espeleobiologia:	
Occurrences of <i>Erythracarus nasutus</i> Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) in underground environments in Brazil	
<i>Ocorrência de <i>Erythracarus nasutus</i> Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) em ambientes subterrâneos no Brasil</i>	
Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira	119
<hr/>	
Climatologia:	
Histórico das pesquisas espeleoclimáticas em cavernas brasileiras	
<i>Historic of speleoclimatic researches in brazilian caves</i>	
Heros Augusto Santos Lobo	131
<hr/>	
DADOS DO VOLUME 21 / DATA VOLUME 21	
Sumário de títulos / Summary of titles	145
<hr/>	
Índice de autores / Index of authors	147
<hr/>	
Quadro de avaliadores / Board of review	148
<hr/>	
Gestão editorial / Editorial Management	149
<hr/>	

EDITORIAL

A revista *Espeleo-Tema* fecha com este número de dezembro o segundo ano de sua nova fase, formalmente concebida e executada como periódico científico para a divulgação dos estudos sobre o carste e as cavernas.

A ampliação do grupo de pessoas envolvidas na produção do periódico é um ponto de orgulho a ser destacado, com o aumento significativo de colaboradores na revisão de manuscritos e uma avaliação criteriosa dos manuscritos submetidos. Quase todos os temas de estudo do carste e das cavernas são muito representados em nossa equipe editorial, considerando os editores e revisores. Sem dúvida, é uma honra para a Sociedade Brasileira de Espeleologia contar com valiosa colaboração!

Para a presente edição, dois artigos fecham o ano de 2010. No primeiro deles, os pesquisadores Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, Marconi Souza-Silva e Rodrigo Lopes Ferreira entram para a história da *Espeleo-Tema* com o primeiro artigo publicado integralmente em língua inglesa, abrindo portas para a projeção do periódico para além das fronteiras dos países lusófonos. Sem dúvida, contribuem para as metas de internacionalização e consolidação que permeiam as revistas da *Editora SBE*, que buscam projetar a produção científica nacional no cenário mundial.

Em seu artigo, os autores apresentam amplo e inédito estudo da ocorrência da espécie de ácaro *Erythracarus nasutus* Otto, 1999, registrando sua ocorrência em 91 cavernas de 6 estados brasileiros. Ao final, fazem também um chamado aos espeleobiólogos, para que se engajem no estudo dos pequenos invertebrados cavernícolas do Brasil.

O segundo artigo é de minha própria autoria, onde apresento um breve histórico das pesquisas em espeleoclima no Brasil, ramo de estudo que vem se aprofundando principalmente a partir do presente século. Na revisão realizada, chamo atenção para os trabalhos publicados anteriormente no próprio *Espeleo-Tema* e na *Revista da Escola de Minas (REM)*, que pouco são citados nas pesquisas recentes, mas que fornecem a base para a compreensão das dinâmicas atuais de circulação atmosférica de diversas cavernas.

Desejamos aos colegas uma excelente leitura, esperando poder encontrá-los no próximo *Congresso Brasileiro de Espeleologia*, a ser realizado em julho próximo, em Ponta Grossa-PR, onde o *Espeleo-Tema* terá uma edição especial sobre ocorrências cársticas em rochas não-carbonáticas.

Cordialmente,

Heros Augusto Santos Lobo
Editor-Chefe



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

OCCURRENCES OF *ERYTHRACARUS NASUTUS* OTTO, 1999 (ANYSTOIDEA: ANYSTIDAE) IN UNDERGROUND ENVIRONMENTS IN BRAZIL

OCORRÊNCIA DE *ERYTHRACARUS NASUTUS* OTTO, 1999 (ANYSTOIDEA: ANYSTIDAE) EM AMBIENTES SUBTERRÂNEOS NO BRASIL

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi^I, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro^{II},
Marconi Souza-Silva^{III} & Rodrigo Lopes Ferreira^{IV}

- (I) Pós-Graduação - Ecologia Aplicada, bolsista CAPES, UFLA, Lavras-MG.
(II) Centro Experimental do Instituto Biológico, Laboratório de Acarologia, Campinas-SP.
(III) Centro Universitário de Lavras (Unilavras), Núcleo de Estudo em Saúde e Biológicas, Lavras-MG.
(IV) Laboratório de Ecologia Subterrânea, Setor de Zoologia/Departamento de Biologia, UFLA, Lavras-MG.

Contatos: leopoldobernardi@yahoo.com.br; drops@dbi.ufla.br.

Abstract

This work presents the first occurrences of acarids of the species *Erythracarus nasutus* (Trombidiforme: Anystidae) collected in different caves in Brazil. Furthermore, some morphologic aspects are presented regarding the sexual dimorphism of the species. Differently from the females, the male naso is obtuse, not presenting an enlarged projection. The male of the species presents an obtuse naso, while the females have the elongated naso. The specimens were found in 91 caves in the states of Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará and Rio Grande do Norte, besides 18 artificial underground caves in the state of Minas Gerais. The specimens were collected walking freely on the soil, in organic plant remains, such as, guano, organic plant matter, among others. The Brazilian underground caves are little explored locals that serve as refuge for a large number of invertebrate species, among them the acarids. In spite of the growing knowledge of the fauna present in these Brazilian caves, many taxonomic groups, mainly the small invertebrates, urgently need more professionals who are qualified to identify their species.

Keywords: Acari; Brazil; Cave; Artificial Cavities.

Resumo

Neste trabalho são apresentadas as primeiras ocorrências de ácaros da espécie *Erythracarus nasutus* (Trombidiforme: Anystidae) coletados em diferentes cavidades no Brasil. Além disso, são apresentadas algumas aspectos morfológicos referentes ao dimorfismo sexual da espécie. Diferentemente das fêmeas, o naso do macho é obtuso, não apresentando uma projeção prolongada. O macho da espécie apresenta o naso obtuso, enquanto as fêmeas tem o naso alongado. Os exemplares foram encontrados em 91 cavernas nos estados de Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará e Rio Grande do Norte, além de 18 cavidades subterrâneas artificiais no estado de Minas Gerais. Os espécimes foram coletados andando livremente no solo, em restos orgânicos vegetais, tais como, guano, matéria orgânica vegetal, dentre outros. As cavidades subterrâneas brasileiras são locais pouco explorados e que servem de refúgio para um grande número de espécies de invertebrados, dentre eles estão os ácaros. Apesar de ser crescente o conhecimento da fauna presente nestas cavernas brasileiras, muitos grupos taxonômicos, principalmente os pequenos invertebrados, necessitam urgentemente que mais profissionais sejam capacitados para identificar suas espécies.

Palavras-Chave: Acari; Brasil; Caverna; Cavidades Artificiais.

1. INTRODUCTION

Caves possess peculiar characteristics, such as absence of light, shortage of food, high humidity and a relatively constant temperature, which can restrict the colonization by many vertebrate as well as invertebrate species. Moreover, the organisms that live in the underground environment can present morphological, physiological and behavioral specializations, usually linked to the physical characteristics of this environment and also to the frequent food shortage present (CULVER, 1982).

A great part of the fauna found in the Brazilian caves is made up of small troglomorphic invertebrates, such as spiders, springtails, and dipterans, among others (PINTO-DA-ROCHA, 1995; FERREIRA, 2004; SOUZA-SILVA, 2008). Among them, a group that deserves prominence for presenting a large number of species and a great diversity of habits and habitats are the organisms belonging to the Subclass Acari (DUSBÁBEK, 2001; PALÁCIOS-VARGAS et al., 2001; SCHWARZ, 2001; PINTO-DA-ROCHA, 1995; BERNARDI et al., 2009). These organisms are distributed in caves throughout the world, establishing large populations, mainly associated to organic matter deposits, such as bat guano (HERRERA, 1995; FERREIRA & MARTINS, 1999; FERREIRA et al., 2007).

Currently, among mites records in Brazilian caves, 67 families are listed distributed in 17 of the 26 states of the country. Of these, 26 families belong to the order Mesostigmata, 21 belong to Trombidiforme, 18 belong to Sarcoptiforme, two belong to Ixodida and one belongs to the order Opilioacarida (LABRUNA et al., 2008; BERNARDI et al., 2009).

Among the families registered for the Brazilian caves species of the superfamily Anystoidea were found (BERNARDI et al., 2009). This group includes the Anystidae, Teneriffiidae and Pseudocheyletidae families. Such organisms include mites that can be found in soil of the epigeal environment, on plants, rocks, amid the leaf litter and in vertebrate nests, among other places, having a preference for drier locals. Anystidae are agile, considered generalist predators and important for the control of some agricultural pests (CUTHBERTSON et al., 2003). Teneriffiidae are also predators, found in intertidal areas, soil

and on plants. Pseudocheyletidae, however, are little studied, and therefore very a little is known about their habits. Some species of that family have been found in soil litter, in vertebrate nests and in moss (KRANTZ & WALTER, 2009).

Recently, the Brazilian biospeleology has going through a period where the identification of standards, related to the distribution of the fauna as well as to the characterization of the resource dynamics of these systems, has become the focus of attention in the scientific community (FERREIRA, 2004; SILVA, 2008; SOUZA-SILVA, 2008). The study of Brazilian cave acarofauna has been neglected for many years and most of the works concerning the Brazilian cave fauna presented the identification of the mites only in high taxonomic levels (as orders or families), identification at the generic or specific level being rare (PINTO-DA-ROCHA, 1995; FERREIRA & MARTINS, 1999). Furthermore, even in the works where the specific identification of the mites was conducted, the data on ecological aspects and distribution in the cave environment is scarce (PINTO-DA-ROCHA, 1995).

The first work to present a review of the data specifically regarding the Brazilian underground acarofauna was published by Bernardi et al. (2009). From this perspective, the question arises: "why dedicate a study regarding the morphology and distribution of such a single tiny species?" To really understand how the cave communities work, how they are structured, among other themes, detailed knowledge of each species is necessary, besides their morphological aspects, which can generate data to facilitate the understanding of the community as a whole.

Given the shortage of information regarding the mites in Brazilian caves, the present study had as an objective to relate the first occurrences of the genus *Erythracarus* Berlese 1903 (Anystoidea: Anystidae) besides demonstrating their distribution in other hypogean environments, as well as to present some aspects of the *Erythracarus nasutus* ecology and morphology.

2. MATERIALS AND METHODS

The specimen examined in this work came from collections conducted during the last 12 years by the team of the Underground Ecology Laboratory of the Federal University of Lavras (Biology Department/Zoology Sector), in addition, some specimens collected by other groups were included. All of the specimens are deposited in the Zoology Collection, (Underground Invertebrates) of Lavras, (ISLA) located in the Zoology Sector/Biology Department of the Federal University of Lavras.

A total of 760 caves were inventoried in the states of Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Pará, Paraná, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina, São Paulo, Sergipe and Tocantins, besides 110 artificial cavities (underground mines) in the state of Minas Gerais.

Seeking to obtain data about the ecology of these mites, the position of each specimen, when collected, was noted on a schematic outline of each cave. In this way, the number of individuals and the substrata to the which it was associated and the distribution of each population in each cave was obtained.

All of the specimens were collected with the aid of a brush, after an extensive search of the whole cave, and stored in 70% alcohol. Later, the mites of the family Anystidae were separated. Mites were cleared in Nesbitt's solution, when necessary, and mounted on slides for microscopy using Hoyer's medium (KRANTZ & WALTER, 2009). The whole procedure for the specimens identification was done using a Leica MDLS phase contrast microscope, with the aid of the identification keys and the morphological descriptions present in Otto (1999a) and Krantz & Walter (2009). The setal nomenclature of Otto (1999a) is followed.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Taxonomic accounts

According to Otto (1999a) the species belonging to *Erythracarus* Berlese, 1903, have as diagnostic characteristics: i) the presence of the seta *ve* inserted in the lateral extremity of the proximal shield on opposite side of the seta *sce*; ii) the presence of a prolonged and quite evident projection on the tibia of the palpus; iii) the presence of setae on the ventral part of the hypostome and iv) the tritonymphs and the adults always present more than 5 setae on the palpus of the tibia. *Erythracarus nasutus* has the presence of 5 setae on the telofemur I in the adult as a taxonomic trait for species diagnosis, besides a typically characteristic naso present in the females. Such a structure, located on the dorsal portion close to the gnatosome, has a wide, rounded base, with a long extremity (OTTO, 1999a) (Figure 1b).

The males of *E. nasutus* has not been described yet. Differently from the females, the male's naso is obtuse, not presenting a prolonged projection, the base being wider and more spaced between the pairs of setae (Figure 1a). In the caves and artificial cavities surveyed the males were found sharing the same living space with females and juveniles.

Besides the above-mentioned characteristics, some morphological traits can be observed that are not used for species diagnosis, their being common to other species of the gender *Erythracarus*, but little represented in the description made by Otto (1999a). Among these stand out the sickle-shaped chelicerae, the barbed genital setae, the barbed setae in the distal part of chelicerae, four pairs of setae in hypostome, and the radula with small teeth are noteworthy (Figures 2 and 3).

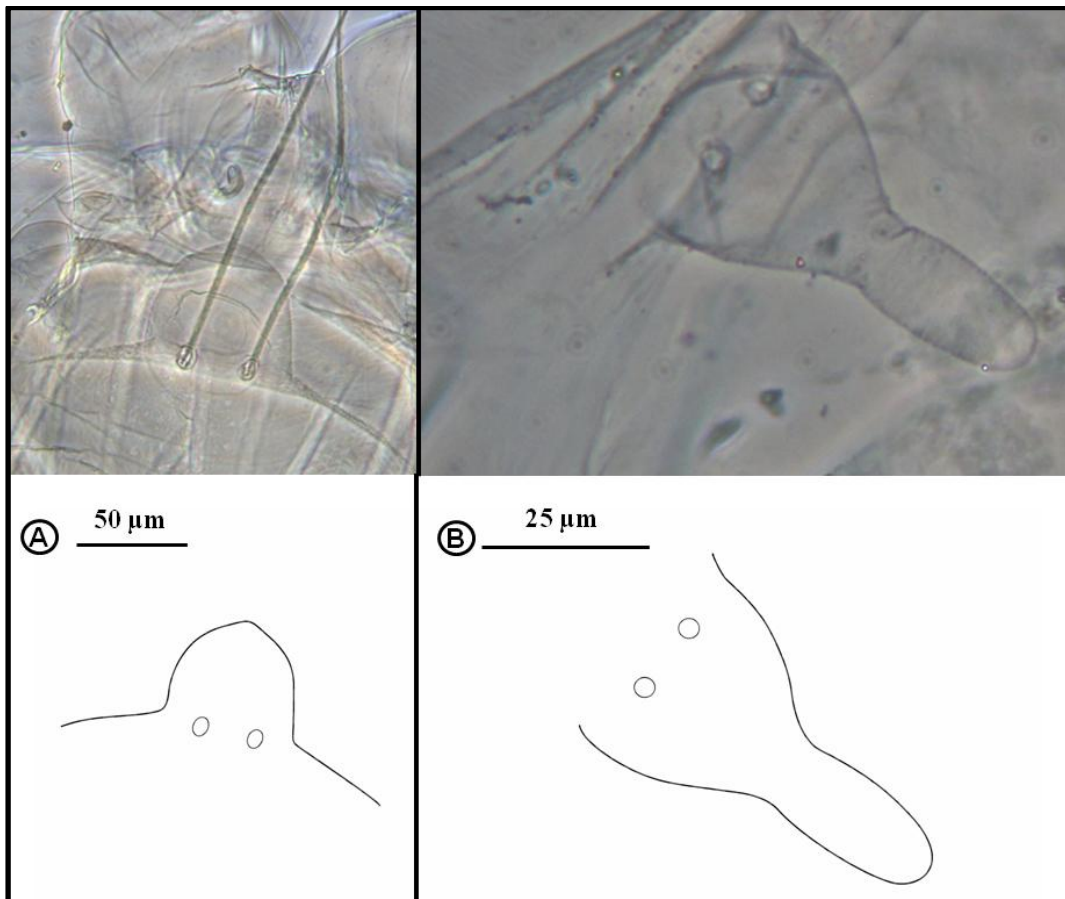


Figure 1: *Erythracarus nasutus*: A) typical naso present in the males; B) typical naso present in the females.

