

December 2011

## Tourism and Karst Areas, Volume 4, No. 2, 2011

Heros Augusto Santos Lobo

Follow this and additional works at: [https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles)

---

### Recommended Citation

Santos Lobo, Heros Augusto, "Tourism and Karst Areas, Volume 4, No. 2, 2011" (2011). *KIP Articles*. 4722.  
[https://digitalcommons.usf.edu/kip\\_articles/4722](https://digitalcommons.usf.edu/kip_articles/4722)

This Article is brought to you for free and open access by the KIP Research Publications at Digital Commons @ University of South Florida. It has been accepted for inclusion in KIP Articles by an authorized administrator of Digital Commons @ University of South Florida. For more information, please contact [digitalcommons@usf.edu](mailto:digitalcommons@usf.edu).



*Rio Olho d'Água, RPPN Cabeceira do Prata (Jardim, MS) - photo/foto: Marcelo Krause - see page/vide página: 111.*

## Original Articles/Artigos Originais

### **Efeitos do uso turístico sobre cavidades subterrâneas artificiais: subsídios para o uso antrópico de sistemas subterrâneos**

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira

### **The conservation of speleological tourist attractions in the central Amazon: situation and perspectives for the environmental protection and tourist management in the Maroaga Cave**

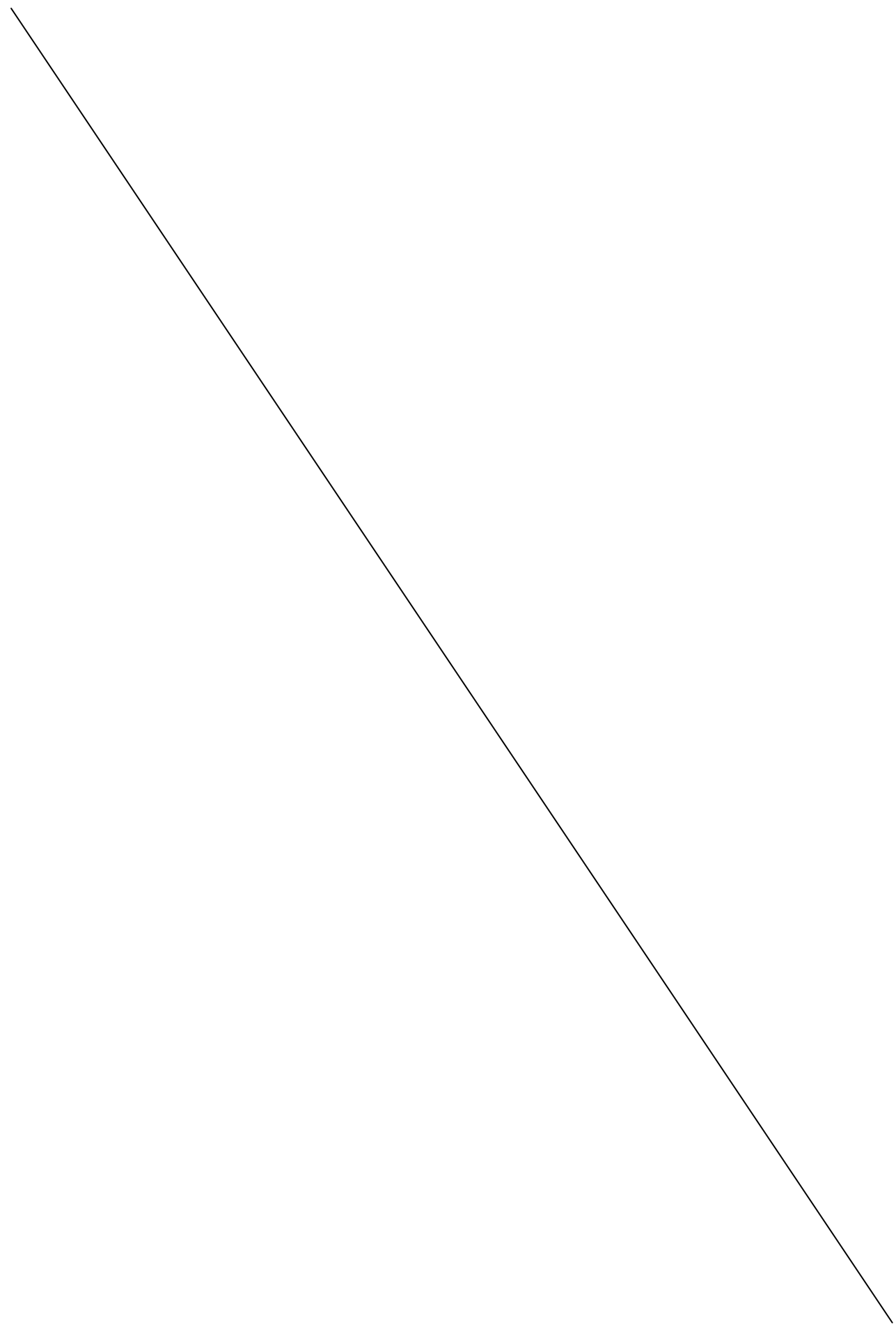
João Rodrigo Leitão dos Reis, Julio César Rodríguez Tello, Alessandro Camargo Angelo & Christina Fischer

### **Turismo em Unidades de Conservação: resultados do plano de manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata – Jardim - MS**

Luiza Spengler Coelho, Maria Caroline Moron Urt, Samuel Duleba & Vinicius Batistelli Lemos

### **Macroinvertebrate community in recreational areas in a karst river (Bonito, Brazil): implications for biomonitoring of tourist activities**

Suzana Cunha Escarpinati, Fabio de Oliveira Roque, Paulino Barroso Medina-Jr & Josué Raizer



## EXPEDIENTE

---



**Sociedade Brasileira de Espeleologia**  
*(Brazilian Speleological Society)*

**Endereço (Address)**

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

**Contatos (Contacts)**

+55 (19) 3296-5421  
[turismo@cavernas.org.br](mailto:turismo@cavernas.org.br)

**Gestão 2011-2013 (Management Board 2011-2013)**

**Diretoria (Direction)**

**Presidente:** Marcelo Augusto Rasteiro  
**Vice-presidente:** Ronaldo Lucrécio Sarmento  
**Tesoureiro:** Pavel Carrijo Rodrigues  
**1º Secretário:** Roberto Rodrigues  
**2º Secretário:** Henrique Simão Pontes

**Conselho Fiscal (Supervisory Board)**

Linda Gentry El-Dash  
Sibele Fernandes de Oliveira Sanchez  
Jefferson Esteves Xavier  
Luciano Emerich Faria – suplente (*alternate*)  
Nilton José Duarte – suplente (*alternate*)

## **TOURISM AND KARST AREAS**

(Formalmente/*Formally*: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)

**Editor-Chefe** (*Editor-in-Chief*)

Dr. Heros Augusto Santos Lobo

*Sociedade Brasileira de Espeleologia, Brasil*

**Editor Associado** (*Associated Editor*)

Dr. Cesar Ulisses Vieira Veríssimo

*Universidade Federal do Ceará – UFC, Brasil*

**Editor Executivo** (*Executive Editor*)

Esp. Marcelo Augusto Rasteiro

*Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE, Brasil*

### **Conselho Editorial**

(*Editorial Board*)

**Dr. Andrej Aleksej Kranjc**

*Karst Research Institute, Eslovênia*

**Dr. Marcos Antonio Leite do Nascimento**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte -*

*DG/UFRN, Brasil*

**Dr. Angel Fernández Cortés**

*Universidad de Alicante, UA, Espanha*

**Dra. Natasa Ravbar**

*Karst Research Institute, Eslovênia*

**Dr. Arrigo A. Cigna**

*International Union of Speleology / International Show*

*Caves Association, Itália*

**Dr. Paolo Forti**

*Università di Bologna, Itália*

**Dr. Edvaldo Cesar Moretti**

*Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD,*

*Brasil*

**Dr. Paulo Cesar Boggiani**

*Universidade de São Paulo – IGc/USP, Brasil*

**Dr. José Alexandre de Jesus Perinotto**

*Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – IGCE/UNESP, Brasil*

**Dr. Paulo dos Santos Pires**

*Universidade Vale do Itajaí – UNIVALI, Brasil*

**MSc. José Antonio Basso Scaleante**

*Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, Brasil*

**Dr. Ricardo José Calembo Marra**

*Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas – ICMBio/CECAV, Brasil*

**MSc. José Ayrton Labegalini**

*Sociedade Brasileira de Espeleologia - SBE, Brasil*

**Dr. Ricardo Ricci Uvinha**

*Universidade de São Paulo – EACH/USP, Brasil*

**Dra. Linda Gentry El-Dash**

*Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Brasil*

**Dr. Sérgio Domingos de Oliveira**

*Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Rosana, Brasil*

**MSc. Livia Medeiros Cordeiro-Borghezan**

*Universidade de São Paulo – USP, Brasil*

**Dr. Tadej Slabe**

*Karst Research Institute, Eslovênia*

**Dr. Luiz Afonso Vaz de Figueiredo**

*Centro Universitário Fundação Santo André – FSA, Brasil*

**Dra. Úrsula Ruchkys de Azevedo**

*CREA-MG, Brasil*

**Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos**

*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC/MG, Brasil*

**Dr. William Sallun Filho**

*Instituto Geológico do Estado de São Paulo – IG, Brasil*

**Dr. Marconi Souza-Silva**

*Faculdade Presbiteriana Gammon – Fagammon/Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS, Brasil*

**Dr. Zysman Neiman**

*Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, Brasil*

### **Comissão de Tradução**

(*Translation Committee*)

**Dra. Linda Gentry El-Dash – Inglês**

## SUMÁRIO (CONTENTS)

<b>Editorial</b>	<b>68</b>
 <b>ARTIGOS ORIGINAIS / ORIGINAL ARTICLES</b>	
<b>Efeitos do uso turístico sobre cavidades subterrâneas artificiais: subsídios para o uso antrópico de sistemas subterrâneos</b> <i>Effects of tourism on use of artificial subterranean cavities: subsidies for anthropogenic use of subterranean systems</i> Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira	<b>71</b>
<b>The conservation of speleological tourist attractions in the central Amazon: situation and perspectives for the environmental protection and tourist management in the Maroaga Cave</b> <i>Conservação de atrativos turísticos espeleológicos na Amazônia central: situação e perspectivas para a proteção ambiental e gestão do turismo na Caverna do Maroaga</i> João Rodrigo Leitão dos Reis, Julio César Rodríguez Tello, Alessandro Camargo Angelo & Christina Fischer	<b>89</b>
<b>Turismo em Unidades de Conservação: resultados do plano de manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata – Jardim - MS</b> <i>Tourism in natural protected areas: results of the management plan of the private reserve of the natural heritage “Fazenda Cabeceira do Prata” – Jardim - MS</i> Luiza Spengler Coelho, Maria Caroline Moron Urt, Samuel Duleba & Vinicius Batistelli Lemos	<b>107</b>
<b>Macroinvertebrate community in recreational areas in a karst river (Bonito, Brazil): implications for biomonitoring of tourist activities</b> <i>Comunidade de macroinvertebrados em áreas recreacionais em um rio cárstico (Bonito, Brasil): implicações para biomonitoramento de atividades turística</i> Suzana Cunha Escarpinati, Fabio de Oliveira Roque, Paulino Barroso Medina-Jr & Josué Raizer	<b>121</b>
 <b>DADOS DO VOLUME 4 / DATA VOLUME 4</b>	
<b>Sumário de títulos / Summary of titles</b>	<b>131</b>
<b>Índice de assuntos / Index of subjects</b>	<b>132</b>
<b>Índice de autores / Index of authors</b>	<b>134</b>
<b>Quadro de avaliadores / Board of review</b>	<b>136</b>
<b>Gestão editorial / Editorial management</b>	<b>137</b>

## EDITORIAL

A *Tourism and Karst Areas* completa seu 4º volume com esta edição. São apenas 4 anos de circulação de uma jovem revista, mas que já tem feitos a comemorar. Completamos 40 artigos publicados, além de resumos de teses e dissertações. Os assuntos abordados neste intervalo de tempo foram os mais variados, desde compilações teóricas até propostas metodológicas, predominando os estudos de caso. Predominam trabalhos de autores brasileiros, mas já com expressiva inserção de autores estrangeiros, da Europa, América do Norte e Ásia.