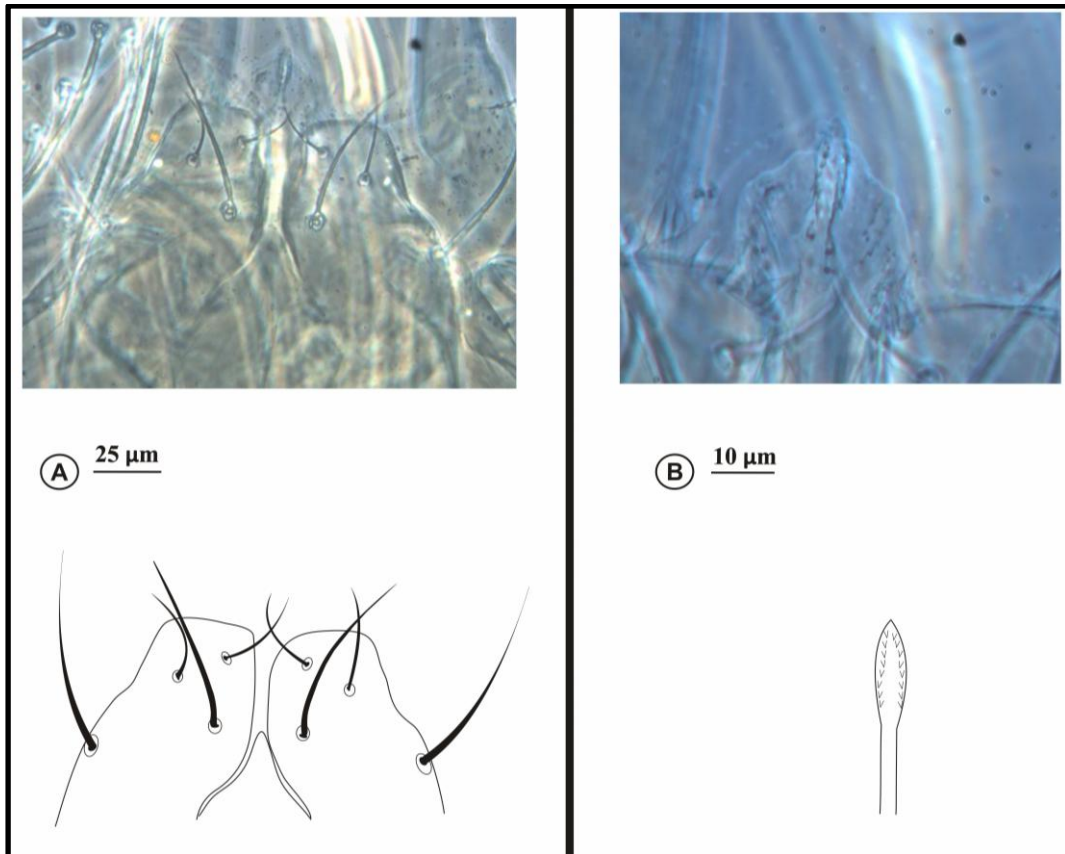


Figure 2: *Erythracarus nasutus*: A) Details of the hypostome; B) Details of the radula.

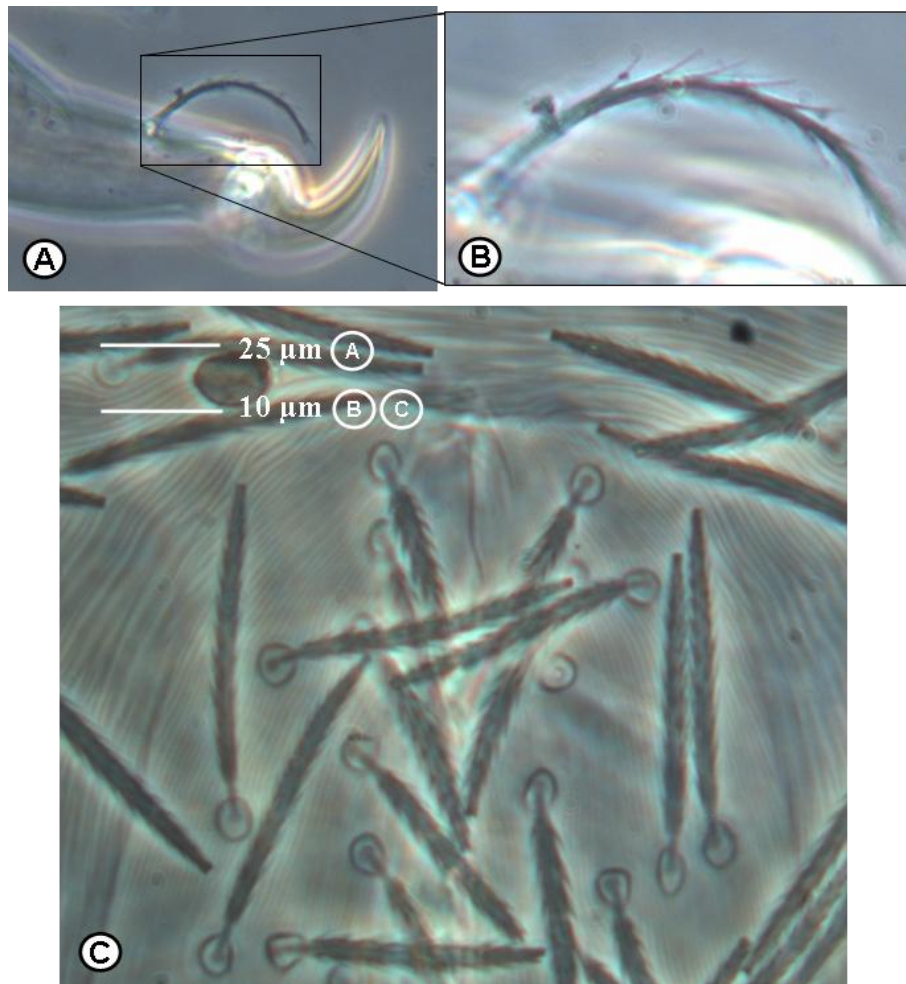


Figure 3: *Erythracarus nasutus*: A) sickle-shaped chelicerae; B) detail of the seta located near the chelicerae and C) detail of the setae in the anterior region of the genitalia.

3.2. Geographic distribution

All of the Anystidae specimens are found in 91 caves in the states of Alagoas, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará, Rio Grande do Norte and São Paulo, besides 18 artificial cavities in the state of Minas Gerais, belong to the subfamily Erythracarinae and the species *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Attachment 1 and 2, Figures 5 and 6).

The occurrences of this species are concentrated mainly in the southeast region. However, such a fact is certainly due to the higher amount of caves inventoried in this area in relation to other areas of the country. The low number of records from other places, such as the North of Brazil, certainly reflects the reduced number of inventories conducted in the caves of that area.

The wide distribution of this species can be linked to the habit of the mites of the genus *Erythracarus* in the epigeal environment. This group is widely found in litter (OTTO, 1999a),

having a preference for shaded places, such as those found in caves. Furthermore, when the organic matter is transported by wind or water to the interior of the caves, it can also carry organisms present in the organic matter itself. The specimens conducted to the interior of the hypogean environment can colonize and establish populations in these systems.

3.3. Ecological aspects

Otto (1999a) used mainly specimens from collections in the epigeal environment collected in litter. Among these samples, only collections conducted in caves were mentioned. However, in these, the specimens were always in litter close to the entrances. The present work, however, demonstrates clearly that *E. nasutus* is a gender observed with considerable frequency in the Brazilian hypogean environment, even in areas far from the entrance.

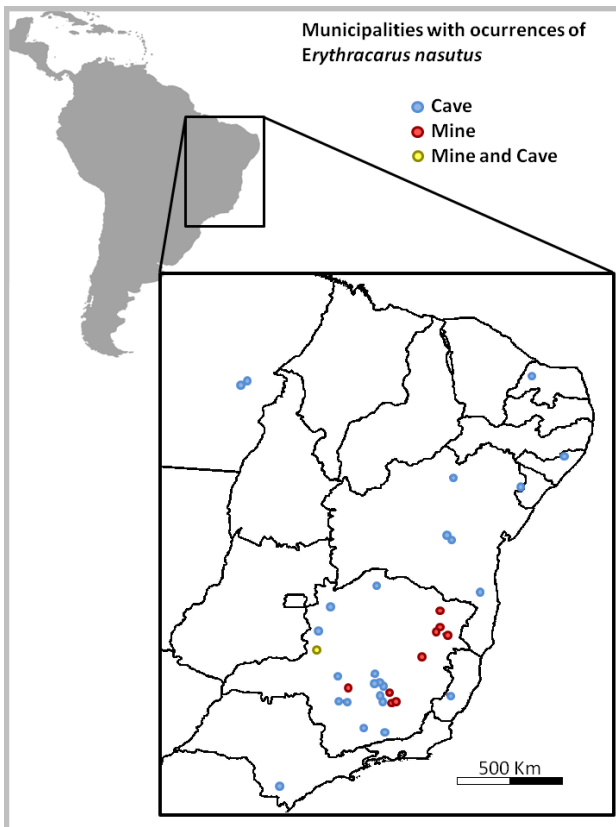


Figure 4: Indication of the municipalities and the occurrence of *Erythracarus nasutus* in underground cavities in Brazil

The specimens of *E. nasutus* were observed in different substrata present in the

underground environment. Among these, were guano, litter, the interior and the surface of deteriorated wood fragments, spaces under rocks, rocky substrata, on bare soil, or on speleothems, when they were not soaked. As mentioned above, these organisms were observed near the entrance, as well as within the cave, in permanently aphotic places. As an example of the diversity of habitats occupied by *E. nasutus*, the Lapa Nova grotto can be mentioned, located in Vazante, in the northwest of the state of Minas Gerais. In this cave two collections were conducted in the period of one year, the first being on April, 07, 2009 (time of little rain), and the second on September, 17, 2009 (time of little rain). In the first collection 18 individuals were found, of which four were in an area with light incidence (close to the entrance), three freely transited on a rocky, dry substrate with little litter, very close to individuals of the family Teneriffiidae. Another individual was found between the rifts and fissures on a very dry earth floor. The remaining specimens were observed inside the cave, in aphotic areas, walking on the floor and among humid organic plant matter. On the second visit to Lapa Nova specimens were observed at the same places, two being individuals in photic areas close to the entrance and nine in more interior areas, which were completely aphotic.

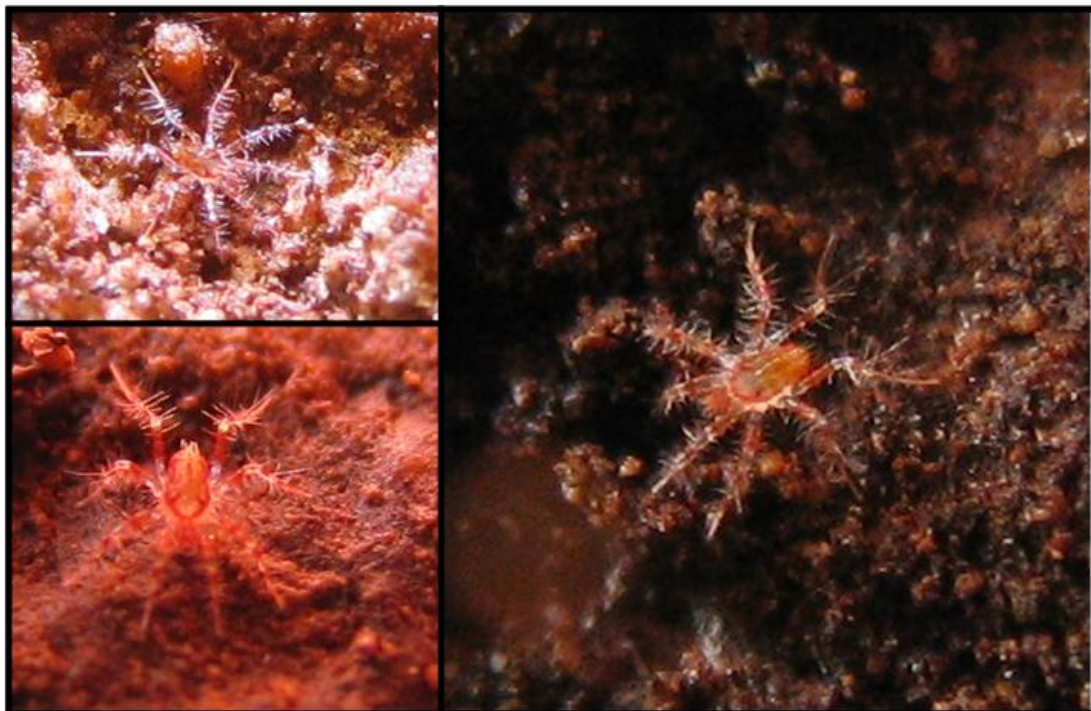


Figure 5: General aspects of *Erythracarus nasutus* in the soil of "Lapa Nova" cave, Vazante, Minas Gerais State.

In the “Furna do Fim do Morro do Parafuso” cave (Paripiranga, Bahia), individuals of *E. nasutus* were found associated to the guano of hematophagous bats, among the fissures present in a very dry portion of that substrate. Similar behavior was found at the “Gruta Morena” cave (Cordisburgo, Minas Gerais State). In this local, eight individuals were observed, among nymphs and adults, circulating on the surface portion and among fissures of a soil covered by hematophagous bat guano. In the same place a large number Collembola were also observed, that are probably potential prey of these mites.

The *E. nasutus* specimens, found inside artificial underground systems, were also observed walking on the floor and among organic plant matter, having been observed in areas close to the entrance, as well as in aphotic areas.

The Anystidae are agile predators, and some species, such as *Anystis baccharum* Lineaus, 1758, are important organisms in the control of pests in agrosystems (CUTHBERTSON et al., 2003). Based on the morphology and given the predatory nature of the species of the family, the role of *E. nasutus* in the cave communities should be studied. But unfortunately, the importance of the acarids in cave communities has been largely ignored. This occurs even with the knowledge that many species of this group, including Anystidae, are important predators of various invertebrates, and can be responsible for the structuring of communities, causing the decline of prey populations (WALTER & OLIVER, 1989; CUTHBERTSON et al., 2003; KRANTZ & WALTER, 2009).

All of the collected individuals present quite typical behavior. They are very agile and, when routed, with a touch or a light blow, they present an escape behavior with very fast movements, traveling the substrate in a random way, continually changing direction and stopping abruptly. They were immobile until the moment at which they were newly stimulated. Such behavior, called protean behavior, seemingly hinders their capture by eventual predators. The high speed with which the specimens moved hindered the collection. The specimens of the subfamily Erythracarinae are extremely fast, usually presenting all tarsi as very prolonged and flexible, besides being

subdivided in false segments, which contributes to their high mobility (OTTO, 1999b) (Figure 6).

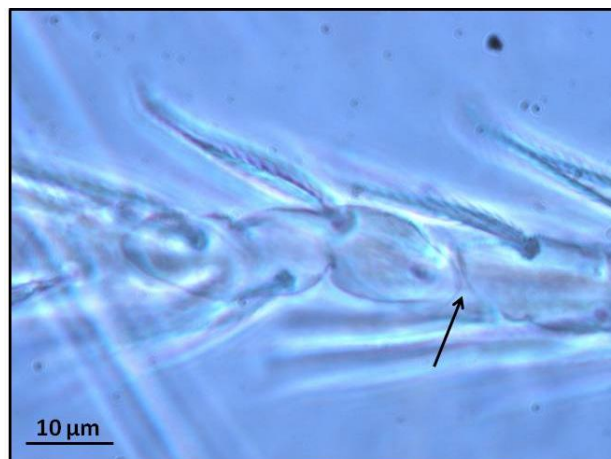


Figure 6: The arrow points to one of the pseudosegmentation present in the tarsus IV of *Erythracarus nasutus*.

4. FINAL REMARKS

The occurrence of Anystidae in Brazilian caves, until now, has been unknown. However, the diversity of substrates possibly colonizable by *E. nasutus*, besides its geographical distribution, as well as the number of species present in caves and artificial galleries should be higher than related in our work. Such situation certainly is a reflection of the low number of caves and artificial cavities studied in Brazil.

The expansion of knowledge on the groups present in underground ecosystems is decisive for the advancement of knowledge on the operation of those systems. The lack of taxonomists and inefficient collection are already being pointed to as one of the main problems for Brazilian biospeleology (FERREIRA, 2005; SOUZA-SILVA, 2008; BERNARDI et al., 2009; FERREIRA et al., 2009). Investments by government agencies in the training of professionals, can be one of the solutions for the problems generated by the lack of such professionals, but the adequate training is the responsibility of the research centers already established in the country.

Acknowledgments

This work counted on financial aid from the Critical Ecosystem Partnership Fund, Conservação Internacional do Brasil, CNPq, (Proc. n°: 477712/2006-1) and FAPEMIG

(Processes N^o: APQ 4189-5.03-07, APQ 01826-08, APQ 01854-09, APQ 03526-09). To researchers Maurício Sérgio Zacarias, and to Paulo Rebelles Reis for the incentive and for allowing the use of the equipment present in EPAMIG/CTSM-EcoCentro Lavras. The authors of this work thank , Regina Bessi, Renata Andrade, Maysa Fernanda de Souza, Thaís Giovannini Pellegrini, Xavier Prous, Robson Zampaulo e Diego M. Bento for conducting the collection of part of the material. Thanks to ICMBIO/CECAV, and we thank Dr. Abel Perez (UFRJ) for his constructive comments on the manuscript.

5. REFERENCES

- BERNARDI, L.F.O.; ZACARIAS, M.S.; SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L. Ácaros cavernícolas do Brasil: uma observação preliminar sobre a ocorrência e distribuição das famílias. **Mundos Subterrâneos**, n.20, p.5-13, 2009
- CUTHBERTSON, A.G.S.; BELLA, A.C.; MURCHIE A.K. Impact of the predatory mite *Anystis baccarum* (Prostigmata: Anystidae) on apple rust mite *Aculus schlechtendali* (Prostigmata: Eriophyidae) populations in Northern Ireland Bramley orchards. **Annals of Applied Biology**, n.142, p.107-11, 2003.
- DUSBÁBEK, F. Acari Parasiti. In: JUBERTHIE, C.; DECU, V. (Eds). **Encyclopaedia Bioespeleológica, Tome II**. Fabbro Saint-Louis, Moulis-Bucarest. 2001. 835-1373 pp.
- FERREIRA, R.L. 2004. **A medida da complexidade ecológica: E suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos**. 2004. 161p. Tese (Doutorado em ecologia). Instituto de Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- FERREIRA, R.L. A vida subterrânea nos campos ferruginosos. **O Carste**. n.7, p.106-115. 2005.
- FERREIRA, R.L.; MARTINS R.P. Trophic structure and natural history of bat guano invertebrate communities, with special reference to Brazilian caves. **Tropical Zoology**, n.12, p.231-252. 1999.
- FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; MARTINS, R. P. Structure of bat guano communities in a Brazilian dry cave. **Tropical Zoology**, n. 20, p.55-74, 2007.
- FERREIRA, R.L.; SOUZA-SILVA, M.; BERNARDI, L.F.O. Contexto Bioespeleológico. In: DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C.S.; VIEIRA F. (Eds.). **Biota Minas, Diagnóstico do conhecimento sobre a biodiversidade no estado de Minas Gerais – Subsídios ao programa BIOTA MINAS**. 2009. 160-175 pp.
- HERRERA, F.F. Las comunidades de artropodos del guano del guácharos en la cueva del guácharo, Venezuela. **Boletim da Sociedad Venezolana de Espeleologia**, n. 29, p.39-46, 1995.
- KRANTZ, G.W.; WALTER, D.E. **A Manual of Acarology**. 3rd Edn. Texas Tech University Press. Lubbock, Texas. 2009. 807 pp.
- LABRUNA, M.B.; TERASSINI, F.A.; CAMARGO, L.M.; BRANDÃO, P.E.; RIBEIRO, A.F.; ESTRADA-PEÑA A. New reports of *Antricola guglielmonei* and *Antricola delacruzii* in Brazil, and a description of a new argasid species (Acari). **Journal of Parasitology**, n. 94, p. 788-792, 2008.
- OTTO, J.C. Revision of the genus *Erythracarus* Berlese (Acarina: Anystidae: Erythracarinae). **Journal of Natural History**, n. 33, p.825-909. 1999a.
- OTTO, J.C. The taxonomy of *Tarsotomus* Berlese and *Paratarsotomus* Kuznetsov (Acarina: Anystidae: Erythracarinae) with observations on the natural history of *Tarsotomus*. **Invertebrate Taxonomy**, n. 13, p.749-803. 1999b.
- PALÁCIOS-VARGAS, J.; DECU, V.; IAVORSKI V.; HUTZU, M.; JUBERTHIE C. *Acari Terrestria*. In: JUBERTHIE, C.; DECU, V. (Eds). **Encyclopaedia Bioespeleológica, Tome II**. Fabbro Saint-Louis, Moulis-Bucarest. 2001. 835-1373 pp.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994). **Papéis Avulsos Zoologia**, n. 39, p.61-173, 1995.

- SCHWARZ, A.; SCHWOERBEL, J.; GRUIA, M. *Hydracarina*. In: JUBERTHIE, C.; Decu, V. (eds). **Encyclopaedia Bioespeológica, Tome II**. Fabbro Saint-Louis, Moulis-Bucarest. 2001. 835-1373 pp.
- SILVA, A.P.B. **Enriquecimento trófico em ambientes subterrâneos e suas aplicações para a conservação da biodiversidade de invertebrados aquáticos**. 2008. 153pp. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Instituto de Biologia, Setor de Zoologia, Universidade Federal de Lavras. Lavras.
- SOUZA-SILVA, M. **Estrutura de comunidades de invertebrados em cavernas da Atlantic Forest**. 2008. 217 p., UFMG. Tese (Doutorado em ecologia). Instituto de Biologia, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- WALTER, D.E.; OLIVER, J.H. *Geolaelaps oreithyiae* n. Sp. (Acari: Laelapidae), a thelytokous predator of arthropods and nematodes, and a discussion of clonal reproduction in the mesostigmata. **Acarologia**, n. 30, v. 4, p. 293-303, 1989.

Attachment 1: Occurrence of the species *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) in Brazilian caves (AL – Alagoas, BA – Bahia, ES – Espírito Santo, MG - Minas Gerais PA – Pará, RN – Rio Grande do Norte e SP – São Paulo). At: Atlântic Forest; Am: Amazon Forest; Ca: Caatinga; Ce: Cerrado.

State	Localidade	Cave	Easting	Northing	Zona	Lithology	Bioma
PA	Parauapebas	Gruta N4E-34	595999	9325006	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-63	593586	9333102	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-72	593664	9333140	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-73	593639	9333142	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-75	593977	9333300	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-78	593936	9333102	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-77	593981	9333120	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-95	593084	933231	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta N4E-85	593281	9332956	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 22-S11	573571	9291252	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 01-S11	573571	9291252	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 05-S11	571889	9292438	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 22-S11	573571	9291252	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 31-S11	570610	9291455	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 94-S11	575044	9293118	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 38-S11	569601	9291110	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 22-S11	569745	9291837	22M	Iron Ore	Am
PA	Parauapebas	Gruta 46-S11D	575605	9290890	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N4E-81	593452	9333075	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N4E-93	593117	9332356	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-41	596149	9324982	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-41	595855	9325082	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-48	595901	9324912	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-57	595986	9324725	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-59	---	---	---	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-36	596149	9324982	22M	Iron Ore	Am
PA	Carajás	Gruta N5S-71	593683	9333148	22M	Iron Ore	Am
AL	Murici	Toca da Raposa I	179908	8978784	25L	Granite	At
BA	Campo Formoso	Toca do Morrinho	289887	8870864	24L	Dolomite	Ca
BA	Itaetê	Lapa do Bode	275894	8569218	24L	Limestone	Ca
BA	Nova Redenção	Poço Azul do Milú	266719	8586036	24L	Limestone	Ca
BA	Paripiranga	Furna do Morro do Parafuso	623890	8823540	24L	Limestone	Ca
BA	Pau Brasil	Gruta Milagrosa	420012	8296903	24L	Limestone	At
BA	Pau Brasil	Toca dos Morcegos	420638	8295919	24L	Limestone	At
BA	Santa Luzia	Lapa da Pedra do Sino	466472	8293253	24L	Limestone	At
ES	Afonso Cláudio	Gruta do Didi Vieira	284301	7780270	24K	Granite	At

MG	Arcos	Gruta Ponto 42	434335	7757367	23K	Limestone	Ce
MG	Arcos	Gruta da Bocaininha IV	436456	7755256	23K	Limestone	Ce
MG	Arcos	Gruta da Bocaininha VI	436426	7755318	23K	Limestone	Ce
MG	Arcos	Gruta Cazanga	437695	7756891	23K	Limestone	Ce
MG	Arcos	Gruta do Índio	---	----	--	Limestone	Ce
MG	Arcos	Gruta do Zé Colméia	437762	7757246	23K	Limestone	Ce
MG	Arinos	Lapa da Suindara	354162	8240098	23L	Limestone	Ce
MG	Coromandel	Caverna do João do Pó	---	---	---	Limestone	Ce
MG	Cordisburgo	Gruta da Morena	569484	7880316	23K	Limestone	Ce
MG	Curvelo	Lapa do Mosquito	561971	7940440	23K	Limestone	Ce
MG	Doresópolis	Gruta P11	414518	7754252	23K	Limestone	Ce
MG	Doresópolis	Gruta P42	410692	7756166	23K	Limestone	Ce
MG	Itabirito	Gruta da Mina do Pico XII	616173	7758696	23K	Iron Ore	Ce/At
MG	Itacarambi/Januária	Gruta do Janelão	581540	8329060	23	Limestone	Ce/At
MG	Itacarambi/Januária	Gruta do Brejal	581540	8329060	23	Limestone	Ce/At
MG	Lima Duarte	Gruta das Casas	614323	7598762	23K	Quartzite	At
MG	Luminárias	Gruta do Lobo	519845	7617685	23K	Quartzite	At
MG	Matozinhos	Gruta das Maritacas	---	---	---	Limestone	Ce
MG	Matutina	Lapa do Campo de Futebol	398585	7874853	23K	Sandstone	Ce
MG	Nova Lima	Capão Xavier I	606715	7782652	23K	Iron Ore	Ce/At
MG	Nova Lima	Gruta do Rola Moça III	603930	7783362	23K	Iron Ore	Ce/At
MG	Pains	Gruta da Divisa	430684	7745028	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Capão	442094	7746071	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Loca D'água (Sumidouro)	427723	7741487	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Loca D'água (Ressurgencia)	427810	7741447	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Olhos D'água	428478	7753842	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Zé Serafim	431977	7742570	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Paca	431269	7735945	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta dos Negros (seca)	431189	7740191	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Ninfetas de Baixo	435779	7750970	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Massambará	415287	7751358	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Paranoá	430136	7747934	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Éden	430435	7745181	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta da Divisa	430684	7745028	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Cavalinho	416815	7754877	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Dimas	430963	7736724	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta da Água Limpa	---	---	---	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Coqueiro I	430687	7744921	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta Ninfeta de Cima	435796	7750980	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Buraco do Nando	437559	7746446	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Trenzinho	437100	7740000	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Buraco do Nando	437559	7746446	23K	Limestone	Ce
MG	Pains	Gruta do Trenzinho	437100	7740000	23K	Limestone	Ce
MG	Paracatu	Lapinha de Santo Antônio	306536	8105656	23K	Limestone	Ce
MG	Paracatu	Lapinha Cava	297248	8132338	23K	Limestone	Ce
MG	Prudente de Morais	Gruta 4	---	---	---	Limestone	Ce
MG	Sete Lagoas	Gruta da Taboa	569922	7846264	23K	Limestone	Ce
MG	Sete Lagoas	Gruta do Morrote I	---	---	---	Limestone	Ce
MG	Unai	Lapa do Sapezal	297937	8141547	23K	Limestone	Ce
MG	Vazante	Urtiga	307291	8016087	23K	Dolomite	Ce
MG	Vazante	Lapa Nova	299855	8008865	23K	Dolomite	Ce
MG	Vazante	Lapa do Guardião Severino	300039	8010088	23K	Dolomite	Ce
RN	Felipe Guerra	Gruta da Carrapateira	648022	9385241	24L	Limestone	Ca
SP	Iporanga	Gruta Minotauro	758243	7312845	22J	Limestone	At
SP	Iporanga	Gruta Morro Preto	733192	7286040	22J	Limestone	At