Neste caminho, a revista mudou de nome duas vezes, visando primeiramente a simplificação e, em um segundo momento, a internacionalização do periódico. Todavia, o compromisso com a divulgação da produção técnico-científica do turismo relacionado às cavernas, ao carste e ao meio ambiente se mantém como propósito e foco maior do periódico.

Para o ano de 2012, iniciaremos uma nova jornada, mais desafiadora, para o que mudanças no Corpo Editorial serão necessárias. Nosso quadro de colaboradores será modificado, e estamos buscando uma editoração mais dinâmica e de acordo com os padrões vigentes dos principais periódicos científicos de livre acesso do mundo. Como editor, aproveito a oportunidade para agradecer publicamente a todos os colaboradores da primeira fase da revista (2008-2011), entre Conselho Editorial, avaliadores e demais colaboradores. Sem eles, além de nossos autores e leitores, a *Tourism and Karst Areas* não existiria, nem seria tão rapidamente reconhecida como um dos principais canais de divulgação da produção técnica e científica sobre os temas que aborda, no Brasil e, quissá, em escala mundial daqui por diante.

A edição que fecha o volume 4 nos brinda com 4 artigos de abordagens totalmente distintas entre si, tornando este número bastante diversificado e instigante. O primeiro artigo, de autoria de Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Marconi Souza-Silva e Rodrigo Lopes Ferreira apresenta um estudo sobre os efeitos do turismo em 15 cavidades subterrâneas, naturais e artificiais, no estado de Minas Gerais. Em seguida, João Rodrigo Leitão dos Reis, Julio César Rodríguez Tello, Alessandro Camargo Agnelo e Christina Fischer trazem considerações sobre a situação atual e perspectivas futuras para o uso turístico e proteção ambiental da gruta do Maroaga, localizada em Presidente Figueiredo, Amazonas.

Os outros dois artigos deste número coincidentemente se referem à locais na Serra da Bodoquena, no estado do Mato Grosso do Sul. No primeiro deles, Luiza Spengler Coelho, Maria Carolina Moron Urt, Samuel Duleba e Vinicius Batistelli Lemos relatam os principais resultados do Plano de Manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata, em Jardim, onde se localiza o rio Olho d'Água, um dos importantes mananciais do carste da Serra da Bodoquena. Fechando este número, Suzana Cunha Escarpinati, Fabio de Oliveira Roque, Paulino Barroso Medina-Jr. e Josué Raizer trazem os resultados de atividades de biomonitoramento no rio Formoso, outro manancial de elevada importância ambiental e turística da região.

Desejamos a todos uma excelente leitura, e esperamos continuar tendo-os como parceiros e colaboradores da *Tourism and Karst Areas* para o ano de 2012.

*Heros A. S. Lobo*  
Editor Chefe

## EDITORIAL

With this issue, *Tourism and Karst Areas* completes its fourth year of publication. Four years is not long for a journal, but there are accomplishments to commemorate. We have published 40 articles, as well as summaries of various theses and dissertations. The topics covered range from theoretical compilations to the proposal of methodologies, with most articles consisting of case studies. Most of the papers were written by Brazilians, but various foreigners from Europe, North America, and Asia have also contributed.

During these years, the journal underwent two changes in name, the first designed to simplify the name, and the second to give it an international scope. However, the initial pledge to promote the divulgation of technical-scientific information about caves, karst, and the natural environment in relation to tourism has remained the focus of the periodical.

In 2012 we are undertaking a new task, even more challenging, and for this we will be making some changes in the Editorial Board. The roster of collaborators will be modified, and we are attempting to provide a more dynamic review process, in keeping with the procedures adopted by the major scientific periodicals of providing free access to the world. As editor, I would like to take this opportunity of publicly acknowledging the participation of all who participated in the first phase of the journal (2008-2011), including the Editorial Board, reviewers, and other collaborators. Of course the authors and readers are essential, but without these collaborators, *Tourism and Karst Areas* would not have been possible. Nor would it have been able to obtain recognition as one of the main channels for the divulgation of technical and scientific information on the relevant topics, especially in Brazil, but hopefully in the world in general in the future.

This issue concluding the fourth volume brings four articles with approaches varying greatly from each other. The first article, by Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Marconi Souza-Silva and Rodrigo Lopes Ferreira presents a study of the effects of tourism in 15 underground cavities, both natural and artificial, in the state of Minas Gerais. The second, by João Rodrigo Leitão dos Reis, Julio César Rodríguez Tello, Alessandro Camargo Agnelo and Christina Fischer, presents considerations about the present-day use and future perspectives of the cave of Maroaga, located in Presidente Figueiredo, in the state of Amazonas, as well as for its environmental protection.

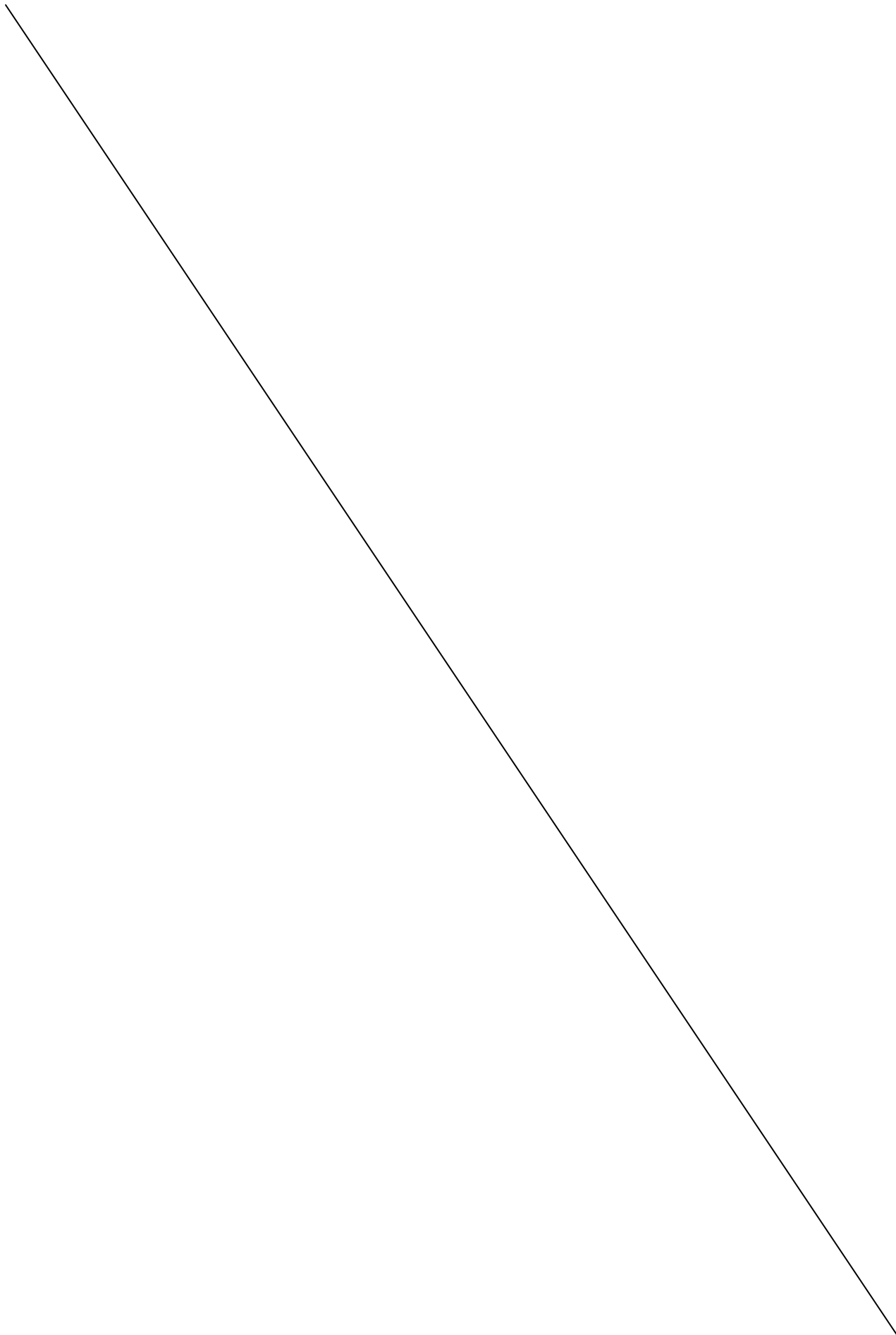
The other two articles of this issue both refer to locations in the Bodoquena Mountain Range in the state of Mato Grosso do Sul. The first of these, by Luiza Spengler Coelho, Maria Carolina Moron Urt, Samuel Duleba and Vinicius Batistelli Lemos, reports the main results of the Management Plan of the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Fazenda Cabeceira do Prata, in Jardim, where the Olho d'Água River provides one of the most important sources contributing to the development of the karst of the Serra da Bodoquena. The final article, by Suzana Cunha Escarpinati, Fabio de Oliveira Roque, Paulino Barroso Medina-Jr. and Josué Raizer, presents the results of the biological monitoring on the Formoso River, which also plays an important role in the environment and tourism in the region. We hope you enjoy reading this issue of *Tourism and Karst Areas* and that you will continue with us – both as readers and collaborators – throughout the year of 2012.

Heros A. S. Lobo  
Editor-in-Chief



TOURISM AND KARST AREAS  
(formally/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)  
[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

---



# EFEITOS DO USO TURÍSTICO SOBRE CAVIDADES SUBTERRÂNEAS ARTIFICIAIS: SUBSÍDIOS PARA O USO ANTRÓPICO DE SISTEMAS SUBTERRÂNEOS

## EFFECTS OF TOURISM ON USE OF ARTIFICIAL SUBTERRANEAN CAVITIES: SUBSIDIES FOR ANTHROPOGENIC USE OF SUBTERRANEAN SYSTEMS

Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi (1), Marconi Souza-Silva (2) & Rodrigo Lopes Ferreira (3)

(1) Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Pós Graduação em Ecologia Aplicada, Bolsista Capes

(2) Centro Universitário de Lavras (Unilavras) - Núcleo de Estudo em Saúde e Biológicas

(3) Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Setor de Zoologia/Departamento de Biologia

Lavras - MG - [leopoldobernardi@yahoo.com.br](mailto:leopoldobernardi@yahoo.com.br); [souzasilvamarconi@gmail.com](mailto:souzasilvamarconi@gmail.com); [drops@dbi.ufla.br](mailto:drops@dbi.ufla.br)

### Resumo

O turismo tem se mostrado uma alternativa viável para a manutenção do patrimônio natural. Entretanto, em alguns ecossistemas, tais como os ambientes subterrâneos, ainda são necessários muitos estudos para tornar esta atividade pouco impactante. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as comunidades biológicas (riqueza, diversidade, equitabilidade, similaridade e complexidade ecológica), e as alterações que podem vir a ocorrer nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) advindas do turismo no interior de cavidades subterrâneas artificiais. A iluminação elétrica do tipo incandescente determinou alterações na temperatura e umidade relativa de minas turísticas. No entanto, as comunidades não apresentaram mudanças significativas na estrutura, uma vez que aquelas presentes em cavidades turísticas se mostram muito semelhantes àquelas presentes em minas não turísticas. Embora estes estudos ainda sejam incipientes no país, os mesmos já demonstram a urgente necessidade de criação de propostas de uso turístico que causem o menor impacto possível aos ambientes subterrâneos quando da instalação do uso turístico.