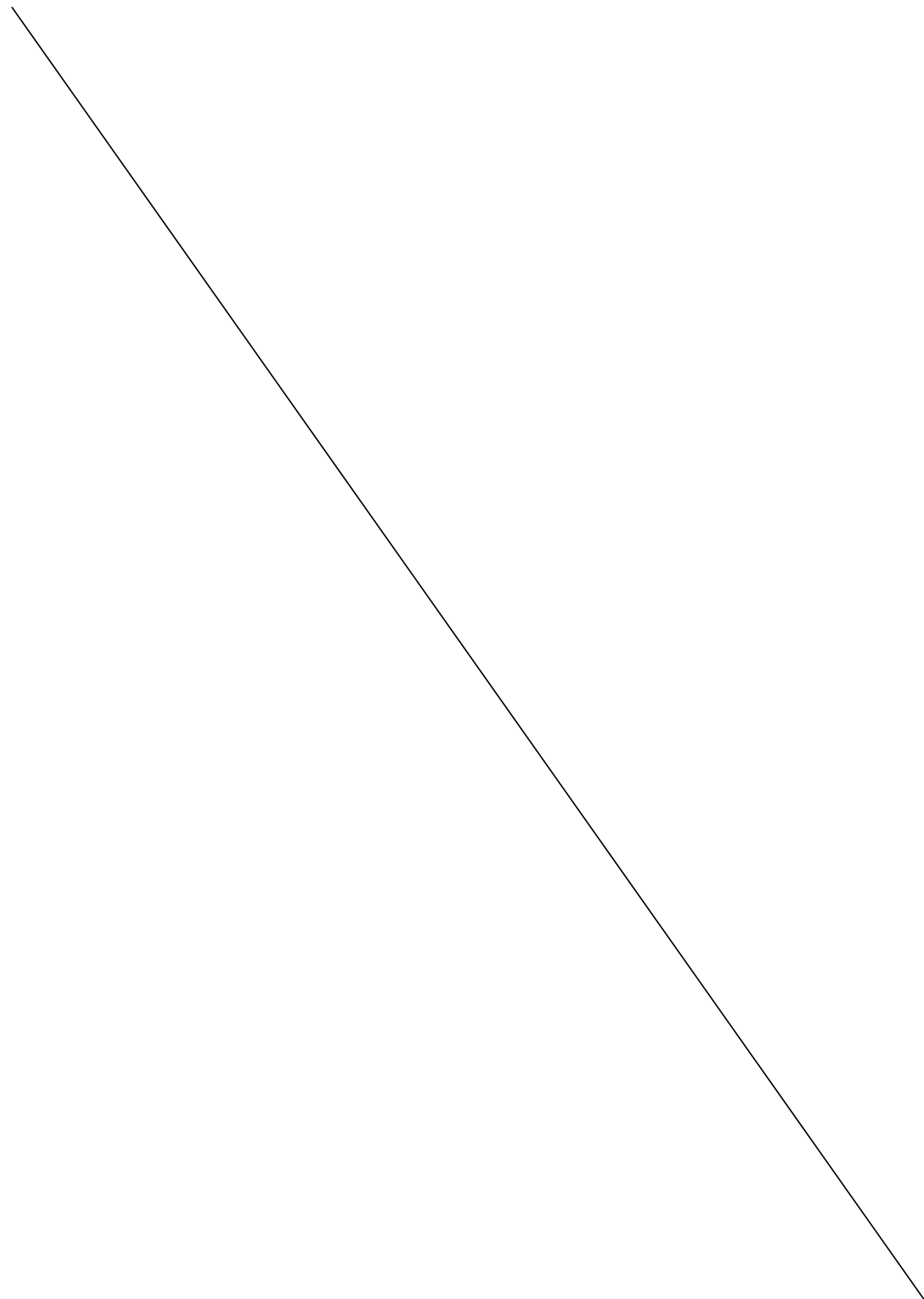
Attachment 2: Occurrence of the species *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) in Brazilian artificial cavities (MG - Minas Gerais). At: Atlântic Forest; Ce: Cerrado.

State	Localidade	Artificial Cavities	Easting	Northing	Zona	Bioma
MG	Ataléia	Poldo Boq.	265312	8084015	24K	At
MG	Caraí	Valdivino	234098	8105187	24K	At
MG	Caraí	Dona Ana II	234299	8105562	24K	At
MG	Caeté	Morro Vermelho II	634734	7791892	23K	At
MG	Caeté	Morro Vermelho III	634637	7791898	23K	At
MG	Caeté	Matarelli	637369	7791856	23K	At
MG	Mariana	Casa	662883	7748789	23K	At
MG	Mariana	Cavalo (Canela II)	662516	7748549	23K	At
MG	Mateus Leme	Beija Flor	448037	7812775	23K	At
MG	Medina	Serra Azul I	234974	8206406	24K	At
MG	Ouro Preto	Volta do Povo Porco	655472	7745893	23K	At
MG	Padre Paraíso	Wanderley I	241368	8113845	24K	At
MG	Padre Paraíso	Wanderley II	241344	8113882	24K	At
MG	Padre Paraíso	Domingos Pastel I	239799	8114356	24K	At
MG	Padre Paraíso	Domingos Pastel VII	239796	8114494	24K	At
MG	São José da Safira	Chiá (Donizete) I	797343	7974979	23K	At
MG	São José da Safira	Chiá (Donizete) II	797374	7975411	23K	At
MG	Vazante	VMetais	305823	8016109	23K	Ce



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



HISTÓRICO DAS PESQUISAS ESPELEOCLIMÁTICAS EM CAVERNAS BRASILEIRAS

HISTORIC OF SPELEOCLIMATIC RESEARCHES IN BRAZILIAN CAVES

Heros Augusto Santos Lobo

Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente – UNESP – Rio Claro, SP.

Contato: heroslobo@hotmail.com

Resumo

O estudo dos sistemas atmosféricos subterrâneos se iniciou no Brasil há menos de cinquenta anos atrás. Desde então, três períodos distintos foram identificados no estudo do espeleoclima brasileiro. No primeiro deles, entre os anos de 1960 e 1980, eram realizadas apenas aferições pontuais de temperatura e umidade relativa do ar, durante algumas pesquisas espeleológicas em cavernas dos estados de Minas Gerais e São Paulo. No segundo período, nos anos de 1990, iniciam-se os primeiros trabalhos de monitoramento sistemático do espeleoclima, incluindo a primeira dissertação de mestrado sobre o tema no país. Por fim, o terceiro período, com a virada do século, com o aumento dos trabalhos de monitoramento com finalidade de conservação ambiental, bem como de teses e dissertações de pós-graduação sobre aspectos específicos da atmosfera subterrânea. As conclusões apontam as evoluções tecnológicas nos protocolos de coleta e registro de dados, bem como a necessidade de estudos de longo prazo, tanto pela necessidade de conhecimento da dinâmica atmosférica subterrânea das cavernas brasileiras quanto pela possibilidade de conservação ambiental com base em estudos espeleoclimáticos.

Palavras-Chave: Atmosfera Subterrânea; Espeleoclima; Microclima; Monitoramento Microclimático.

Abstract

The studies of cave atmosphere systems began in Brazil less the fifty years ago. Since this time, three main periods were identified in the brazilian speleoclimatic research. In the first phase, between the years of 1960 and 1980, were made just point measurements of air temperature and relative humidity, during some speleological researches in caves from São Paulo and Minas Gerais state. In the second phase, during the 1990's, the first researches of speleoclimate monitoring were initiated, including the first study of post-graduation about the theme in Brazil. In the final phase, during the XXI century, a raise of the researches of cave atmosphere with the goal of environmental conservation was noted, as well in thesis and dissertations focusing in some specific aspects of underground atmosphere. The conclusions highlight the technological evolution in the protocols of collection and registration of atmospheric data, beyond the requirement of long term studies, both for the necessity of information about the dynamics of cave atmosphere in Brazilian caves as for the possibilities of environmental conservation based on speleoclimatic studies.

Keywords: Cave Atmosphere; Speleoclimate; Microclimate; Climate Monitoring.

Eixo temático: Climatologia
Recebido em: 12.nov.2010

Aprovado em: 01.dez.2010

1. INTRODUÇÃO

As cavernas se constituem em espaços subterrâneos confinados em rochas, cuja espessura pode variar entre dezenas e centenas de metros, com um ou mais acessos à superfície. Além das rochas, água e seres

vivos, uma parcela invisível do meio físico compõe também estes espaços: a sua atmosfera. O ambiente cavernícola é um dos mais estáveis do planeta, dado que o envolvimento pelas rochas resguarda a atmosfera subterrânea da magnitude de variações climáticas do meio externo. Assim,

de um modo geral, a atmosfera subterrânea é caracterizada como um microclima. Por conta disso, alguns autores (e.g. Heaton, 1986; Cigna, 2004) a tratam de forma generalista e parcial, classificando os ambientes cavernícolas como sistemas atmosféricos fechados. Por outro lado, em uma perspectiva mais ampla de análise, autores como Mangin et al. (1999), Stoeva; Stoev (2005) e definem o ambiente subterrâneo como um sistema mais estável, sendo mencionado por Bourges et al. (2006) em função de seu habitual estado estacionário, com dependência de fluxos térmicos, hídricos e gasosos.

O conhecimento do microclima subterrâneo se explica por sua importância para a compreensão dos habitats dos seres vivos, das características do passado e do presente e da natureza do regime higrótérmico em espaços confinados na superfície (Bailey, 2005). Os estudos da atmosfera subterrânea também se justificam pela necessidade de compreensão dos mecanismos de interação atmosfera-rocha, de modo a identificar sua contribuição para a espeleogênese (Cigna; Forti, 1986) e para a corrosão por condensação (Dreybrodt et al., 2005).

Neste contexto, o presente trabalho de pesquisa bibliográfica e documental teve por objetivo traçar um panorama histórico dos estudos da atmosfera subterrânea no Brasil. Em sua maioria, os trabalhos foram analisados em função dos aspectos metodológicos de coleta e registro de dados e, em alguns casos, os principais resultados obtidos também foram expostos.

2. ASPECTOS BÁSICOS DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS SUBTERRÂNEOS

A atmosfera das cavernas é marcada por singularidades que a diferenciam dos demais sistemas atmosféricos naturais, em função de fatores como o confinamento espacial, a ausência de luz e a baixa incidência de energia solar direta (Buecher, 1999; Cigna, 2004). Em conjunto com a litosfera, a pedosfera, a biosfera e a antroposfera (Forti, 2009), constitui-se em elemento-chave de um sistema cárstico, intervindo em processos que interferem tanto na transformação do meio físico (Cigna; Forti, 1986; Freitas; Schmekal, 2003) quanto na manutenção da fauna

cavernícola (Hoenen; Marques, 2000; Trajano; Bichuette, 2006).

A atmosfera subterrânea apresenta processos físico-químicos de transferência e conservação de energia e massa semelhantes aos encontrados em sistemas atmosféricos da superfície terrestre, mas em intensidades atenuadas na maioria dos casos. A reposição energética ocorre a partir de fluxos gasosos e hídricos de troca com o ambiente externo, o qual recebe incidência direta da radiação solar, bem como sob influência geotermal. Trata-se de um sistema aberto e homeostático, com ajustes controlados por mecanismos inter-relacionados de regulação, possibilitando a manutenção de uma condição primária de estabilidade (Watson; Lovelock, 1983; Lovelock, 2006), em uma modelagem dinâmica que condiciona a um estado estacionário da atmosfera. Esta modelagem, dinâmica e homeostática, deve ser observada com cautela, devido o risco de instabilidade estrutural, que pode ser causado por pequenas mudanças no modelo (Abraham, 2009). No caso de ambientes subterrâneos, esta mudança fundamental no modelo pode ser interpretada pela simplificação da biosfera, muito provavelmente incapaz de regular o ambiente em processo de retroalimentação, assim como sugerem, para os casos gerais, Williams (1992) e Lenton (1998). Todavia, trabalhos recentes têm demonstrado a retroalimentação existente entre a biosfera e a atmosfera, como no caso das cianobactérias oceânicas e a formação de nuvens, corroborando em parte com as hipóteses geofisiológicas de James A. Lovelock. Esta nova perspectiva vem sendo usada com maior frequência em estudos de dinâmica climática, em função dos princípios de vulnerabilidade do ambiente relativos à antropização (Mertz et al., 2009). No caso das cavernas, embora o tema ainda não seja foco de estudos diretos, consideram-se possibilidades preliminares semelhantes para as cavernas que abrigam extensas colônias de morcegos em seu interior. A aglomeração de animais de sangue quente gera alterações na temperatura do ar, exercendo com isso um fator de regulação térmica no ambiente (Moreira; Trajano, 1992). Além disso, os excrementos gerados pelos morcegos se acumulam em grandes depósitos de matéria orgânica, que interagem com o meio físico tanto pelos gases gerados pela sua decomposição quanto pelos depósitos minerais

de compostos orgânicos que geram até mesmo espeleotemas.

As especificidades espaço-temporais, geofisiológicas e geofisiográficas mencionadas permitem a compreensão da diferenciação dos sistemas atmosféricos subterrâneos (SAS), preliminarmente caracterizados em sua escala espacial como um microclima. Trata-se da menor escala espacial de análise atmosférica, variável entre poucos metros até 10km, inferior ao mesoclima, que varia entre 10km e 2000km, e ao macroclima, que corresponde às escalas superiores aos 2000km (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

Na dimensão vertical, Mendonça; Danni-Oliveira (2007) e Foken (2008) afirmam que a camada microclimática se estende até 100m de altura do solo. No entanto, Geiger (1951) afirma que esta espessura é variável, dependendo das condições de relevo, da cobertura vegetal e da urbanização, com o que concorda Bailey (2005). Apesar das definições cujo enfoque maior se dá na dimensão espacial, a caracterização do microclima está mais associada aos processos ocorridos em camadas superficiais da atmosfera, como os fluxos de energia e matéria, os processos de radiação junto ao solo e os efeitos da superfície subjacente (Foken, 2008). Carvalho (2001) alerta também que o microclima não se resume em um mero fenômeno atmosférico próximo ao solo, devendo ser compreendido como um meio ambiente em seu sentido mais imediato e funcional.

Todavia, os estudos mencionados anteriormente – à exceção de Carvalho (2001) – se referem às características do microclima em superfície. Para o sistema atmosférico subterrâneo, não existe um estudo específico que determine qual o termo mais adequado a ser usado para a sua correta designação. Exemplos encontrados em pesquisas anteriores foram o topo-clima (Moreira; Trajano, 1992; Foken, 2008), o espeleoclima (César Jr., 1980; Zelinka, 2002; Kranjc; Opara, 2002; Pflitsch; Piasecki, 2003), a espeleometeorologia (Pflitsch; Piasecki, 2003), o criptoclima (Bailey, 2005), o clima subterrâneo (Mangin; Andrieux, 1988; Badino, 2004) e o clima de caverna (Pflitsch; Piasecki, 2003; Badino, 2004; Cigna, 2005). Todavia, o termo microclima é, sem dúvida, o mais utilizado, conforme foi observado nos trabalhos

de Dragovich; Grose (1990), Choppy; Cigna (1994), Hoyos et al. (1998), Sánchez-Moral et al. (1999), Freitas; Schmekal (2003), Fernández-Cortés (2006a, b) e Liñan et al. (2008).

Por outro lado, as características espaciais dos ambientes cavernícolas condicionam uma nomenclatura mais focada para os sistemas atmosféricos subterrâneos. Assim, termos como espeleoclima ou então microclima subterrâneo/cavernícola, aparecem como mais representativos para tais especificidades. No presente trabalho, optou-se pelo uso do termo espeleoclima.

3. ESTUDOS DO ESPELEOCLIMA NO BRASIL

No Brasil, os estudos espeleoclimáticos ainda estão em fase de iniciação. Considerando o acervo histórico da biblioteca da Sociedade Brasileira de Espeleologia e bancos de dados pesquisados, foram encontradas 32 pesquisas distintas, publicadas em diversos trabalhos sobre perfilagem ou monitoramento climático feitos no país; além de outros estudos pontuais, em sua maioria realizados por biólogos em momentos de coleta de fauna, que não foram considerados na presente análise. Destes, destacam-se dissertações de mestrado, na gruta do Lago Azul, em Bonito-MS, na gruta Olhos d'Água, em Castro-PR e em dez cavernas do Parque Estadual Intervales, em Ribeirão Grande-SP, além de outros dois trabalhos de pós-graduação em andamento: uma pesquisa de doutorado sobre Radônio – ^{222}Rn – nas cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), Iporanga-SP; e uma pesquisa de doutorado sobre espeleoclima e impactos do turismo na caverna de Santana, PETAR.

Diferente de outros países, onde monitoramentos são realizados há décadas ou até mesmo séculos, os estudos mais extensos feitos no país não chegam a atingir dois anos de monitoramento contínuo – à exceção da já citada pesquisa sobre o ^{222}Rn no PETAR. Além disso, em sua maioria estão centrados em aferições pontuais de temperatura do ar ou monitoramentos temporais da temperatura e umidade relativa do ar. A evolução temporal destes estudos é nitidamente percebida, dividida para efeitos de análise em três fases:

os perfis exploratórios dos anos 1960 e 1980; os monitoramentos pioneiros dos anos 1990; e os estudos e monitoramentos atuais, iniciados após a virada do século XXI.

3.1. Primeira fase: os perfis exploratórios dos anos 1960 e 1980

Os primeiros estudos relacionados à atmosfera subterrânea no Brasil foram feitos por membros de grupos de espeleologia. Em meados dos anos 1960 e 1970, era comum que, nos trabalhos de campo, fossem feitos registros pontuais e perfis de temperatura e umidade relativa do ar, com termômetros e psicrômetros de funda. Não se tratavam, portanto, de monitoramentos atmosféricos, mas apenas de obtenção de dados pontuais.

Os registros mais antigos encontrados datam de 1966 e 1967, na tradicional Revista da Escola de Minas (REM), da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais. Nelas são feitos relatos de um trabalho de campo de 1965 da Sociedade Excursionista Espeleológica (SEE) à gruta da Tapagem, mais conhecida como caverna do Diabo, em Eldorado-SP. Na ocasião foi desenvolvido um estudo de “meteorologia hipógea”, por Sérgio Almeida Junqueira e Rafael de Fuccio Júnior, com o objetivo de compreender a circulação de ar em seu interior. Para tanto, foi feito um monitoramento de quatro dias, com perfil em dez pontos para a temperatura e umidade relativa do ar e de quatro pontos para temperatura da água. Além disso, foi inferido o vento dentro da cavidade. As conclusões apontaram para a alta umidade relativa do ar, um fluxo de ar adentrando a caverna, e uma temperatura média mais elevada no salão da Catedral (Matos, 1966; Krüger, 1967). Da SEE vem também o segundo relato encontrado, com diversas aferições de temperatura e umidade relativa do ar na gruta da Água Suja, em Iporanga-SP (Leal, 1969).

Nos anos de 1970 a quantidade de trabalhos pontuais sobre a atmosfera subterrânea cresce sensivelmente. No boletim Espeleo-Tema nº 7, de 1976, Guy Christian Collet relata sobre a necessidade de se fazer um “perfil isotérmico do laboratório: correnteza e temperaturas, modificações com a permanência de pessoal no interior” (Collet,

1976, p. 8). Também enfatiza o projeto de realização de perfil térmico do ar e da água, em relação à meteorologia externa. Tais trabalhos se referem ao laboratório subterrâneo montado na gruta Laboratório I, em Iporanga-SP, que funcionou durante a década em questão. No mesmo ano, na edição nº 8 do referido boletim, Temperini (1976) apresenta um pequeno parágrafo, descrevendo as características do espeleoclima. A autora faz menção a estudos no exterior, o que leva a crer que, àquela época, ainda não existiam pesquisas brasileiras sendo desenvolvidas sobre o tema. Na mesma edição, Peter Slavec apresenta dados referentes a estudos hidrológicos no sistema Areias, em Iporanga, o que inclui aferições pontuais da temperatura da água (Slavec, 1976a). Também é notável o esforço de Luiz Guilherme Assunção, em descrever no seu relatório da exploração realizada em abril de 1966, na caverna da Marreca, em Iporanga, o provável fluxo de circulação de ar em seu interior, chegando a preparar um esboço em corte transversal (Assunção, 1976), reproduzido na Figura 1a.

Percebe-se que a aferição pontual de temperatura do ar e, quando possível, da água, era uma atividade rotineira das expedições espeleológicas desta época. Muitos trabalhos fazem menção à média de temperatura, tais como: Silva (1975), para as grutas do Boquete, Capim Vermelho, do Desenho e Tatu e Coura; Hashizume (1975) para as grutas do Índio e Bonita, ambos em Januária-MG; Gusso (1976) para as grutas Alambari de Baixo e de Cima, em Iporanga-SP; Slavec (1976b) para a abismo de Furnas, no mesmo município, cujo esboço e perfil térmico em corte vertical é reproduzido na Figura 1b; Milko (1984), com medições feitas em 1979 no sistema São Mateus, Goiás; González; Zavan (1986), com medições pontuais de temperatura do ar e da água para as cavernas Santana, Morro Preto, Couto, Água Suja, Ouro Grosso, Alambari de Cima, Alambari de Baixo, Areias e Laboratório I, todas em Iporanga-SP.

Três trabalhos se destacam nesta primeira fase, por apresentarem maior consistência teórica, detalhamento metodológico e uma contribuição inicial à espeleologia brasileira sobre a atmosfera subterrânea.

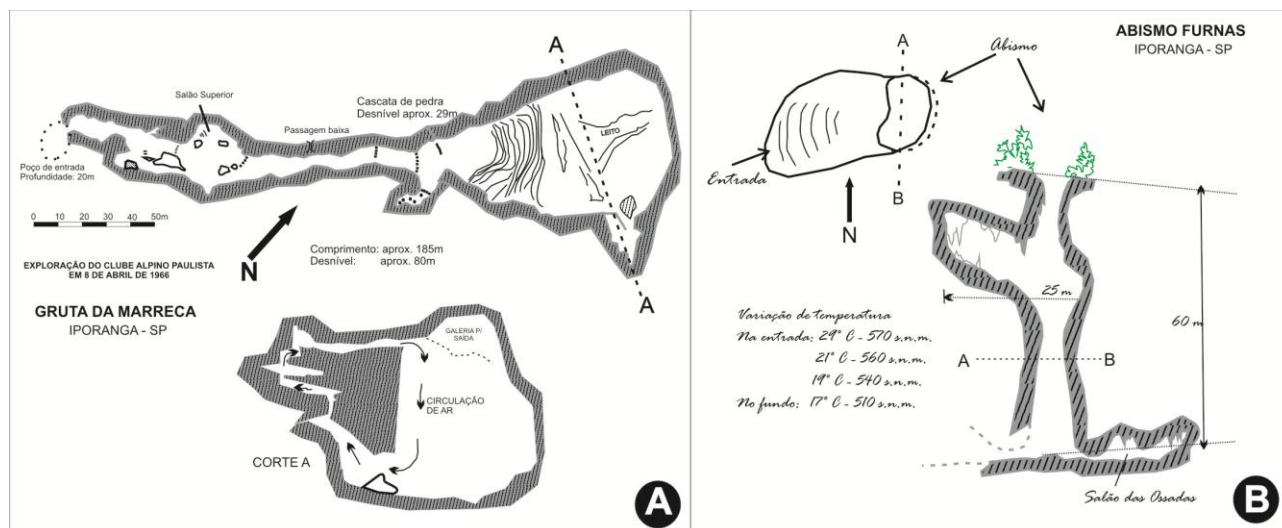


Figura 1: a – gruta da Marreca, apresentando esquema preliminar de circulação de ar em corte transversal em seu interior, inferido em visitas de campo. Adaptado de Assunção (1976); b – abismo de Furnas, com anotações de temperatura do ar estratificadas verticalmente, conforme apresentado por Slavec (1976b).

Figure 1: a – Marreca grotto, showing a preliminary model of airflow in a side view, inferred in field researches. Adapted from Assunção (1976); b – Furnas pit, with specific notes of air temperature in a vertical stratification, as presented for Slavec (1976b)

O primeiro deles foi publicado nos anais do X Congresso Nacional de Espeleologia, de autoria de Francisco Pavia. Em seu trabalho de pesquisa teórica o autor faz considerações sobre a diversidade microclimática das cavernas, sua relação com a conservação de vestígios arqueológicos, a alta umidade do ar e, principalmente, da circulação de ar em função da diversidade morfológica das cavernas (Pavia, 1975), sob influência de pesquisadores europeus, como o espanhol Noel Llopis-Lladó e o francês Félix Trombe.

O segundo, de Nelson da Silva César Júnior, foi também publicado nos anais do Congresso Brasileiro de Espeleologia, em sua 14ª edição, no ano de 1980. O autor apresentou resultados de sua pesquisa realizada na gruta do Laboratório, em Iporanga. Para tanto, instalou termômetros dentro e fora da cavidade, relacionando os pontos de medição da temperatura do ar, das rochas e, quando o caso, da água, com a distância em relação à boca e a altura em relação ao rio. Em suas conclusões, o autor propôs uma estratificação vertical da caverna, dividida em três camadas: uma de grande variação térmica; outra zona de maior estabilidade relativa; e a zona mais profunda, cujas temperaturas eram mais elevadas (César Júnior, 1980).

Por fim, o trabalho de campo realizado por José Roberto de Alencar Moreira e Eleonora Trajano, em 1988, nas cavernas Pedra da Cachoeira, Planaltina e Limoeiro, na região de Altamira, Pará. Trata-se do trabalho com metodologia mais complexa e sistemática desta fase, já demonstrando uma tendência de transição com os trabalhos dos anos de 1990. Os autores fizeram um perfil térmico com psicômetro, com seis coletas diárias espaçadas em quatro horas entre si. Os dados foram comparados com aferições externas regionais. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram analisados em estado bruto e pelo desvio padrão, de forma a possibilitar análises da estabilidade atmosférica à medida que se avança no interior das cavidades pesquisadas. Para uma das cavernas, a Planaltina, os autores também levantam hipóteses sobre a influência de colônias de morcegos e seus respectivos depósitos de guano no aumento da temperatura do ar aferida. Por fim, classificam os ambientes das cavernas em quatro categorias: os salões próximos à entrada, com influência direta do clima externo; as galerias de rio, com umidade próxima à saturação; as galerias secas, com umidade inferior; e as galerias mais ao fundo das cavernas, com influência das grandes populações de morcegos no aumento da temperatura do ar (Moreira; Trajano, 1992).

3.2. Segunda fase: os monitoramentos pioneiros dos anos 1990

Os anos de 1990 inauguraram uma nova fase no estudo atmosférico subterrâneo no Brasil. Embora o período seja marcado pela pequena quantidade de trabalhos – apenas três pesquisas foram identificadas –, a sua principal característica é o ganho qualitativo, pois é nesta década que se iniciam os trabalhos de monitoramento de longo prazo no país.

Esta fase se inicia com o trabalho da geógrafa Sílvia Méri Carvalho, na gruta Olhos d'Água, em Castro-PR. Entre agosto de 1991 e agosto de 1992, foi desenvolvida uma pesquisa de mestrado, a primeira no país sobre espeleoclima, vinculada ao Programa de Geografia e Meio Ambiente da UNESP de Rio Claro. Os estudos foram concentrados na aferição dos seguintes atributos atmosféricos: temperatura do ar, umidade relativa do ar, evaporação e pressão atmosférica, em quatro pontos no interior da cavidade e em outro externo, em seu entorno. O monitoramento foi feito considerando as quatro estações do ano, nas quais foi selecionado um período típico de dez dias para as coletas de dados. Os equipamentos usados foram termohigrógrafos, evaporígrafo e barógrafo. As conclusões apontaram grande estabilidade higrotérmica na caverna, proporcional à distância da ressurgência, com influências na circulação de ar nos períodos de inverno e verão. As maiores temperaturas foram observadas na primavera, ao passo que as taxas de evaporação são maiores no verão. Por sua vez, a pressão atmosférica, embora pouco variável, é mais elevada no inverno. Ao fim, a autora ressalta a importância do espeleoturismo para contribuir com a conservação da gruta Olhos d'Água, de forma a evitar a sua depredação pelo uso esporádico desregrado (Carvalho, 2001).