**Palavras-Chave:** Minas subterrâneas, Conservação, Turismo, Invertebrados, Cavernas.

### Abstract

Tourism has shown to be a viable alternative for the maintenance of the natural patrimony. However, in some ecosystems such as the subterranean environments, many studies are still necessary studies to make this a low impact activity. The objective of the present work was to evaluate the biological community (richness, diversity, evenness equitabilidade, similarity and ecological complexity), and the alterations that can occur in the environmental conditions (temperature and humidity) stemming from tourism inside artificial subterranean cavities. The electric illumination of the incandescent type determined alterations in the temperature and humidity of tourist mines. However, the communities did not present significant changes in the structure, because those present in tourist cavities are shown very similar to those present in non-tourist mines. Although these studies are still incipient in the country, they already demonstrate the urgent need for the creation of models for tourist use that cause the least possible impact to the subterranean environments when given over to the installation of tourist use.

**Key-Words:** Subterranean mines, Conservation, Tourism, Invertebrates, Caves.

## 1. INTRODUÇÃO

As cavidades naturais subterrâneas chamam a atenção do homem, desde tempos pretéritos, quando as regiões de entrada eram utilizadas para guardar alimentos, abrigo e/ou moradia. Ainda hoje, as cavernas compreendem ambientes nos quais são desenvolvidas diversas atividades, principalmente científicas, econômicas, de lazer e/ou cultura. Do ponto de vista turístico, estes ambientes podem ser

considerados de grande potencial econômico (BOGGIANI et al., 2007).

Apesar da importância dos ambientes subterrâneos para o uso antrópico, existem inúmeros exemplos onde seu uso inadequado, sem a elaboração prévia de planos de manejo, gerou impactos e degradações irreversíveis nas condições físicas e biológicas destes sistemas. Como exemplos podem ser citados a Gruta de Maquiné

(Cordisburgo, MG), a Caverna do Diabo (Eldorado, SP), a Gruta do Rei do Mato (Sete Lagoas, MG) e a gruta da Lapinha (Lagoa Santa, MG). Tais cavernas foram exploradas durante décadas sem o adequado manejo, consequentemente sofreram alterações irreversíveis, principalmente em seus componentes físicos (FERREIRA, 2004; BOGGIANI et al., 2007).

As cavernas turísticas no Brasil atingem, anualmente, números consideráveis de visitantes. As cavernas inseridas no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira em São Paulo, a Gruta Lago Azul em Mato Grosso do Sul e a Gruta de Ubajara no Ceará, recebem milhares de turistas, que causam uma série de impactos a estes patrimônios naturais (VERÍSSIMO, 2005; BOGGIANI, 2007; LOBO, 2008). Entretanto, poucos estudos têm focado esta situação a fim de reverter os impactos causados e prevenir futuras ações desordenadas que possam causar danos aos sistemas subterrâneos (LINO, 2001; VERÍSSIMO, 2005; LOBO, 2006a; LOBO, 2006b; BOGGIANI, 2007; LOBO, 2008; LOBO et al., 2009; FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2009).

Em algumas situações, o aperfeiçoamento ou a elaboração de critérios básicos para o manejo de ecossistemas pode ser feito através de experimentações (FERNÁNDEZ-CORTÉS et al., 2006). Entretanto, em cavernas, algumas ações podem causar danos irreversíveis, o que torna desaconselhável a realização de experimentos visando o melhor estabelecimento do turismo. No entanto, as cavidades subterrâneas artificiais apresentam condições ambientais e biológicas muito semelhantes às encontradas em cavernas (PECK, 1988; FERREIRA, 2004). Desta forma, estes sistemas podem compreender excelentes locais para se observar os impactos em ambientes subterrâneos acarretados pelo turismo. Com o intuito de compreender os impactos causados pelo turismo nos ambientes subterrâneos, o presente estudo teve como objetivos avaliar parâmetros da estrutura das comunidades biológicas (riqueza, diversidade, equitabilidade, similaridade e complexidade ecológica), e as alterações nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) decorrentes de modificações causadas pelo turismo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Local de estudo

Os municípios de Ouro Preto e Mariana são alvos de exploração mineral desde o período do Brasil colônia (FAUSTO, 2003). Algumas cavidades escavadas durante este período são consideradas, atualmente, importantes pontos turísticos do estado de Minas Gerais (GUIMARÃES et al., 2009). Nestes municípios foram localizadas diversas cavidades artificiais, que apresentam uso atual, seja ligado ao turismo histórico ou a exploração do minério. Além disso, existem centenas de cavidades abandonadas, onde não ocorrem visitas de cunho turístico. Algumas destas cavidades estão sujeitas apenas a explorações esporádicas, realizadas por curiosos e moradores locais.

O presente trabalho foi realizado em 15 cavidades: doze delas não eram turísticas, sendo 11 situadas no município de Mariana e uma no município de Ouro Preto. Outras três cavidades turísticas inventariadas se localizam em Ouro Preto (Figura 1) (Tabela 1).

### 2.2. Procedimentos

Para o estudo foi realizado o inventário biológico da fauna de invertebrados. Além disso, mediu-se a temperatura e umidade relativa no interior de cada cavidade, em sua porção mediana.

Nas cavidades turísticas também foi realizado o monitoramento da temperatura e umidade relativa, após 30 minutos de influência da iluminação elétrica sobre o meio hipógeo.

#### 2.2.1. Inventário biológico

Os invertebrados terrestres foram coletados em todos os biótopos potenciais (e.g. matéria orgânica vegetal, depósitos de guano, espaços sob rochas e locais úmidos) existentes em cada uma das cavidades (SHARRATT et al., 2000; FERREIRA, 2004). Cada organismo observado teve sua posição registrada em um mapa da cavidade. Desta forma, ao final de cada coleta, foram geradas informações concernentes à riqueza de espécies, às abundâncias e à distribuição espacial de cada população presente nos sistemas (FERREIRA, 2004). As características físicas dos microhabitats onde os espécimes foram observados e capturados foram registradas em um mapa esquemático da cavidade. Todos os organismos foram identificados até o nível taxonômico possível e separados em morfo-espécies.

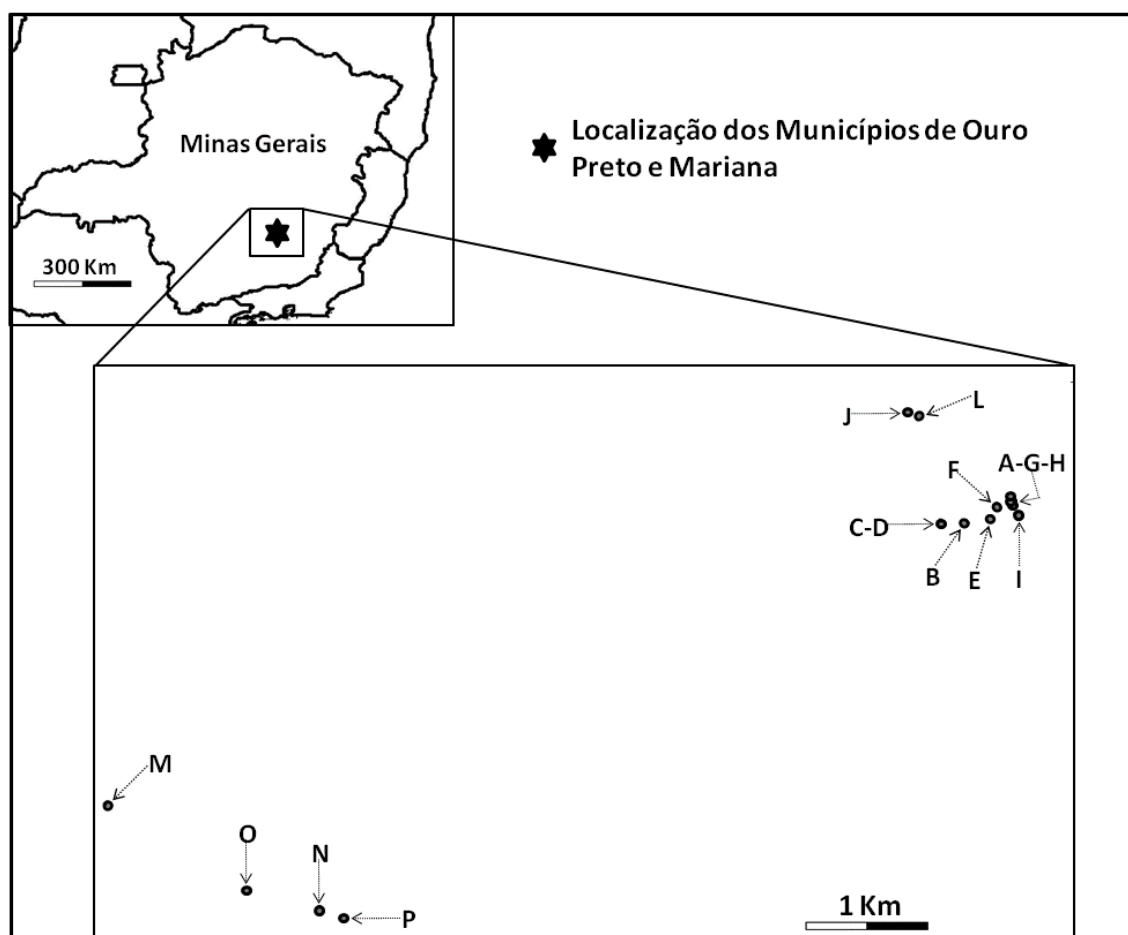


Figura 1: Localização das cavidades onde foi desenvolvido o estudo em questão. Cada cavidade foi representada por uma letra previamente apresentada na tabela 1.

Tabela 1: Cavidades subterrâneas artificiais e suas localizações geográficas.

Nº	Data de coleta	Cavidade	Município	Extensão Amostrada	Localização Geográfica
A	01/05/2009	Casa	Mariana	48 m	E662883 N7748789
B	02/05/2009	Cavalo	Mariana	91 m	E662516 N7748549
C	02/05/2009	Córrego Canelas III	Mariana	21 m	E662321 N7748551
D	02/05/2009	Perereca Anorexia	Mariana	60 m	E662314 N7748557
E	02/05/2009	Água	Mariana	70 m	E662726 N7748591
F	02/05/2009	Canela Branca	Mariana	68 m	E662777 N7748712
G	11/06/2009	Canela Sem Noção	Mariana	221 m	E662890 N7748749
H	11/06/2009	Conectada	Mariana	68 m	E662899 N7748731
I	11/06/2009	Poço Sem Fundo	Mariana	98 m	E662942 N7748641
J	12/06/2009	Meio do Mato	Mariana	18 m	E662039 N7749601
L	12/06/2009	Cachoeira	Mariana	30 m	E662133 N7749568
M	13/06/2009	Volta do Córrego	Ouro Preto	22 m	E655469 N7745893
N	28/11/2009	Vila Rica	Ouro Preto	96 m	E657216 N7744909
O	27/11/2009	Chico Rei	Ouro Preto	167 m	E656608 N7745079
P	29/11/2009	Velha	Ouro Preto	150 m	E657406 N7744817

Nº: cada cavidade recebeu uma letra de referência para que seja possível visualizar sua localização no mapa representativo da Figura 1.

### 2.2.2. Caracterização dos recursos presentes no meio hipógeo

A caracterização dos recursos presentes no interior das galerias artificiais foi realizada concomitantemente às coletas de invertebrados. Para isso, todos os tipos de recursos alimentares presentes nos sistemas foram qualificados.

### 2.2.3. Caracterização e monitoramento da temperatura, umidade relativa e luminosidade

A temperatura e umidade relativa foram medidas na porção mediana de cada uma das cavidades antes da realização das coletas de invertebrados e de quaisquer atividades turísticas.

A luminosidade emitida pelas lâmpadas elétricas presentes no interior das cavidades turísticas foi medida com o auxílio de um luxímetro posicionado a 1,20 metro do piso, com a célula receptora voltada para cima. Para tal, todo o trajeto iluminado de cada sistema foi percorrido, tendo sido anotados somente os máximos e mínimos valores de luminosidade encontrados em cada cavidade.