Entre os anos de 1998 e 1999, uma equipe de pesquisadores belgas e brasileiros desenvolveu o segundo trabalho marcante deste período. Os maiores feitos metodológicos da equipe foram a inovação tecnológica, com o uso de registradores automáticos de dados, o monitoramento contínuo e a realização de estudos simultâneos em cavernas em duas regiões brasileiras: a caverna Paineira, em Goiás e a gruta João Arruda, em Mato Grosso do Sul. Os autores trabalharam com a temperatura do ar, pressão

atmosférica e taxas de gotejamentos em estalactites. Em suas conclusões, ressaltam a estabilidade climática da cavidade goiana, em oposição à grande amplitude térmica – de 13°C – da caverna sul-mato-grossense (Sondag et al., 2003).

Ainda no final dos anos 1990, se inicia um dos trabalhos mais focados em espeleoclima e conservação ambiental já realizado no Brasil. Trata-se do Estudo de Impacto Ambiental do Monumento Natural Gruta do Lago Azul, que engloba a caverna homônima à Unidade de Conservação e a gruta Nossa Senhora Aparecida.

Os aspectos metodológicos deste trabalho se fazem transparecer pelo rigor no monitoramento microclimático em ambas as cavernas, com o uso de redes compostas por quatro à cinco pontos de aferição e registro simultâneo em cada uma delas, em intervalos regulares de trinta minutos, durante um ano. Outro aspecto digno de nota é o uso, provavelmente pioneiro no mundo, da metodologia de capacidade de carga de Cifuentes (Cifuentes-Arias et al., 1999) em cavernas – originalmente desenvolvida para trilhas em florestas tropicais. Parte deste estudo também foi conduzido na forma de uma dissertação de mestrado, de Silva (2003).

Os principais resultados advindos desta contribuição, além do conhecimento da dinâmica atmosférica das cavernas estudadas, foram no campo metodológico. Especial destaque para a confirmação da utilidade da metodologia de capacidade de carga de Cifuentes em cavernas cuja variação climática possua alta correlação com o meio externo, como é o caso das grutas do Lago Azul e Nossa Senhora Aparecida. Para a gruta do Lago Azul, esta correlação é ainda maior, pois reflete diretamente até mesmo na umidade relativa do ar (UFMS, 2002; Boggiani et al., 2007).

3.3. Terceira fase: os estudos e monitoramentos do início do século XXI

Se até o final do século XX o panorama geral dos estudos espeleoclimáticos brasileiros ainda era restrito, o início do século XXI trouxe novo alento quantitativo de estudos sobre a atmosfera subterrânea no país. Sem margem de dúvidas, o grande fator motivador destes estudos foi o aumento da cobrança dos órgãos

ambientais estaduais e federais quanto ao adequado manejo de cavernas abertas ao turismo. Bons exemplos nesse sentido foram feitos nas grutas de Botuverá, em Santa Catarina (Rabelo et al., 2003), no período entre dezembro de 1999 e novembro de 2000; e de Ubajara, no Ceará (Veríssimo et al., 2003, 2005), entre outubro de 2002 e junho de 2003.

No primeiro caso, as principais hipóteses levantadas giravam em torno dos impactos do uso turístico no espeleoclima e, por consequência, nos espeleotemas e na fauna. Para tanto, foram instalados equipamentos de monitoramento e registro simultâneo de temperatura e umidade relativa do ar – quatro, ao todo –, de registro do tempo de iluminação artificial, dado que a gruta era iluminada com lâmpadas incandescentes e fluorescentes, além de monitoramento de gotejamento em um espeleotema. De um modo

geral, os autores não identificaram relações entre a presença de turistas, ou mesmo da iluminação elétrica utilizada – à exceção da proximidade dos holofotes – com um aumento da temperatura atmosférica na caverna, descartando a hipótese de impactos do turismo no espeleoclima (Rabelo et al., 2003).

Para a gruta de Ubajara, no Ceará, o estudo realizado focou na relação entre o espeleoclima e a capacidade de carga turística da caverna. Para tanto, se utilizaram de 14 termohigrômetros com registradores de dados, distribuídos entre a área externa e o interior da cavidade. As principais conclusões apontaram variações nos parâmetros aferidos em função da dinâmica atmosférica externa à caverna (Veríssimo et al., 2003, 2005). De um modo geral, parte dos principais resultados deste trabalho são ilustrados na Figura 2.

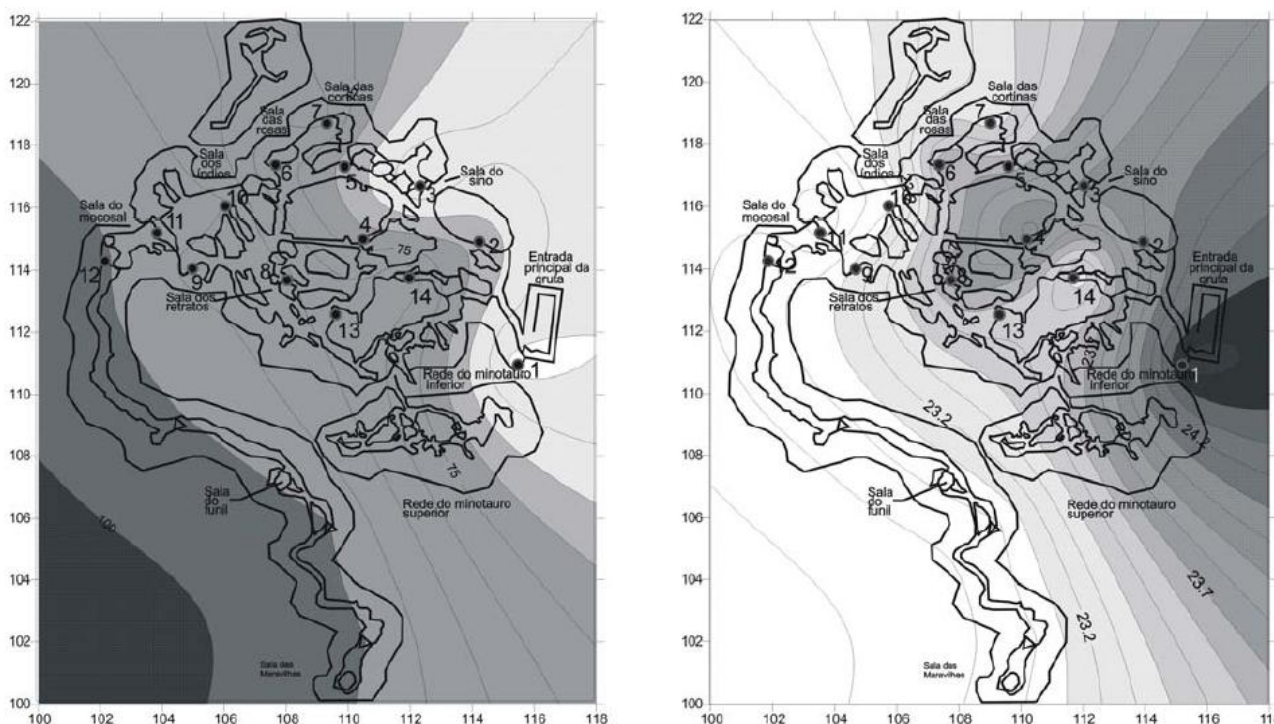


Figura 2 – Mapa em planta baixa de isógradas (esquerda) e isotermas (direita) da gruta de Ubajara-CE, cuja desenvolvimento total é de 1.120m. As linhas pretas representam os condutos das cavernas e as áreas em tons de cinza, as diferenças nos parâmetros aferidos (Veríssimo et al., 2003, 2005)

Figure 2: Floorplan map of Ubajara cave – total length of 1.120m –, showing the horizontal lamination of relative umidity (left) and air temperature (right). The black lines highlight the cave contour, and the areas in gray scale the differences in the measured parameters (Veríssimo et al., 2003, 2005)

Outros trabalhos visando contribuições ao manejo turístico também foram realizados, como no abismo Anhumas, em Bonito-MS (Costa Júnior, 2004); na gruta do Chapéu, em Apiaí-SP (Sgarbi, 2003); na caverna de Santana, em Iporanga-SP (Sgarbi, 2003;

Scaleante, 2003; Lobo et al., 2009a); na gruta de Maquiné, em Cordisburgo-MG (Lima; Moraes, 2006); na gruta Colorida, em Ribeirão Grande-SP (Longhitano et al., 2007; Rocha et al., 2007); na gruta do Penhasco, em Buritinópolis-GO (Lobo; Zago, 2010) – cujo

resultado é ilustrado na Figura 3; na gruta do Morro Preto, em Iporanga-SP (Lobo et al., 2009b), com parte dos resultados exibidos na Figura 4; e na lapa de Antônio Pereira, localizada em município homônimo, em MG (TRAVASSOS, 2010). O ponto comum entre estes estudos é a simplificação metodológica nos processos de coleta de dados, se atendo a monitoramentos de curto prazo – variável entre um e sete dias –, perfis higrótérmicos e baixa densidade amostral espacial. O mesmo perfil metodológico se repete nos trabalhos realizados em 28 cavernas do Estado de São Paulo, para elaboração de seus respectivos planos de manejo espeleológico. Este trabalho se caracterizou por uma amostragem temporal e espacialmente restrita de dados, nem sempre representativa da dinâmica atmosférica subterrânea, em função de sua característica exploratória. Tal prática precisa ser observada com a devida cautela, sobretudo em função do

objetivo dos estudos, centrado na análise dos impactos de visitação, a qual prescinde um conhecimento mais amplo do regime da dinâmica atmosférica habitual de cada caverna (cf. Cigna, 2002a, b, entre outros).

Além dos trabalhos especificamente focados em questões de manejo, outros relativos à pesquisas de pós-graduação também têm sido produzidos nos anos 2000. O primeiro deles, em ordem cronológica, é de autoria de Oduvaldo Viana Júnior, que monitorou entre junho de 2000 e setembro de 2001 a temperatura e umidade relativa do ar em dois pontos da já citada caverna de Santana. O objetivo de seu estudo estava centrado na análise da fácies de percolação vadosa autogênica da caverna, utilizando o espeleoclima como dado acessório para as análises efetuadas (Viana Júnior, 2002).

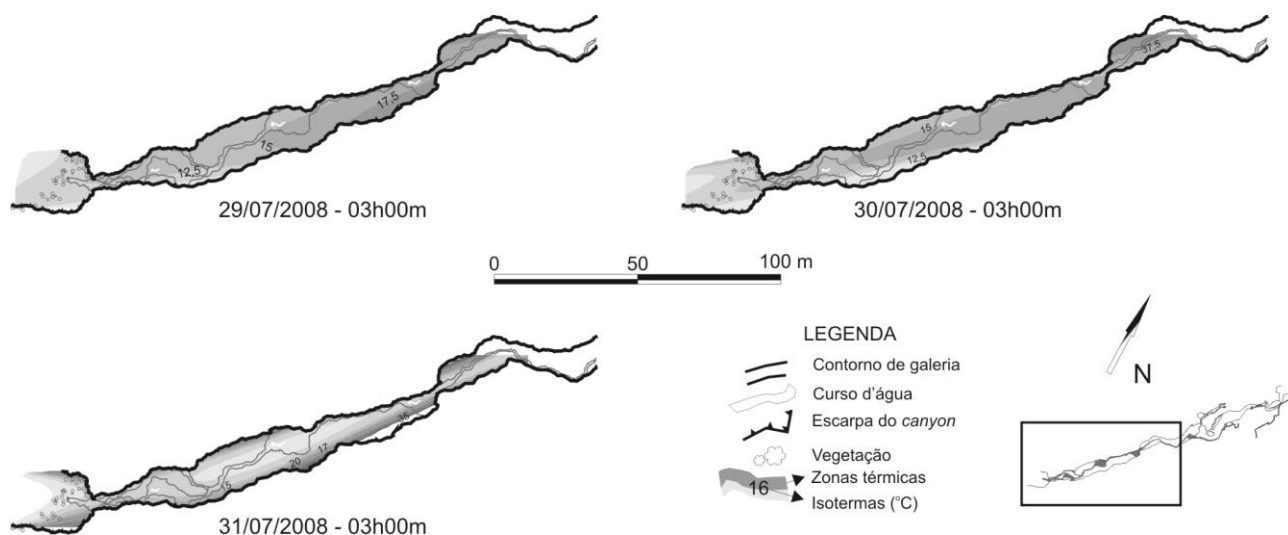


Figura 3: Planta baixa da gruta do Penhasco, ilustrando o impacto de um experimento com o uso de três carbureteiras em suas isotermas. A figura do dia 29.jul. é anterior ao experimento, a do dia 30.jul. corresponde à aprox. 6 horas após o experimento, com o aparecimento de uma isoterma de 37,5°C ao fundo da área monitorada, próxima ao local onde as carbureteiras se concentraram. A do dia 31.jul. apresenta uma modificação total na atmosfera subterrânea da cavidade (Lobo; Zago, 2010).