O monitoramento das variações na temperatura e umidade relativa foi realizado nas cavidades turísticas através de uma nova medida realizada 30 minutos após o início do funcionamento do sistema de iluminação elétrica. Todas as medidas de temperatura e umidade relativa foram feitas utilizando um termohigrômetro (que opera em uma faixa de -5 a 70°C e de umidade de 20 a 99%, com precisão de  $\pm 1^\circ\text{C}$  e  $\pm 2\%$ ) e para as medidas de luminosidade foi utilizado um luxímetro (que opera em uma faixa de 0 a 100000 *lm* com precisão de  $\pm 4\%$ ).

### 2.2.4. Caracterização das alterações antrópicas

Para a determinação de impactos foram consideradas todas aquelas alterações secundárias, feitas a fim de se adaptar os sistemas ao desenvolvimento de atividades ligadas ao turismo. Além disso, todo material recente deixado nas cavidades (como lixo) foi considerado um impacto potencial.

Foi analisada a presença de organismos fotossintetizantes em regiões originalmente afóticas das minas proporcionados pela iluminação artificial instalada nestas cavidades. Para a determinação da zona afótica de cada cavidade, o luxímetro foi posicionado a 1,20 metros do piso, com a célula receptora voltada para a entrada. Posteriormente, as luzes artificiais foram desligadas e o aparelho foi

movimentado a partir da região de entrada até a porção mais interior do sistema subterrâneo, sendo o local onde foi registrado o valor zero pelo luxímetro considerado o ponto de transição entre a região fótica e afótica. A partir deste ponto a cavidade foi vistoriada em direção ao fundo, no intuito de se encontrar organismos fotossintetizantes que só poderiam estar crescendo em virtude da presença de luz artificial proveniente da iluminação elétrica.

## 2.3. Análise dos dados

A riqueza de espécies foi obtida por meio do somatório do total de espécies encontradas.

ZAMPAULO (2009) propôs um método de determinação de espécies acidentais em cavernas. Segundo este autor, em uma dada região, espécies representadas por apenas um indivíduo encontrado em uma única cavidade podem ser definidas como acidentais (excetuando-se, obviamente, espécies troglóbias). Desta forma, todas as análises do presente estudo foram realizadas em dois “cenários”: um considerando todas as espécies encontradas e outro excluindo-se as “acidentais”. Tal comparação teve como objetivo determinar a importância relativa de espécies acidentais (ou eventualmente raras) na estrutura das minas subterrâneas na área de estudo.

Os cálculos de diversidade e equitabilidade foram feitos por meio do índice de Shannon-Wiener (MAGURRAM, 2004). A similaridade entre os sistemas foi obtida utilizando-se o índice de Jaccard, através de matriz de presença e ausência, sendo representada por meio de um dendrograma de similaridade. Finalmente, foram construídos gráficos de Escalonamento multidimensional não métrico (n-MDS) através do programa Past (versão 2.03) (HAMMER et al., 2003).

Os valores riqueza, diversidade, equitabilidade, complexidade ecológica foram comparados através de um teste de mediana (Kruskal-Wallis).

A distância geográfica e a similaridade biológica existente entre as cavidades foram correlacionadas através de uma regressão linear simples.

Para estes cálculos foram utilizados os programas Past (versão 2.03) e BioEstat (versão 5.0) (AYRES et al., 2007).

Os cálculos de complexidade ecológica foram feitos por meio do índice de Complexidade Ecológica de Cavernas elaborado por FERREIRA (2004).

### 3. RESULTADOS

Foram encontradas 90 espécies pertencentes a 21 ordens e pelo menos 45 famílias. Tais organismos compreendem os seguintes taxa: Mesostigmata, Trombidiformes, Pseudoescorpiones, Araneae, Opiliones, Polydesmida, Spirostreptida, Isopoda, Blattaria, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Psocoptera, Orthoptera, Isoptera, Collembola, Shymphyla, Annelida, Platyhelminthes. Nenhum organismo com

características troglomórficas foi encontrado (Anexo 1).

Do total de espécies encontradas, 79 foram observadas em cavidades não turísticas e 25 em cavidades turísticas. Quinze espécies (16,6%) foram encontradas em ambos os sistemas, e 10 foram exclusivas de cavidades turísticas. Grande parte das espécies (60% ou 54 espécies) foi encontrada em apenas uma cavidade (Figuras 2 e 3).

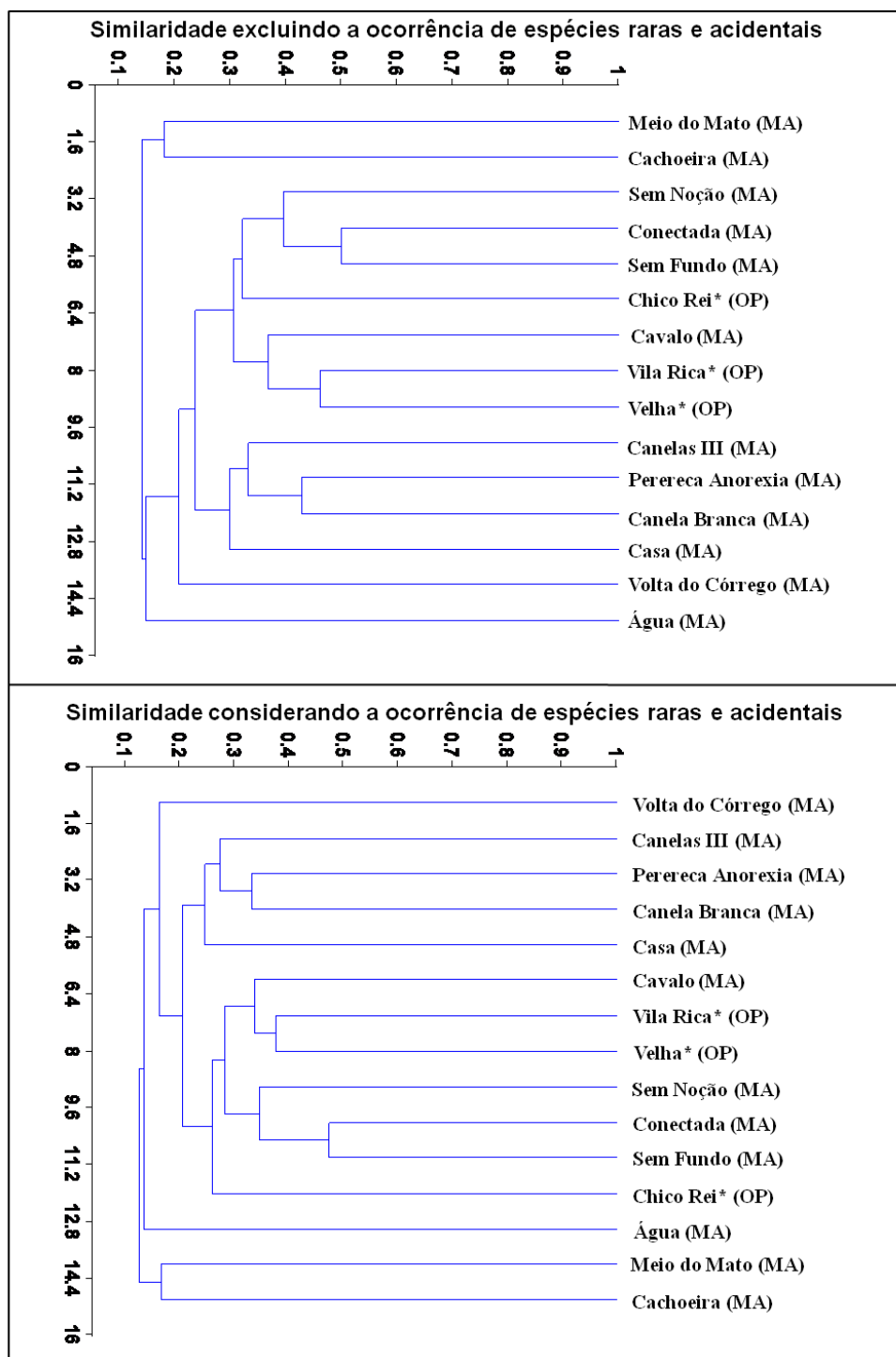


Figura 2: Dendrograma de similaridade entre a fauna das cavidades turísticas\* (Chico Rei, Mina Velha e a Vila Rica) e não turísticas presentes nos municípios de Ouro Preto (OP) e Mariana (MA).

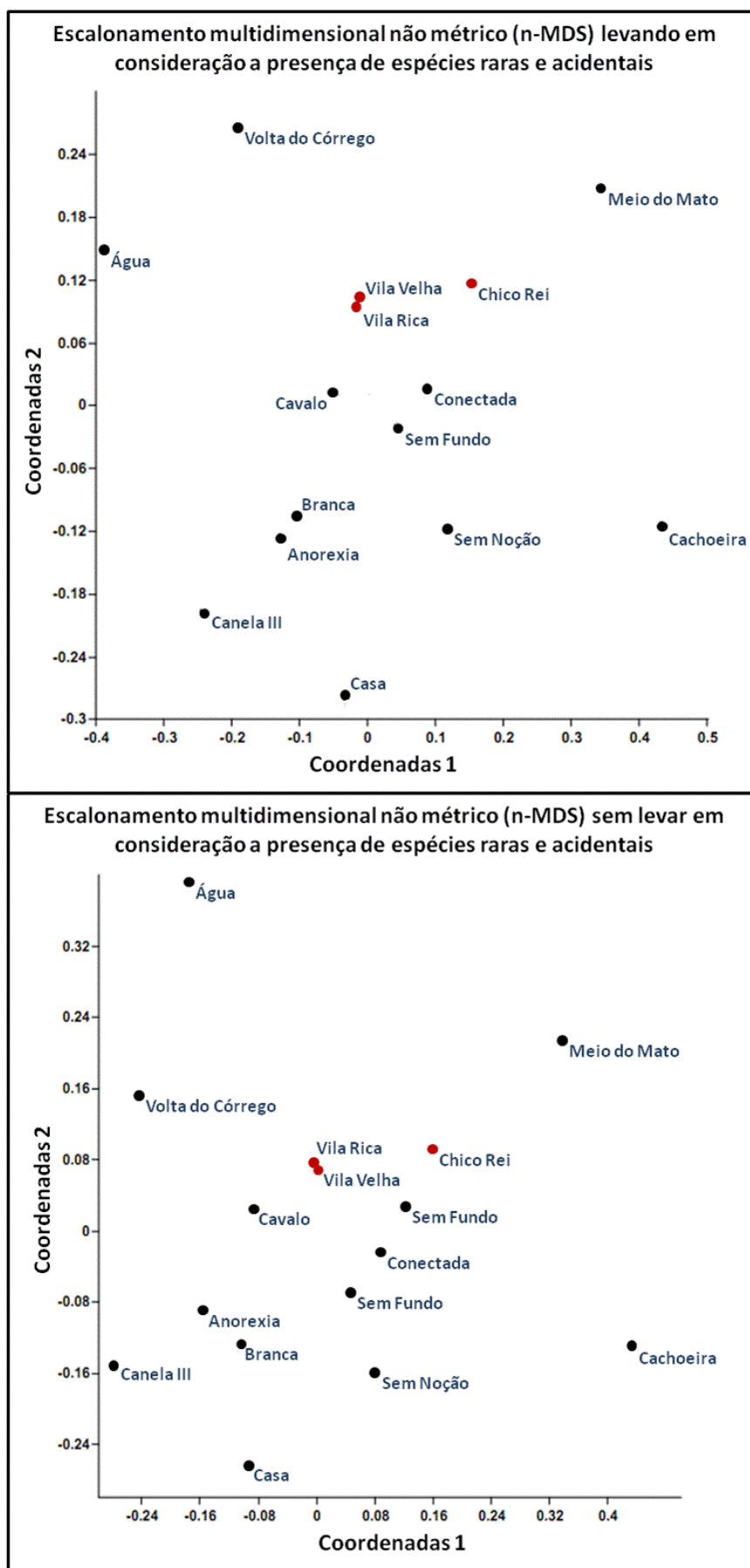


Figura 3: Escalonamento multidimensional não métrico (n-MDS) apresentando a similaridade entre as cavidades subterrâneas artificiais estudadas no município de Ouro Preto e Mariana. As cavidades que apresentam o uso turístico estão ressaltadas por um círculo vermelho.