Figure 3: Floorplan of Penhasco grotto, showing the impacts of an experimental study which used three carbide-based illuminations simultaneously inside the cave. The figure of July, 29 represents the cave atmosphere before the experiment; the July, 30 corresponds to 6 hours after the experiment, with a new thermal zone of 37,5°C, close to the deepest monitored site of the grotto, a few meters from the place where the carbide lights stayed for 3 hours. In the last figure, July 31, its possible to see a complete modification in the patterns of air temperature inside the grotto (Lobo; Zago, 2010)

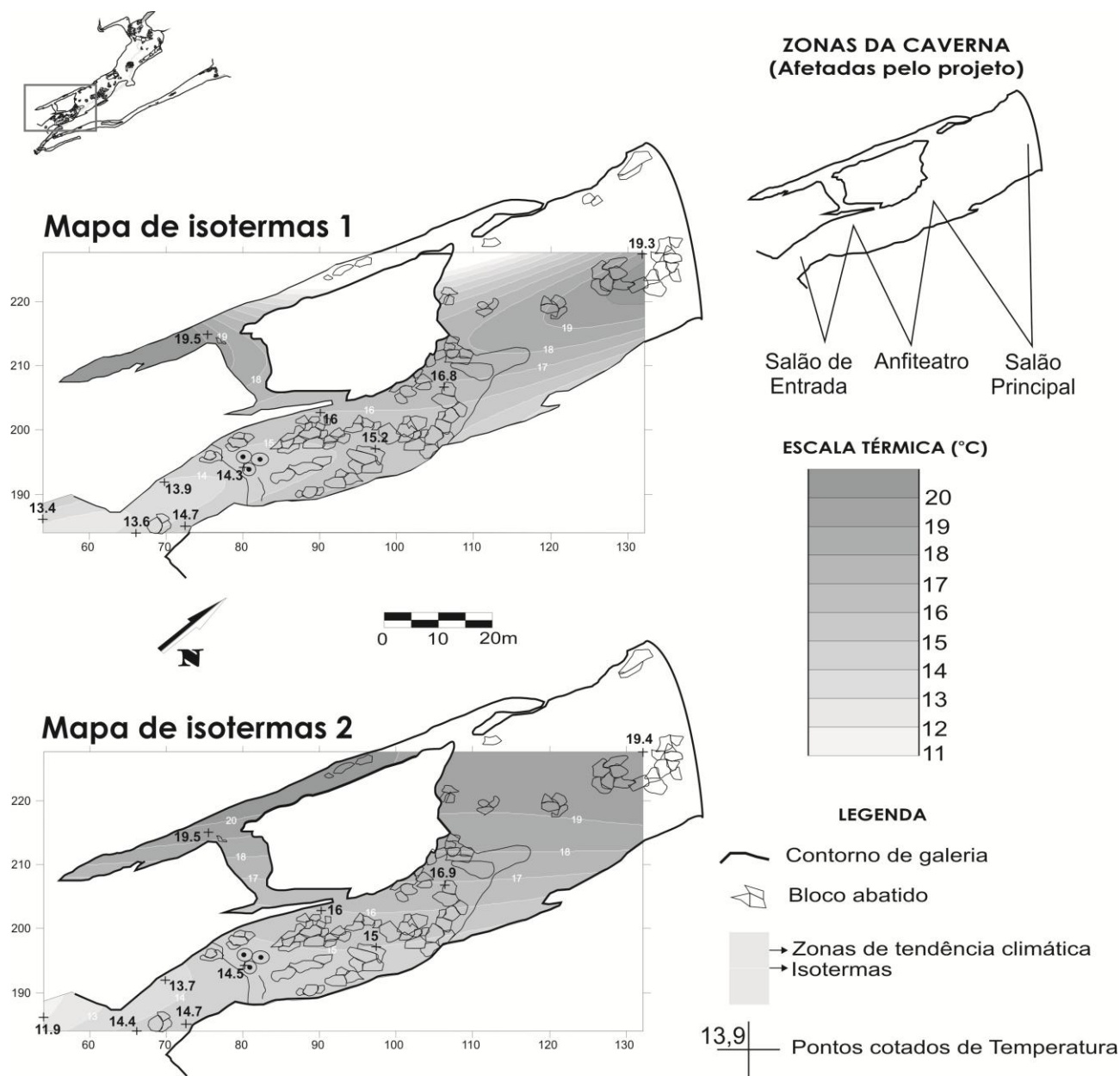


Figura 4: Superfícies de tendência de terceira ordem para o espeleoclima da gruta do Morro Preto, considerando duas situações: 1 – antes do evento, às 9:00 hs do dia 17/05/2008; 2 – aproximadamente 18 hs após o evento, às 9:00 hs do dia 18/05/2008. O evento musical teve início à 15:00 hs e encerramento às 16:00 h do dia 17/05/2008 (Lobo et al., 2009b).

Figure 4: Partial floorplan with trend surfaces (3rd. order) of the Morro Preto grotto' speleoclimite, considering two different situations: 1 – before the musical event, at 9:00 a.m. from may, 17 2008. The event was realized in may, 17 2008, started to 15 p.m. and finished 16 p.m.; 2 – nearly 18 hours after the musical event, close to 9 a.m. from may, 18 2008 (Lobo et al., 2009b).

Uma segunda pesquisa identificada nesse sentido é de autoria de Simone Alberigi, que trabalha desde 2003 com o monitoramento de ^{222}Rn nas cavernas Santana, Morro Preto, Couto, Alambari de Baixo, Laje Branca e Água Suja (Alberigi, 2006). Em um primeiro momento as pesquisas atenderam ao seu mestrado, e na atualidade, estão focadas no doutorado. Os resultados destas pesquisas demonstram que os níveis de ^{222}Rn no ar das cavernas

monitoradas não são alarmantes para a saúde humana, nem mesmo dos condutores de visitantes, que adentram as cavernas com maior frequência. Parte de seus resultados já foi publicada nos trabalhos de Campos et al. (2006), Alberigi; Pecequilo (2007, 2008).

A terceira pesquisa identificada foi conduzida por Bárbara Nazaré Rocha, em dez cavernas do Parque Estadual Intervales, SP. A autora trabalhou em seu mestrado com a

caracterização do espeleoclima das cavernas e sua relação com a visitação.

Por fim, a pesquisa de doutorado de Heros Augusto Santos Lobo, sobre a capacidade de carga com base em parâmetros microclimáticos na caverna de Santana. O autor está desenvolvendo um método de capacidade de carga para cavernas baseado nas alterações registradas em parâmetros atmosféricos fundamentais em função da presença humana.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teórica realizada permitiu a constatação de dois pontos fundamentais em relação ao estudo do espeleoclima no Brasil:

1. Embora as pesquisas sejam recentes no país, com aproximadamente meio século de história sobre o tema, nota-se nítida evolução nos procedimentos, técnicas e instrumentos utilizados. Partindo dos termômetros analógicos e psicômetros aos termohigrômetros com registrador de dados acoplados e descarga de memória, não somente a evolução tecnológica é perceptível, mas também a possibilidade de obtenção de séries mais longas e confiáveis de dados – em função de seu registro automático, independente da presença humana. Todavia, no Brasil os procedimentos de registro e análise de dados ainda estão aquém do encontrado em países como Eslovênia, França, Espanha, Eslováquia, Austrália ou Estados Unidos, onde já são utilizadas redes integradas de monitoramento atmosférico subterrâneo com transmissão de dados em tempo real para os respectivos institutos de pesquisa ou universidades, tal como demonstrado no trabalho de Fernandez-Cortés (2004).
2. Embora a pressão dos órgãos ambientais públicos tenha aumentado nos últimos anos, a maior parte dos estudos ainda é desenvolvida pela iniciativa privada ou por estudos vinculados a universidades. Considerando que a maioria dos trabalhos desta ordem tem um prazo pré-estabelecido para seu término, as cavernas brasileiras ficam sem o devido acompanhamento de longo termo acerca de sua variabilidade atmosférica subterrânea. Esta lacuna de informação dificulta, inclusive, o

estabelecimento de procedimentos mais adequados de manejo e conservação focados em aspectos biológicos, ecológicos e geológicos cuja interface com o espeleoclima já seja conhecida e considerada relevante.

5. AGRADECIMENTOS

Ao revisor da Espeleo-Tema, por suas fundamentais contribuições ao manuscrito original.

5. REFERENCIAS

- ABRAHAM, R. The misuse of mathematics. In: EMMER, M.; QUARTERONI, A. (Eds.) **Mathknow: Mathematics, applied sciences and real life**. Milão: Springer, 2009. v.3, p.1-8.
- ALBERIGI, S. **Avaliação da exposição ao ²²²Rn nas cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR)**. 2006. 63 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear – Aplicações), Instituto de Pesquisa em Energia Nuclear, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- ALBERIGI, S.; PECEQUILO, B.R.S. Caves of Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP, Brazil: a study of indoor radon levels and impact of seasonal temperature and humidity. In: INTERNATIONAL NUCLEAR ATLANTIC CONFERENCE, 2007, Santos, SP. **Proceedings**. Santos: ABEN, 2007. p. 1-6.
- ALBERIGI, S.; PECEQUILO, B.R.S. Níveis de Radônio em cavernas do Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR). **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, Campinas, v.1, n.1, p.43-55, 2008.
- ASSUNÇÃO, L.G. Exploração da caverna da Marreca. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.8, p.23-25, 1976.
- BADINO, G. Cave temperatures and global climatic change. **International Journal of Speleology**, Bologna, v.33, n.1, p.103-114, 2004.
- BAILEY, W.G. Microclimatology. In: OLIVER, J.E. (Ed.) **Encyclopedia of world**

- climatology**. Dordrecht: Springer, 2005. p.486-499.
- BOGGIANI, P.C.; SILVA, O.J.; GESICKI, A.L.D.; GALATI, E.; SALLES, L.O.; LIMA, M.M.E.R. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). **Geociências**, Rio Claro, v.26, n.4, p.333-348, 2007.
- BOURGES, F.; GENTHON, P.; MANGIN, A.; D'HULST, D. Microclimates of l'Aven d'Ornac and other French limestone caves (Chauvet, Esparros, Marsoulas). **International Journal of Climatology**, v.26, p.1651-1670, 2006.
- BUECHER, R.H. Microclimate study of Kartchner caverns, Arizona. **Journal of Cave and Karst Studies**, Huntsville, v.61, n.2, p.108-120, 1999.
- CAMPOS, M.P.; PECEQUILO, B.R.S.; ALBERIGI, S.; MAZZILLI, B.P. Thoron exposure among tour guides in southern Brazilian show caves. **International Journal Low Radiation**, v.3, n.2/3, p.217-223, 2006.
- CARVALHO, S.M. Microclimatologia subterrânea da gruta Olhos d'Água (Castro, PR). In: DITZEL, C. de H.M.; SAHR, C.L.L. **Espaço e cultura: Ponta Grossa e os Campos Gerais**. Ponta Grossa: UEPG, 2001. p.443-462.
- CÉSAR JÚNIOR, N. da S. Estudo meteorológico do laboratório subterrâneo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 14, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: SBE/CPG, 1980. p.140-147.
- CIFUENTES-ARIAS, M.; MESQUITA, C.A.B.; MÉNDEZ, J.; MORALES, M.E.; AGUILAR, N.; CANCINO, D.; GALLO, M.; RAMIREZ, C.; RIBEIRO, N.; SANDOVAL, E.; TURCIOS, M. **Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica**. Turrialba: CATIE/WWF, 1999. 99 p.
- CHOPPY, J.; CIGNA, A.A. Proposition pour une etude micro-climatique en zones souterraines profondes. **International Journal of Speleology**, Bologna, v.23, n.1/2, p.91-93, 1994.
- CIGNA, A. A. Modern trend in cave monitoring. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v.31, n.1, p.35-54, 2002a.
- CIGNA, A. A. Monitoring of caves: conclusions and recommendations. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v.31, n.1, p.175-177. 2002b.
- CIGNA, A.A. Climate of caves. In: GUNN, J. (Ed.) **Encyclopedia of caves and karst science**. London: Taylor & Francis, 2004. p.467-475.
- CIGNA, A. A. Radon in caves. **International Journal of Speleology**, Bologna, v.34, n.1/2, p.1-18, 2005.
- CIGNA, A.A.; FORTI, P. The speleogenetic role of air flow caused by convection. 1st. contribution. **International Journal of Speleology**, Bologna, v.15, p.41-52, 1986.
- COLLET, G.C. Programa de trabalho para o laboratório subterrâneo de pesquisas – período 1976 – SBE. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.7, p.7-8, 1976.
- COSTA JÚNIOR, E.P.D. **Abismo Anhumas (MS 04): plano de manejo espeleológico**. rev. e ampl. Bonito: Abismo Anhumas, 2004. . 167 p.
- COURA, J.F.; HASHIZUME, B.R. Província espeleológica de Januária. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10, 1975, Ouro Preto. **Anais do X...** Ouro Preto: SBE/SEE, 1975. p.41-52.
- DRAGOVITCH, D.; GROSE, J. Impact of tourism in carbon dioxide levels at Jenolan caves, Australia: an examination of microclimatic constraints on tourist cave management. **Geoforum**, v.21, n.1, p.111-120, 1990.
- DREYBRODT, W.; GRABROVSEK, F.; PERNE, M. Condensation corrosion: a theoretical approach. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v.34, n.2, p.317-348, 2005.
- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A. **Caracterización microclimática de cavidades y análisis de la influencia antrópica de su uso turístico**. 2004. 424 p. Tese (Doutorado em Hidrogeologia e Química Analítica), Universidad de Almería. Almería.

- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; CALAFORRA, J.M.; SÁNCHEZ-MARTOS, F.; GISBERT, J. Microclimate processes characterization of the giant geode of Pulpí (Almería, Spain): technical criteria for conservation. **International Journal of Climatology**, v.26, p.691-706, 2006a.
- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; CALAFORRA, J.M.; SÁNCHEZ-MARTOS, F. Spatiotemporal analysis of air condition as a tool for the environmental management of a show cave (Cueva del Agua, Spain). **Atmospheric Environment**, v.40, p. 7378-7394, 2006b.
- FOKEN, T. **Micrometeorology**. Berlin: Springer-Verlag, 2008. 306 p.
- FORTI, P. Espeleothems (palestra). INTERNATIONAL CONGRESS OF SPELEOLOGY, 15, 2009, Kerrville. **CD-ROM**. Kerrville: UIS/NSS, 2009.
- FREITAS, C.R. de; SCHMEKAL, A. Condensation as a microclimate process: measurement, numerical simulation and prediction in the Glowworm cave, New Zealand. **International Journal of Climatology**, v.23, p.557-575, 2003.
- GEIGER, R. Microclimatology. In: MALONE T.F. (ed.) **Compendium of meteorology**. Boston: American Meteorological Society, 1951. p. 993-1003.
- GONZÁLEZ; E.L.; ZAVAN, S. da S. Análises físico-químicas e bacteriológicas em águas provenientes de algumas cavernas do Alto Ribeira, SP. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.15, p.43-52, 1986.
- GUSSO, G.L.N. Complexo Alambari/1974. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.10, p.15-16, 1976.
- HEATON, T. Caves: a tremendous range in energy environments on earth. **National Speleological Society News**, Huntsville, v.08, n.44, p.301-304, 1986.
- HOENEN, S.; MARQUES, M.D. Adaptação temporal e o ambiente cavernícola: uma interpretação. **Biotemas**, v.13, n.1, p.129-144, 2000.
- HOYOS, M.; SOLER, V.; CAÑAVÉRAS, J.C.; SÁNCHEZ-MORAL, S.; SANZ-RUBIO, E. Microclimatic characterization of a karstic cave: human impact on microenvironmental parameters of a prehistoric rock art cave (Candamo cave, Northern Spain). **Environmental Geology**, Berlin, v.33, n.4, p.231-242, 1998.
- KRANJC, A.; OPARA, B. Temperature monitoring in Skocjanske Jame caves. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v.31, n.1, p.85-96, 2002.
- KRÜGER, M.V. A gruta da Tapagem – II parte. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.25, n.4, p.173-177, 1967.
- LEAL, J.R.L.V. Gruta da Água Suja. **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.27, p.37-42, 1969.
- LENTON, T.M. Gaia and natural selection. **Nature**, v.394, p.439-447, 1998.
- LIMA, T.F.; MORAES, M.S. de. Contribuições para o desenvolvimento de plano de manejo em ambiente cavernícola – gruta do Maquiné: um estudo de caso. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.14, n.1/2, p.45-53, 2006.
- LIÑÁN, C.; VADILLO, I.; CARRASCO, F. Carbon dioxide concentration in air within the Nerja cave (Malaga, Andalusia, Spain). **International Journal of Speleology**, v.37, n.2, p.99-106, 2008.
- LOBO, H.A.S.; ZAGO, S. Iluminação com carbureteiras e impactos ambientais no microclima de cavernas: estudo de caso da lapa do Penhasco, Buritópolis-GO. **Geografia**, Rio Claro, v.35, n.1, p.183-196, 2010.
- LOBO, H.A.S.; PERINOTTO, J.A. de J.; POUDOU, S. Análise de agrupamentos aplicada à variabilidade térmica da atmosfera subterrânea: contribuição ao zoneamento ambiental microclimático de cavernas. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v.11, n.1, p.22-35, 2009a.
- LOBO, H.A.S.; PERINOTTO, J.A. de J.; BOGGIANI, P.C.; ZAGO, S. Eventos musicais causam impactos no microclima de cavernas? Avaliação das alterações na atmosfera subterrânea da gruta Morro Preto (PETAR, Iporanga-SP). **Geonomos**, Belo Horizonte, v.17, n.1, p.01-10, 2009b.