Dentre as espécies inventariadas, 24 foram consideradas acidentais. Deste total, 19 espécies foram observadas em cavidades não turísticas e 5 em cavidades turísticas. Desta forma, metade das espécies observadas exclusivamente em cavidades turísticas foi considerada accidental.

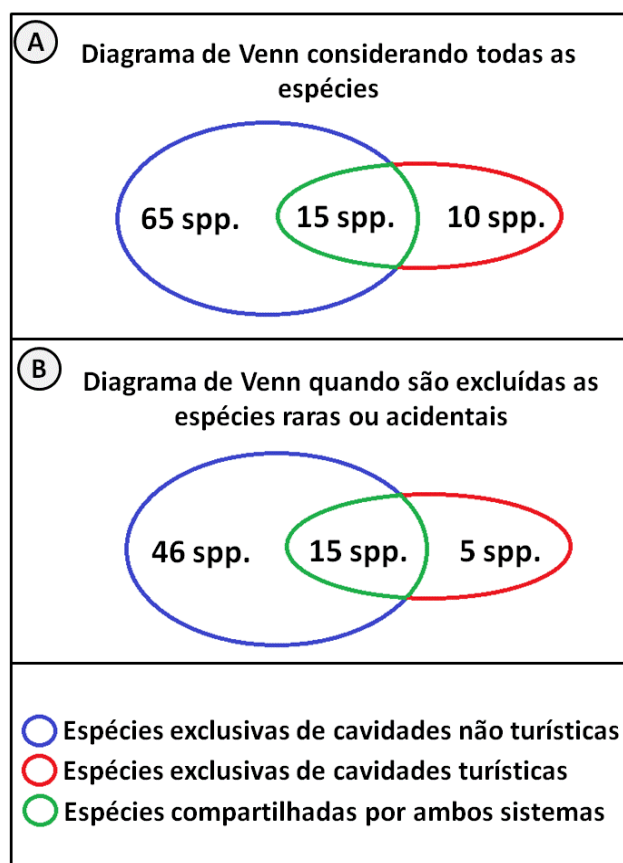
Excluindo-se os organismos acidentais, observa-se um total de 66 espécies encontradas em ambos os sistemas, elevado para 22,72% a porcentagem de espécies comuns entre as cavidades turísticas e não turísticas (Figura 4).

O dendrograma de similaridade e a análise de escalonamento multidimensional não métrica não mostraram a existência de grupos distintos referentes às minas turísticas ou não turísticas (Figuras 2 e 3). Além disso, não foi encontrada uma relação significativa entre os valores de similaridade e distância geográfica das cavidades.

Os valores de riqueza, riqueza relativa, equitabilidade, diversidade e complexidade ecológica foram bastante variáveis (considerando-se o total de espécies presentes em cada cavidade e somente as espécies não acidentais) (Tabela 2). Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de riqueza, riqueza relativa, equitabilidade, diversidade e complexidade ecológica observados para as cavidades turísticas e não turísticas.

A iluminação elétrica utilizada nas cavidades turísticas é do tipo incandescente e com lâmpadas de potências que variavam de 60 a 100 watts. Os valores de intensidade luminosa variaram de 0,30 *lm* a 0,53 *lm* na Mina do Chico Rei, 53 *lm* a 103 *lm* na

Mina de Vila Rica e 0,09 *lm* a 103 *lm* na Mina Velha (Tabela 3).



**Figura 4:** Diagrama de Venn representando o número de espécies compartilhadas e únicas em cada um dos dois tipos de sistemas. A, quando são consideradas todas as espécies; B, quando é considerado somente as espécies que não apresentem um único indivíduo em uma única cavidade.

**Tabela 2:** Parâmetros biológicos registrados nas cavidades subterrâneas artificiais estudadas: riqueza total (S), riqueza relativa (SR), diversidade (H'), equitabilidade (E), índice de complexidade ecológica (ICE). Primeiro são apresentados os valores considerando as espécies raras ou acidentais, e posteriormente excluindo estas espécies.

Cavidade	S		SR		E		H'		ICE	
Casa	27	23	0,562	0,479	0,698	0,71	2,3	2,23	0,83	0,708
Cavalo	11	11	0,12	0,121	0,717	0,72	1,72	1,72	0,39	0,398
Canelas III	9	8	0,428	0,381	0,579	0,60	1,27	1,24	0,34	0,292
Perereca Anorexia	15	11	0,25	0,183	0,564	0,70	1,52	1,67	0,23	0,304
Água	6	6	0,085	0,086	0,924	0,92	1,65	1,66	0,58	0,582
Canela Branca	9	7	0,132	0,103	0,558	0,56	1,22	1,10	0,06	0,038
Canela Sem Noção	25	21	0,113	0,095	0,649	0,67	2,09	2,03	1,32	1,070
Conectada	14	13	0,205	0,191	0,833	0,84	2,19	2,16	0,89	0,798
Poço Sem Fundo	14	14	0,142	0,143	0,845	0,85	2,23	2,23	0,6	0,604
Meio do Mato	12	11	0,666	0,611	0,85	0,86	2,11	2,06	1,36	1,184
Cachoeira	16	15	0,533	0,5	0,641	0,64	1,77	1,74	0,79	0,707
Volta do Córrego	16	12	0,727	0,545	0,807	0,83	2,23	2,05	0,54	0,341
Vila Rica	8	7	0,083	0,073	0,749	0,76	1,55	1,48	0,12	0,102
Velha	14	12	0,093	0,08	0,609	0,62	1,6	1,54	1,32	1,032
Chico Rei	15	13	0,089	0,078	0,753	0,77	2,04	1,99	1,324	1,091

**Tabela 3: Variações na umidade relativa e temperatura após os efeitos da iluminação elétrica nas cavidades subterrâneas artificiais turísticas.**

Cavidade	Umidade relativa		Temperatura		Valores máximos e mínimos de Lúmen
	Inicial	Após iluminação	Inicial	Após iluminação	
Vila Rica	86	89	19.3	20.4	53 – 104 lm
Chico Rei	86	91	17.8	18.5	0,30 – 0,53 lm
Velha	89	91	19	20.1	0,09 – 103 lm

Na Mina do Chico Rei e na Mina de Vila Rica, todas as lâmpadas estavam protegidas por uma redoma de vidro e os fios elétricos protegidos por tubos plásticos, evitando o contato direto do turista com o equipamento. Já na Mina Velha, os equipamentos elétricos estavam expostos e não havia proteção que pudesse evitar acidentes envolvendo a rede elétrica (Figura 5).

Na mina do Chico Rei e na Mina de Vila Rica foi constatada a presença de organismos fotossintetizantes em zonas que seriam naturalmente afóticas (Figuras 5B e 5E). Nestas áreas, a única fonte de luz era proveniente da iluminação artificial.



**Figura 5: Exemplos de iluminação elétrica presente no interior das cavidades turísticas Mina de Vila Rica (A e G), Mina do Chico Rei (B, C e F) e Mina Velha (G).**

Dentre todas as 15 cavidades estudadas o maior valor de umidade relativa foi registrado na Mina Sem Noção (100% de umidade relativa) e o menor valor na Mina da Casa (79%). Para a temperatura, a variação encontrada foi de 29,1<sup>o</sup>C e 17,5<sup>o</sup>C observados na Mina da Perereca Anoréxica e na Mina da Volta do Córrego, respectivamente. Não foram observadas diferenças significativas nos valores de umidade relativa e temperatura entre as cavidades turísticas (antes do início das visitas) e as cavidades não turísticas.

Observou-se que houve variação na temperatura e umidade relativa após 30 minutos de funcionamento das lâmpadas elétricas nas minas turísticas (Tabela 3) (Figura 6).

Os impactos observados no interior dos sistemas turísticos foram o lixo inorgânico e orgânico em pequena quantidade e instalações elétricas (incluindo sistemas de iluminação e fiação). Também foi constatado que o piso das cavidades turísticas apresentava-se compactado quando comparado às cavidades não turísticas. Esta compactação decorre do caminhar dos visitantes e pela retirada de pedras ou qualquer outro obstáculo encontrado no caminho que pode dificultar o percurso realizado no interior da cavidade. Além disso, foram observadas

modificações na estrutura física das minas, como colocação de portões, construções de pontes e degraus de alvenaria, homogeneização do piso através do despejo de cascalho e cimento, a presença de grades no piso, desvios e barramentos de cursos de água. No meio epígeo, foram observadas alterações na vegetação externa (substituição por pastagens ou plantas exóticas) ou até mesmo a total supressão desta, além da construção de estruturas físicas que servem como apoio ao desenvolvimento do turismo (Figuras 5 e 7).

Alterações mais marcantes foram observadas somente em duas cavidades não turísticas, a Mina das Casas e Mina da Volta do Córrego. Ambas localizam-se a menos de 20 metros de locais onde existem residências, estando a Mina da Volta do Córrego inserida na zona Urbana de Ouro Preto. Nestas cavidades, observou-se principalmente lixo orgânico e inorgânico, espalhado por toda a extensão onde foi desenvolvido o trabalho de coleta. Dentre os objetos encontrados podem-se citar embalagens de vidro e plástico, peças de vestuário, pedaços de móveis, dentre outros resíduos domiciliares. Observou-se também a obstrução parcial da entrada destas cavidades, bem como a supressão da vegetação do entorno (Figura 8).

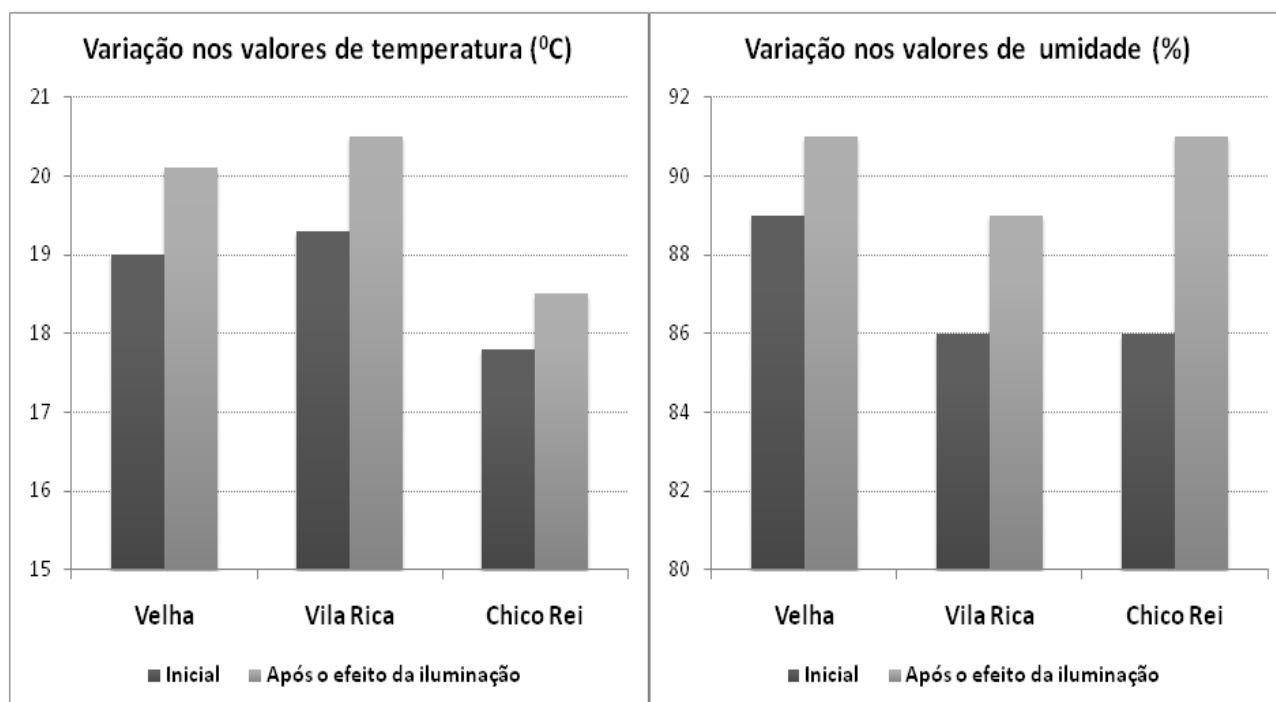
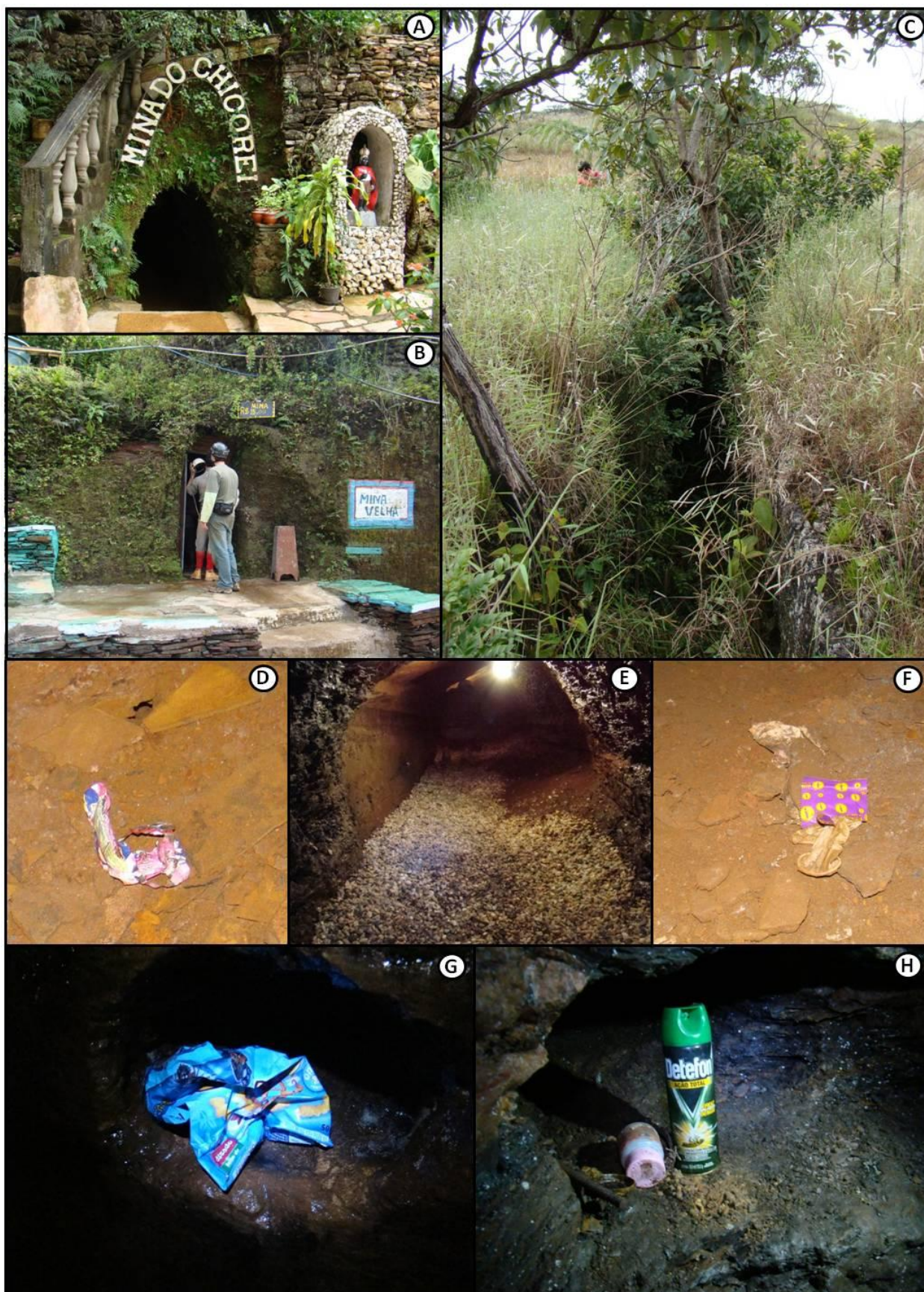


Figura 6: Variação nos valores de temperatura e umidade relativa após os efeitos da iluminação no interior das cavidades turísticas.



**Figura 7:** Exemplos de impactos potenciais observados nas cavidades subterrâneas artificiais turísticas em Ouro Preto (A, B, D, E, F, G, H). Dentre eles alterações físicas e instalações elétricas, lixo inorgânicos e medidas de controle químico para invertebrados. Além disso o aspecto da região do entorno de uma cavidade não turística no município de Mariana (C). A, D G – Mina do Chico Rei; B e H – Mina Velha; C – Mina da Canela Branca; E e F - Mina de Vila Rica.



**Figura 8:** Exemplos de impactos potenciais observados na cavidade subterrânea artificial Mina da Volta do Córrego, localizada na zona urbana de Ouro Preto.

#### 4. DISCUSSÃO

Os estudos relacionados à biologia de ambientes subterrâneos são focados principalmente em cavidades naturais (CULVER; WHITE, 2005; ROMERO, 2009). No Brasil, apesar destes estudos terem se iniciado a pelo menos 100 anos, somente no início da década de 80 houve uma intensificação na produção de trabalhos voltados para essa área (TRAJANO; BICHUETTE 2006; SOUZA-SILVA, 2008).

As cavidades subterrâneas artificiais, que também podem abrigar um grande número de espécies, mereceram a atenção de poucos trabalhos científicos até o momento (PECK, 1988; GNASPINI; TRAJANO, 1994; FERREIRA, 2004; ROMERO, 2009). Embora o grau de conhecimento acerca das cavidades artificiais seja ainda incipiente, já existem indicações de que a composição da fauna e o funcionamento ecológico são similares aos observados em cavernas (PECK, 1988; GNASPINI; TRAJANO, 1994; FERREIRA, 2004).

Muitas cavernas no país atraem a atenção de visitantes em função da beleza cênica e misticismo. Algumas cavidades artificiais também o fazem, mas principalmente em função da sua importância histórica (GUIMARÃES et al., 2009; ESTRADA REAL, 2010). Deste modo, mesmo cavidades artificiais inativas e que não estão mais sendo escavadas, podem receber impactos provenientes do uso antrópico atual.

Neste estudo, foi observado que, em cavidades artificiais turísticas, o número de espécies compartilhadas com os sistemas não turísticos foi sempre maior que o número de espécies raras ou acidentais. A maior riqueza de espécies compartilhadas pode decorrer da maior tolerância destas espécies a variações ambientais oriundas das alterações antrópicas. Dentre as espécies compartilhadas, estão organismos bem distribuídos em ambientes subterrâneos brasileiros, e que provavelmente experimentam condições ambientais diversas (TRAJANO; GNASPINI-NETTO, 1994; PINTO-DA-ROCHA, 1995; SOUZA-SILVA, 2008; FERREIRA, 2004; FERREIRA et al., 2010). Como exemplo, temos Ctenidae (*Enoploctenus ciclоторax*, *Isoctenus* sp.), Pholcidae (*Mesabolivar* sp.), Nesticidae (*Nesticus* sp.), Theridiidae (*Theridion* sp.), Spirostreptida (*Pseudonannolene* sp.) e Phalangopsidae (*Endecous* sp.). Deste modo, o estabelecimento do turismo pode atuar como uma pressão que seleciona preferencialmente espécies tolerantes a variações no ambiente, como as anteriormente citadas.

Alguns dos impactos observados em cavidades artificiais turísticas são exclusivos destes sistemas. Dentre eles, destacam-se a depleção de recursos alimentares e a redução da disponibilidade de habitats. Tais alterações podem levar à redução na riqueza de espécies. De forma inversa, em cavidades não turísticas, observou-se preferencialmente a deposição de recursos alimentares e criação de novos microhabitats (lixo e entulho domiciliar). Estas alterações podem provavelmente atuar aumentando os valores de riqueza relativa. Como exemplo pode-se citar a Mina da Volta do Córrego e Mina da Casa, que apresentaram tais impactos e as maiores riquezas observadas.

A condição imposta pelo turismo, relacionada à depleção de recursos em sistemas subterrâneos, já foi observada em outros estudos. Na Gruta Kiogo Brado as atividades turísticas têm causado danos à estrutura física, resultando na menor disponibilidade de habitat e diminuição de população através da morte de invertebrados que pode ser causado pelo descuido ao ser realizar o caminharmento (FERREIRA et al., 2009). Entretanto algumas ações podem ser utilizadas para minimizar o impacto causado pelo turismo em cavidades artificiais. Segundo FERREIRA e colaboradores (2009), a determinação de rotas específicas para que seja realizado o caminharmento foi sugerido como ação para reduzir o impacto direto sobre a comunidade de invertebrados.

Como observado por Eberhard (2001), a manutenção adequada do recurso disponível para a fauna em algumas cavidades turísticas da Oceania pode ser um fator decisivo na manutenção de populações de invertebrados, mesmo em sistemas que recebem milhares de visitantes.

Além de causar mudanças nos sistemas biológicos, o turismo pode alterar as condições climáticas de sistemas subterrâneos. Em algumas cavernas já foram observadas a elevação da temperatura, mudanças na umidade relativa do ambiente e das taxas de CO<sub>2</sub> em função do uso turístico (PULIDO-BOSH et al., 1997; LINHUA et al., 2000; LOBO, 2006; LOBO, 2006a).

PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997) observaram um aumento de 5°C na temperatura e redução de 15% na umidade no ambiente da Caverna de Marvels causado pelo sistema de iluminação. Da mesma forma, nas cavidades artificiais aqui estudadas, também foram registrados variações nos parâmetros ambientes decorrentes da iluminação. Entretanto, no presente estudo os valores de umidade foram elevados após o distúrbio. Mas, é importante ressaltar que no estudo conduzido

por PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997), a coleta de dados foi realizada durante 23 horas, ao contrário deste estudo onde foi realizada apenas uma coleta após 30 minutos de funcionamento da iluminação. Caso a coleta de dados deste estudo fosse realizada em longo prazo, provavelmente poderia ter sido observado padrões semelhantes ao encontrado por PULIDO-BOSCH e colaboradores (1997).

Os ambientes subterrâneos são espaços confinados, que tendem a ter uma baixa circulação de energia, quando comparado com meio epígeo. Desta forma, as interferências causadas pelo turismo acabam resultando em impactos que podem persistir por um longo tempo até se dispersarem (FERNÁNDEZ-CORTÉS et al., 2006; LOBO, 2006).

Não se sabe o tempo exato necessário para que haja um retorno às condições de temperatura e umidade relativa observadas inicialmente nas cavidades subterrâneas artificiais após as visitas. Entretanto, os valores tomados inicialmente no interior destes ambientes são um indicativo de que as condições podem voltar a níveis semelhantes àqueles observados em cavidades em que não são realizadas passeios turísticos.

FERNÁNDEZ-CORTÉS e colaboradores (2006) demonstraram que as alterações causadas nas condições ambientais (temperatura e umidade relativa) após visitas de turistas ao Geodo Pulpí (Espanha) podem durar até 27 horas. Tal cavidade localiza-se a mais de 300 metros de profundidade em relação ao meio epígeo.