- LONGHITANO, G.A.; ROCHA, B.N.; ÂNGELO FURLAN, S. Caracterização microclimática da gruta Colorida Parque Estadual de Intervalos, SP. In: RASTEIRO, M.A.; SILVA, L.A. da.; LEVY, M. de O.P.; LUCON, T.N.; RENÓ, R. (Eds). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 29, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: SBE/SEE, 2007. p.183-189.
- LOVELOCK, J. **Gaia**: cura para um planeta doente. São Paulo: Cultrix, 2006. 192 p.
- MANGIN, A.; ANDRIEUX, C. Infiltration et environnement souterrain, le role de l'eau sur les paramètres climatiques. **Actes des Journées Félix Trombe**, Moulis, p.79-95, 1988.
- MANGIN, A.; BOURGES, F.; D'HULST, D. La conservation des grottes ornées: un problème de stabilité d'un système naturel (l'exemple de la grotte préhistorique de Gargas, Pyrénées françaises). **Earth and Planetary Sciences**, London, p.295-301, 1999.
- MATOS, F.A. A gruta da Tapagem ("Caverna do Diabo"). **Revista da Escola de Minas**, Ouro Preto, v.24, n.3, p.1-8, 1966.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206p.
- MERTZ, O.; HALSNÆS, K.; OLESEN, J.E.; RASMUSSEN, K. Adaptation to climate change in developing countries. **Environmental Management**, v.43, p.743-752, 2009.
- MILKO, P. Medidas físicas e químicas – expedição Goiás 79. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.14, p.116-122, 1984.
- MOREIRA, J.R. de A.; TRAJANO, E. Estudo do topoclima de cavernas da província espeleológica arenítica Altamita-Itaituba, Pará. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.16, p.75-82, 1992.
- PAVIA, F. Influencia de la geomorfologia karstica em las características climáticas de las grutas y abrigos. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10, 1975, Ouro Preto. **Anais do X...** Ouro Preto: SBE/SEE, 1975. p.227-245.
- PFLITSCH, A.; PIASECKI, J. Detection of an airflow system in Niedzwiedzia (Bear) cave, Kletno, Poland. **Journal of Cave and Karst Studies**, v.65, n.3, p.160-173, 2003.
- RABELO, L.; ROCHA, L.F.S.; ZILLI, L.A. Monitoramento climático do ambiente cavernícola para determinação da capacidade de visitação – estudo de caso: gruta de Botuverá-SC. In: WORKSHOP MANEJO DE CAVERNAS, 1, São Paulo. **Palestra**. São Paulo: Redespeleo, 2003. Disponível em: http://www.redespeleo.org/eventos/manejo/apre/Monitoramento_Botuvera_Luis_Rocha.pdf. Acesso em: 12 jan. 2010.
- ROCHA, B.N.; LONGHITANO, G.A.; ÂNGELO FURLAN, S. Levantamento climático-faunístico preliminar da gruta Colorida do Parque Estadual de Intervalos, SP. In: RASTEIRO, M.A.; SILVA, L.A. da.; LEVY, M. de O.P.; LUCON, T.N.; RENÓ, R. (Eds). CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 29, Ouro Preto. **Anais**. Ouro Preto: SBE/SEE, 2007. p.243-246.
- SÁNCHEZ-MORAL, S.; SOLER, V.; CAÑAVÉRAS, J.C.; SANZ-RUBIO, E.; VAN GRIEKEN, R.; GYSELS, K. Inorganic deterioration affecting Altamira cave, N Spain: quantitative approach to wall-corrosion (solutional etching) processes induced by visitors. **The Science of the Total Environment**, v.243/244, p.67-84, 1999.
- SCALEANTE, J.A.B. **Avaliação do impacto de atividades turísticas em cavernas**. 2003. 82. p. Dissertação (Mestrado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.
- SGARBI, M.C. **Metodologia de manejo em cavernas para minimização de impactos ambientais decorrentes de atividade antrópica – Estudo de caso gruta do Chapéu e caverna Santana, Parque Estadual do Alto Ribeira/SP**. 2003. 47 p. Relatório de Iniciação Científica (Graduação em Ciências Biológicas), Universidade de Mogi das Cruzes. Mogi das Cruzes.
- SILVA, L.A. da. Relatório de excursão – Januária, MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 10,

- 1975, Ouro Preto. **Anais do X...** Ouro Preto: SBE/SEE, 1975. p. 23-40.
- SILVA, O.J. da. **Monitoramento da temperatura e umidade e definição de capacidade de carga turística das grutas do Lago Azul e Nossa Senhora Aparecida (Bonito - MS)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais), Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande.
- SLAVEC, P. Pesquisas do conjunto hidrológico das Areias, município de Iporanga, Estado de São Paulo. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.8, p.16-22, 1976a.
- SLAVEC, P. Abismo de Furnas. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.10, p.19-24, 1976b.
- SONDAG, F.; RUYMBEKE, M.V.; SOUBIÈS, F.; SANTOS, R.; SOMERHAUSEN, A.; SEIDEL, A.; BOGGIANI, P. Monitoring present day climatic conditions in tropical caves using an Environmental Data Acquisition System (EDAS). **Journal of Hydrology**, v.273, p.103-118, 2003.
- STOEVA, P.; STOEVA, A. Cave air temperature response to climate and solar and geomagnetic activity. **Memorie Della Società Astronomica Italiana**, v.76, p.1042-1047, 2005.
- TEMPERINI, M.T. O ambiente das grutas. **Espeleo-Tema**, São Paulo, v.8, p.5-7, 1976.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. **Biologia subterrânea**: introdução. São Paulo: Redespeleo, 2006. 92 p.
- TRAVASSOS, L.E.P. **A importância cultural do carste e das cavernas**. 2010. 372 p. Tese (Doutorado em Geografia), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Belo Horizonte.
- UFMS – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Estudo de impacto ambiental da visitação turística do Monumento Natural Gruta do Lago Azul – Bonito, MS**. Campo Grande: UFMS, 2002. 153 p.
- VIANA JÚNIOR, O. **Hidroquímica, hidrologia e geoquímica isotópica (O e H) da fácies de percolação vadosa autogênica, caverna Santana, Município de Iporanga, Estado de São Paulo**. 2002. 113 p. Dissertação (Mestrado em Geoquímica). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- VERÍSSIMO, C.U.V.; SOUZA, A.E.B.A.; RICARDO, J.M.; BARCELOS, A.C.; NOGUEIRA NETO, J.A.; REIS, M.G. Microclima e espeleoturismo na gruta de Ubajara, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, Januária. **Anais**. Januária: SBE, 2003. p.1-9.
- VERÍSSIMO, C.U.V.; RICARDO, J.M.; BARCELOS, A.C.; NOGUEIRA NETO, J.A.; SILVA FILHO, W.F.; NACIMENTO JÚNIOR, J.V.; PAIVA, A.O. Espeleoturismo e microclima da gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, Recife, v.15, p.244-253, 2005.
- WATSON, A.J.; LOVELOCK, J.E. Biological homeostasis of the global environment: the parable of Daisyworld. **Tellus**, v.35B, p.284-289, 1983.
- WILLIAMS, G.C. Gaia, nature worship and biocentric fallacies. **The Quarterly Review of Biology**, v.67, n.4, p.479-486, 1992.
- ZELINKA, J. Microclimatic research in the Slovakian show caves. **Acta Carsologica**, Ljubljana, v.31, n.1, p.151-163, 2002.



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

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

SUMÁRIO DE TÍTULOS – VOLUME 21 (SUMMARY OF TITLES – VOLUME 21)

ARTIGOS ORIGINAIS / ORIGINAL ARTICLES

Carste em litologias não-carbonáticas:

Mudanças recentes na circulação subterrânea do rio Quebra-Pedra (furna do Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná)

Recent changes in the groundwater flow of the Quebra-Pedra river (“furna” of the Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná state)

Henrique Simão Pontes, Heder Leandro Rocha, Laís Luana Massuqueto, Mário Sérgio de Melo, Gilson Burigo Guimarães & Mario Cezar Lopes 7

Prospecção e mapeamento:

Expedição Jurassic Cave 2009 Akakor Geographical Exploring

Expedición Jurassic Cave 2009 Akakor Geographical Exploring

Soraya Ayub & Franco Gherlizza 17

Prospecção e mapeamento:

Inventário das paisagens cársticas do município de Paripiranga, Bahia, Brasil

Karstic landscapes inventory of the city of Paripiranga, Bahia, Brazil

Matusalém Silva Santana, Fernando Andrade Silva & Carlos Eduardo Silva 29

Espeleobiologia:

Occurrences of *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) in underground environments in Brazil

*Ocorrência de *Erythracarus nasutus* Otto, 1999 (Anystoidea: Anystidae) em ambientes subterrâneos no Brasil*

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Jeferson Luiz de Carvalho Mineiro, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira 119

Climatologia:

Histórico das pesquisas espeleoclimáticas em cavernas brasileiras

Historic of speleoclimatic researches in brazilian caves

Heros Augusto Santos Lobo 131

RELATOS DE EXPERIÊNCIAS

Mendoza: un programa provincial que busca superar los problemas estructurales de toda la espeleología argentina

Mendoza: a provincial program attempting to overcome structural problems of all of argentinean speleology

Carlos Benedetto 43

OPINIÃO

Legislação para a proteção do patrimônio espeleológico brasileiro: mudanças, conflitos e o papel da Sociedade Civil

Legislation for the protection of brazilian speleological heritage: changes, conflicts and the role of Civil Society

Luiz Afonso Vaz de Figueiredo, Marcelo Augusto Rasteiro & Pavel Carrijo Rodrigues 49

Instrução Normativa MMA 2/09 - método de classificação do grau relevância de cavernas aplicado ao licenciamento ambiental: uma prática possível?

Feasibility of brazilian normative act “MMA 2/09” for classification of degree of relevance of caves in the context of environmental licensing

Mylène Berbert-Born 67

Relevância de cavernas: porque estudos ambientais espeleobiológicos não funcionam

Relevance of caves: why environmental studies have been inadequate

Eleonora Trajano & Maria Elina Bichuette

105

RESUMOS DE TESES E DISSERTAÇÕES

A importância cultural do carste e das cavernas

The cultural importance of karst and caves

Luiz Eduardo Panisset Travassos

113

ÍNDICE DE AUTORES – VOLUME 21
(INDEX OF AUTHORS – VOLUME 21)

A

Ayub, 17

B

Benedetto, 43
Berbert-Born, 67
Bernardi, 119
Bichuette, 105

F

Ferreira, 119
Figueiredo, 49

G

Gherlizza, 17
Guimarães, 7

L

Lobo, 131
Lopes, 7

M

Massuqueto, 7
Melo, 7
Mineiro, 119

P

Pontes, 7

R

Rasteiro, 49
Rocha, 7
Rodrigues, 49

S

Santana, 29
Silva-a, 29
Silva-b, 29
Souza-Silva, 119

T

Trajano, 105
Travassos, 113

QUADRO DE AVALIADORES – VOLUME 21
(BOARD OF REVIEW – VOLUME 21)

No ano de 2010, os originais recebidos foram avaliados pelos seguintes pesquisadores:

Dr. Abel Perez Gonzalez
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Dra. Eleonora Trajano
Universidade de São Paulo (USP)

Dr. Gustavo Armani
Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (IG-SMA/SP)

MSc. Heros Lobo
Universidade Estadual Paulista (Unesp-Rio Claro)

Dra. Maria Elina Bichuette
Universidade Federal de São Carlos (Ufscar)

Dr. Paulo César Boggiani
Universidade de São Paulo (USP)

Dr. Rodrigo Lopes Ferreira
Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Dr. Valter Gama de Avelar
Universidade federal do Amapá (UNIFAP)

Dr. William Sallun Filho
Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (IG-SMA/SP)

GESTÃO EDITORIAL - 2010

Durante o ano de 2010, a revista *Espeleo-Tema* apresentou o seguinte fluxo editorial de avaliação de originais:

Originais recebidos em 2010: 14
Originais publicados em 2010: 09
Originais aprovados em 2010: 02
Originais recebidos em 2010 em processo de avaliação: 02

Web site (no período de 01/01/2010 a 31/12/2010)

Total de *page views* (página da revista): 3.254

Total de *page views* (página de cada número)

Volume 21 Número 1: 1.032

Volume 20 Números 1-2: 1.995

Total de *downloads* (revista completa):

Volume 21 Número 1: 611

Volume 20 Números 1-2: 1.266

Total de *downloads* (por artigo):

Volume 21 número 1 - p. 000-005: 105

Volume 21 número 1 - p. 007-016: 147

Volume 21 número 1 - p. 017-028: 104

Volume 21 número 1 - p. 029-041: 119

Volume 21 número 1 - p. 043-048: 77

Volume 21 número 1 - p. 049-065: 93

Volume 21 número 1 - p. 067-103: 103

Volume 21 número 1 - p. 105-112: 120

Volume 21 número 1 - p. 113-114: 110

Volume 20 números 1-2 - p. 000-005: 281

Volume 20 números 1-2 - p. 007-023: 722

Volume 20 números 1-2 - p. 025-036: 510

Volume 20 números 1-2 - p. 037-047: 391

Volume 20 números 1-2 - p. 049-058: 614

Volume 20 números 1-2 - p. 059-060: 209

Heros Augusto Santos Lobo
Editor-Chefe

Marcelo Augusto Rasteiro
Editor Executivo



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

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