O sistema de iluminação, além de influenciar nas condições ambientais, também pode causar pequenas alterações na comunidade biológica. Estes equipamentos proporcionam o crescimento de organismos fotossintetizantes no interior de sistemas hipógeos em zonas onde a única fonte de iluminação é a artificial. Desta forma, ao proporcionar o crescimento de algas e líquens em cavidades subterrâneas, o sistema de iluminação promove o enriquecimento alimentar, podendo alterar os tamanhos populacionais de algumas espécies. Neste estudo foram observadas agregações de certos invertebrados (colêmbolos, grilos e psocópteros) sobre este tipo de recurso, evidenciaram um eventual consumo do mesmo por estes organismos. Portanto, antes da instalação de conjuntos de iluminação em cavidades subterrâneas deve-se ter em vista que estes equipamentos podem causar interferências climáticas, como já foi constatado por Bogianni e colaboradores (2007), e também, podem vir a causar mudanças nas distribuições das populações de invertebrados presentes nestes locais.

Contudo, o impacto dos sistemas de iluminação pode ser minimizado. Como foi apresentado por LIMA e MORAES (2006) no plano de manejo da Gruta de Maquiné, o funcionamento intermitente, somente quando o turista está presente no interior da cavidade, pode atenuar o efeito deste no microclima subterrâneo.

As cavidades artificiais compreendem um interessante modelo a ser estudado, pois podem auxiliar na proposição de ações de manejo de sistemas subterrâneos naturais. Desta forma, estes sistemas podem fornecer subsídios para tornar o turismo uma alternativa econômica viável, conciliada com a preservação e o uso do patrimônio natural.

## 5. CONCLUSÕES

Modificação na estrutura física, principalmente na entrada das cavidades, diminui a quantidade de recursos que podem acessar o sistema subterrâneo e servir de alimento para fauna.

Lixos orgânicos carregados pelos turistas, além da estrutura física de apoio ao visitante, são as principais fonte de recurso para a fauna.

Parte das espécies que compõem as comunidades de sistemas turísticos subterrâneos são organismos tolerantes, que experimentam condições ambientais diversas.

O sistema de iluminação altera os valores de umidade e temperatura de ambientes subterrâneos, além proporcionar o crescimento de organismos fotossintetizantes em zonas afóticas, onde estes espécimes não deveriam ser encontrados.

## AGRADECIMENTOS

Aos colegas Marcus Paulo de Oliveira, Amanda M. Teixeira e Matheus Brajão, pelo auxílio durante o desenvolvimento das atividades de campo. Antônio Brescovit (Araneae), Adriano Kury (Opiliones), Marcelo Ribeiro (Orthoptera) e Thaís G. Pellegrini (Coleoptera), auxiliaram nas identificações de invertebrados. À Epamig EcoCentro Lavras por permitir que fossem utilizados os equipamentos pertencentes a instituição, durante a identificação do material acarológico.

A realização deste trabalho só foi possível devido o auxílio financeiro concedido pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig Processo N°: APQ 4189 5 03-07).

Este trabalho contou com a anuência do IBAMA e ICMBio (SISBIO 14758-1 e 19637-1).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYRES, M.; AYRES-JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT**: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Belém: Ong Mamiraua. 2007, 380 p.
- BOGGIANI, P.C.; SILVA, O.J. DA; GESICKI, A.L.D.; GALLATI, E.A.B.; SALES L. de O.; LIMA, M.M.E.R. Definição de capacidade de carga turística das cavernas do Monumento Natural Gruta do Lago Azul (Bonito, MS). **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 333-348, 2007.
- CULVER, D.C.; WHITE. **Encyclopedia of caves**. San Diego, California: Elsevier 2005. p. 654.
- EBERHARD, S. Cave fauna monitoring and management at Ida Bay, Tasmania. **Records of the Western Australian Museum**, (Supplement) n. 64, p. 97-104, 2001.
- ESTRADA REAL. Instituto Estrada Real (Cidades). Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://www.estradareal.org.br>. Acesso em: 05 de Dezembro de 2010.
- FAUSTO, B. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2003. p. 650.
- FERNÁNDEZ-CORTÉS, A.; CALAFORRA, J.M.; ANCHEZ-MARTOS, F.S.; GISBERT J. Microclimate processes characterization of the giant Geode of Pulpí (Almería, Spain): technical criteria for conservation. **International Journal of Climatology**, n.26, p.691-706, 2006.
- FERREIRA, R.L. A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos. 2004. 158p. Tese de doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, 2004.
- FERREIRA, R.L; MARTINS R.P. Mapping subterranean resources: The cave invertebrates distribution as indicator of food availability, **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 11, n. 2, p. 119-127, 2009.
- FERREIRA, R.L.; PROUS, X.; BERNARDI, L.F.O.; SOUZA-SILVA, M. Fauna Subterrânea Do Estado Do Rio Grande Do Norte: Caracterização E Impacto. **Revista Brasileira de Espeleologia**, n. 1, v. 1, p. 25-51, 2010.
- GNASPINI, P.; E. TRAJANO. Brazilian cave invertebrates, with a checklist of troglomorphic taxa. **Revista Brasileira da Entomologia**, n. 38, v. 3/4, p. 549 – 584, 1994.
- GUIMARÃES, R.L.; TRAVASSOS, L.E.P.; CUNHA, L.I.D.; AZEVEDO, U.R.; VINTI, M. O geoturismo em espaços sagrados de Minas Gerais. **Espeleo-Tema**, v. 20, n. 1/2, p. 49-58, 2009.
- HAMMER, O.; HAPPER, D.A.T.; RYAN, P.D. Past Paleontological Statistics, ver. 1.12. Disponível em [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm). Acesso em: 28 de Outubro de 2003.
- LINHUA, S.; XIAONING, W.; FUYUAM L. The influences of cave tourist on CO<sub>2</sub> and temperature in Baiyun Cave. **International Journal of Speleology**, v. 29b, n. 1/4, p. 77-87, 2000.
- LIMA, T. F.; MORAIS M. S. Contribuições para o desenvolvimento de plano de manejo em ambiente cavernícola - Gruta do Maquiné: um estudo de caso. **Geonomos**, v. 1, 2, n. 14, p.45 -53, 2006.
- LINO, C. F. **Cavernas; O fascinante Brasil subterrâneo**. Editora Gaia LTDA. São Paulo. 2001. p. 288.
- LOBO, H.A.S. Caracterização dos Impactos Ambientais Negativos do Espeleoturismo e Suas Possibilidades de Manejo. **IV Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul/III Seminário da ANPTUR**. Caxias do Sul, RS. Anais do SeminTUR. Caxias do Sul, RS: EDUCS, v. 4, 2006a.
- LOBO, H.A.S. O lado escuro do paraíso: espeleoturismo na Serra da Bodoquena. 2006b. 164p. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Mato Grosso, Aquidauana, 2006b.

- LOBO, H.A.S. Capacidade de carga real (CCR) da Caverna de Santana, Parque Estadual Turístico Do Alto Ribeira (PETAR)-SP, e indicações para o seu manejo turístico. **Geociências**, v. 27 n. 3 p. 369-385, 2008.
- LOBO, H.A.S.; PERINOTTO, J.A.J.; BOGGIANI P.C. Capacidade de carga turística em cavernas: estado-da-arte e novas perspectivas. **Espeleo-Tema**, v. 20, n. 1/2, p. 37-47, 2009.
- PECK, S.B. A review of the cave fauna of Canada, and the composition and ecology of the invertebrate fauna of cave and mines in Ontário. **Canadian Journal of Zoology**, n. 66, p.1197-1213.1988.
- PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907 - 1994). **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 39, n. 6, p. 61-163, 1995.
- PULIDO-BOSCH A.; MARTÍN-ROSALES W.; LÓPEZ-CHICANO M.; RODRÍGUEZ-NAVARRO C.M.; VALLEJOS A. Human impact in a tourist karstic cave (Aracena, Spain). **Environmental Geology** n. 31, v. 3/4, p. 142-149. 1997.
- ROMERO, A. **Cave Biology: Life in Darkness**. New York: Cambridge University Press, 2009. p. 291.
- SHOPOV, Y.Y. Sediments: biogenic. In: GUNN, J (Ed.) **Encyclopedia of Caves and Karst Science**. New York/London: Taylor and Francis Group, 2004. p.1356-1359.
- SOUZA-SILVA, M. **Dinâmica de disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária**. 2003. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais/Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 76pp.
- SOUZA-SILVA, M. **Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais/Pós-Graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre. 226pp.
- SOUZA-SILVA, M.; FERREIRA, R.L.; BERNARDI, L.F.O.; MARTINS, R.P. Importation and Processing of Organic Detritus in Limestone Cave. **Espeleo-Tema**, v. 19, p. 31-46, 2007.
- TRAJANO, E.; BICHUETTE, M.E. *Biologia Subterrânea*. São Paulo: Redespeleo, 2006. p. 92.
- TRAJANO, E.; GNASPINI-NETTO P. Composição da fauna cavernícola brasileira, com uma análise da distribuição dos táxons. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7 n. 3, p. 383-407, 1991.
- VERÍSSIMO, C.U.V.; SOUZA, A.E.B.A.; RICARDO, J.M.; BARCELOS, A.C.; NETO, J.A.N.; REIS, M.G.M. Espeleoturismo e microclima da Gruta de Ubajara, CE. **Estudos Geológicos**, v. 15, p. 244-253, 2005.
- VILLAR, E.; BONET, A.; DIAZ-CANEJA, B.; FERNANDEZ, P.L.; GUTIERREZ, I.; QUINDOS, L.S.; SOLANA, J.R.; SOTO, J. Ambient temperature variations in the hall of paintings of Altamira cave due to the presence of visitors. **Cave Science**, v. 11, n. 2, p. 99-104, 1984.
- ZAMPAULO, R.A. **Diversidade de invertebrados cavernícolas na provincia espeleologica de Arcos, Pains e Doresopolis (MG): subsídios para a definição de áreas prioritárias para conservação**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras/Pós-Graduação em Ecologia Aplicada. 190p.

**Editorial flow/Fluxo editorial:**

Received/Recebido em: 16.12.2010

Corrected/Corrigido em: 02.03.2011

Accepted/Aprovado em: 15.06.2011



**TOURISM AND KARST AREAS**  
(formerly/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)

[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

**Anexo 1: Composição, abundância e distribuição da fauna em Cavidades Subterrâneas Artificiais de Ouro Preto e Mariana.**

\*co: colônia; <sup>ac</sup>:espécies que foram consideradas raras ou acidentais

Ordem/Família	Gênero/Espécie	Casa	Cavalo	Canelas III	Perereca Anorexia	Água	Branca	Sem Noção	Conectada	Poço Sem Fundo	Meio do Mato	Cachoeira
<b>Mesostigmata</b>												
Laelapidae	<i>Androlaelaps</i> sp.				100							
Laelapidae	<i>Stratiolaelaps</i> sp.				202							
Macrochelidae	sp1	18										
Macrochelidae	sp2							5		3		
<b>Trombidiforme</b>												
Anystidae	<i>Erythracar</i> <i>nasutus</i>	26	6									
<b>Araneae</b>												
Palpimanidae	<i>Otiithops</i> sp. <sup>ac</sup>							1				
Ctenidae	<i>Ancylometes</i> <i>concolor</i>					5						
Ctenidae	<i>Enoploctenus</i> <i>cyclothorax</i>	1						13	7			
Nesticidae	<i>Nesticus</i> sp.							3	1		1	
Oonopidae	<i>Oonops</i> sp.							3				
Ochyroceratidae	<i>Ochyrocera</i> sp.											2
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i> sp3	3	10	63	38	10	43	142	18	14	2	
Tetragnathidae	sp1	2										
Trechaleidae	<i>Trechaleoides</i> sp.							2				1
Theridiidae	sp1 <sup>ac</sup>	1										
Theridiidae	<i>Theridion</i> sp1	2	1	2	17			50	2	2		4
Theridiosomatidae	<i>Plato</i> sp1		76					189	4	2		1
Salticidae	sp1 <sup>ac</sup>				1							
Segestridae	<i>Ariadna</i> sp.							2				
Sicariidae	<i>Loxosceles similis</i>										6	3
<b>Opiliones</b>												
Gonyleptidae	<i>Eusarcus</i> sp.	1						3				4
Gonyleptidae	<i>Mitogoniell</i> <i>indistincta</i>								2	6	5	3
Gonyleptidae	sp1							3				
Gonyleptidae	<i>Goniosoma</i> sp. <sup>ac</sup>	26					3	2	12	2		
<b>Spirostreptida</b>												
Spirostreptidae	<i>Pseudonannolene</i> sp1		2	3	4						1	
Spirostreptida	<i>Pseudonannolene</i> sp2									1		
<b>Isopoda</b>												
Phylosiidae	sp1	1		7			3	8				
Isopoda	sp1							1				
<b>Blattaria</b>												
Blattaria	sp1										2	
Blattaria	sp2 <sup>ac</sup>								1			
Blattaria	sp3 <sup>ac</sup>							1				
Blattaria	sp5	9										

Campinas, SeTur/SBE. *Tourism and Karst Areas*, 4(2), 2011.

**Anexo 2: Composição, abundância e distribuição da fauna em Cavidades Subterrâneas Artificiais localizadas no município de Mariana.**

\*co: colônia; <sup>ac</sup>:espécies que foram consideradas raras ou acidentais

Ordem/ Família	Gênero/ Espécie	Volta do Córrego	Rica	Velha	Rei
<b>Trombidiforme</b>					
Anystidae	<i>Erythracarus nasutus</i>	1			
<b>Pseudoescorpiones</b>					
Chernetidae	sp1	2			
<b>Araneae</b>					
Ctenidae	<i>Ancylometes concolor</i>	1			
Ctenidae	<i>Isoctenus</i> sp.	2		1	
Nesticidae	<i>Nesticus</i> sp.				2
Ochyroceratidae	<i>Ochyrocera</i> sp.				
Pholcidae	<i>Mesabolivar</i> sp3	14	2	1	11
Theridiidae	<i>Theridion</i> sp1	1		1	
Theridiosomatidae	<i>Plato</i> sp1		3	17	
Sicariidae	<i>Loxosceles</i> sp.	8			
Scytodidae	<i>Sytodes</i> sp.		1	1	
<b>Opiliones</b>					
Gonyleptidae	<i>Goniosoma</i> sp1 <sup>ac</sup>	1			
Gonyleptidae	<i>Eusarcus</i> sp.				3
Gonyleptidae	<i>Mitogoniell indistincta</i>			6	3
Gonyleptidae	sp1		2		9
<b>Polydesmida</b>					
Paradoxosomatidae	sp1 <sup>ac</sup>	1			
<b>Spirostreptida</b>					
Spirostreptida	<i>Pseudonannolene</i> sp2			1	
<b>Isopoda</b>					
Isopoda	sp1	2			
<b>Blattaria</b>					
Blattaria	sp4 <sup>ac</sup>			1	
<b>Coleoptera</b>					
Pselaphidae	sp1			2	
Pselaphidae	sp2 <sup>ac</sup>	1			
Pselaphidae	sp3				3
<b>Diptera</b>					
Culicidae	<i>Culex</i> sp.				5
Sciaridae	sp1 <sup>ac</sup>	1			
<b>Hemiptera</b>					
Reduviidae	<i>Zelurus</i> sp1	1			
	sp2	8			
<b>Lepidoptera</b>					
Tineidae	sp1 <sup>ac</sup>				1
	sp1 <sup>ac</sup>		1		
<b>Psocoptera</b>					
Psocoptera	sp3				12
<b>Orthoptera</b>					
Phalangopsidae	<i>Endecous</i> sp		10	16	23
Phalangopsidae	<i>Strinatia</i> sp.	15	3	1	1
<b>Collembola</b>					
	sp1				29
	sp2			5	
	sp3				1
	sp4	9	19	58	51
<b>Symphyla</b>					
	sp1 <sup>ac</sup>				1
<b>Platyhelminthes</b>					
	sp1 <sup>ac</sup>			1	

## THE CONSERVATION OF SPELEOLOGICAL TOURIST ATTRACTIONS IN THE CENTRAL AMAZON: SITUATION AND PERSPECTIVES FOR THE ENVIRONMENTAL PROTECTION AND TOURIST MANAGEMENT IN THE MAROAGA CAVE

### CONSERVAÇÃO DE ATRATIVOS TURÍSTICOS ESPELEOLÓGICOS NA AMAZÔNIA CENTRAL: SITUAÇÃO E PERSPECTIVAS PARA A PROTEÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DO TURISMO NA CAVERNA DO MAROAGA

João Rodrigo Leitão dos Reis (1), Julio César Rodríguez Tello (1),  
Alessandro Camargo Angelo (2) & Christina Fischer (3)

(1) Forest and Environment Science - Federal University of Amazonas (UFAM)

(2) Center of Forest Sciences and Wood – Federal University of Paraná (UFPR)

(3) State Center of Amazonas Conservation Units – Secretary of the State of Environment and Sustainable Development – (CEUC-SDS)

Manaus - AM - [jrlreis@gmail.com](mailto:jrlreis@gmail.com)

#### Abstract

The conservation of natural tourist attractions, even when considered under a certain regime of special protection or typology of legally protected areas, with the goal of curing the inappropriate use of these areas, needing discussion about the administrative and legal premises regarding its being an effective area. In this context, the actions and perspectives for the protection of the Maroaga Cave, which originated the institution of a state Environmental Protection Area (APA) that takes its denomination in the city of Presidente Figueiredo, AM were discussed in this article. The method of Exploratory Research was used, having been developed from a Case Study, with bibliographic and document investigation. It was concluded that despite the biophysical characteristic of this cavity that makes it possible to include them in the environmental legislation under distinctive typologies of protected areas (Area of Permanent Preservation, Conservation Unit, and Protected Cavity), their official restrictive protection and order for tourist and public use has not yet been secured. This and for the other natural attraction of the APA and the Maroaga Cave depend on their permanent conservation, done through management measures foreseen for the Special Eco-tourist Interest Zone and for the APA Management Plan of Public Use Program, connected to the transformation of its area inclusion in an Integral Protection Conservation Unit and the planning and biophysical of tourism in the location.

**Key-Words:** Maroaga Cave, Protected Area, Tourism.

#### Resumo

A conservação de atrativos turísticos naturais, mesmo quando enquadrados sob algum regime de proteção especial ou tipologias de áreas legalmente protegidas, com o objetivo de sanar o uso inadequado desses locais, carecem de discussão sobre as premissas administrativas e legais de sua efetividade. Nesse contexto, as ações e perspectivas para a proteção da Caverna do Maroaga, que originou a instituição de uma Área de Proteção Ambiental (APA) estadual que leva sua denominação, no município de Presidente Figueiredo/AM, foram discutidas neste artigo. Utilizou-se o método da Pesquisa Exploratória desenvolvida a partir de um Estudo de Caso, com investigação bibliográfica e documental. Concluiu-se que apesar da característica biofísica da referida cavidade possibilitar seu enquadramento pela legislação ambiental sob a forma de distintas tipologias de áreas protegidas (Área de Preservação Permanente, Unidade de Conservação, Caverna Protegida), ainda não estão garantindo sua proteção oficial restritiva e ordenamento de turismo e uso público. Assim como, para os demais atrativos naturais da APA, a Caverna do Maroaga depende para sua conservação efetiva da execução das medidas de gestão previstas para a Zona Especial de Interesse Ecoturístico e para o Programa de Uso Público do Plano de Gestão da APA, aliada a transformação da sua área de abrangência em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e o planejamento e ordenamento biofísico do turismo no local.

**Palavras-Chave:** Caverna do Maroaga, Áreas Protegidas, Turismo.

## 1. INTRODUCTION

The official policy of protection/conservation of natural areas in Brazil is connected to distinctive administrative ladders performance (city, state, and national); the specific and complementary laws (Forest Code, National System of Conservation Units, among others); different typologies and categories of protected areas, being able to put itself or complement (MORSELHO, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2004; MEDEIROS & GARAY, 2005; BENSUSAN, 2006).

According to MEDEIROS *et al.* (2004), the conception of a system integrated to the creation and management of protected natural Brazilian areas resulted in a model composed of only two separate typologies of spaces destined toward the protection of natural recourses:

a) the protected areas territorially demarcated, with well-defined dynamics of use and management and generically called the Conservation Units (UC); making part of the National Nature Conservation Units System (SNUC – Statute 995/00);

b) spaces protected by legal means and through its attributes and services, above all ecologic ones, but without a previous territorial marking, as happened in the later, to which the Permanent Preservation Areas (APP) and Legal Reservation (RL) – included in the second version of the Forest Code of 1965 (Statute 4771/65).

Besides these typologies cited above, the Underground Cavities are highlighted, whose jurisdiction are currently in the reform, discussion and controversial process.

In this context under effective management for the conservation of natural areas, the UC's are acknowledgeably the most efficient form of guaranteeing the preservation of the natural resources and biological diversity (MORSELLO, 2001; BENSUSAN, 2006), highlighting other typologies of protected Brazilian areas for having the most possible acknowledgement and visibility (MEDEIROS & GARAY, 2005). However, to gain success, they must fill the requirements in their stages of creation and be managed effectively (MORSELHO, 2001), in order to reach the goals for which they were created (BENSUSAN, 2006). The simple creation or implementation of a UC does not supply sufficient elements to effectively guarantee the maintenance of this biodiversity (MORSELLO, 2001; BENSUSAN, 2006).

The natural and/or wild areas can be thought of as the physical or geographical space where characteristic elements and/or autochthonous species

are found. Opposing the concept of urban areas, SILVA (1996), they are defined as virgin, destroyed, altered, abandoned, or marginal lands, used for urban, industrial, or agricultural means, being able to be forests, mountains, deserts, or marshes. They could yield benefits to men (resources and environmental services) if they are conserved to a more or less degree, restoring its original wild composition when they are in degraded areas or if they suffer the presence of exotic species.

As such, environmental sustainability is connected to perception, understanding, and respecting of development of processes that add value to nature and human beings, related to the capacity of a process or form of acquiring natural resources to continue to exist for a long period of time. However, in order for this to happen, it's necessary to identify, characterize, and propose ways of use and access to these resources, by means of elaborating and applying public policy and managerial norms. In this case, the UC were highlighted.

The UC creation, implementation, and management process in Brazil follows the procedures placed forth by Statue 9985 of July 18, 200, which instituted the National System of Natural Conservation Units (SNUC) together with their regulatory executive orders, resulting in the directives and mechanisms that align management and criteria definition for putting these spaces to practical use. According to SNUC, the state of Amazonas instituted the State National Conservation Unit System (SEUC), under Statute no. 53 of June 5, 2007.

The Maroaga Cave—this research's focus—is situated in a state Environmental Protection Area (UC of sustainable use) with the same name. This UC was founded by state executive order no. 99556 of 10/01/1990, the goal of its creation being to protect the speleological cavities of the city of Presidente Figueiredo, WI, besides protecting the relevant scenic beauties and environmental attributes therein, especially the Maroaga Cave.

Despite the 21 years that have passed since its founding, the APA has not yet received a published and official Management Plan, neither have effective actions for implementation of management measures linked to the Public Use Program for its Ecotourism Special Interest Zone (ZEIE). The Zone is comprised of 47 natural tourist attractions, 22 of them for tourist use and 25 potential areas (ones that had not yet been identified or mapped by 2010 and are totally lacking tourist visits), categorizing them in 16 isolated attractions and 15 natural complexes, detailed here: a) Remapping of ten

1998CPRM/PRIMAZ attractions, three of them having new area increments and the other seven being isolated; b) Mapping seven areas registered by SEMMA/SEMTUR (2004-2007), being five isolated attractions and two other new areas; and c) mapping 30 new attractions in the field, seven of them currently in use and the other 23 potential areas, containing ten natural complexes and four isolated attractions 30 (REIS e TELLO, 2011).

It was detected that over a long period of time that APA did not receive appropriate administrative management, natural tourist attractions were gained spontaneously or by executive order and incorporated into a process of intensified tourist visitation with no control and sparse administration, causing environmental impacts that compromised the ecologic integrity of the locations and, consequently, limited its time use, characterizing the process caused by mass or predatory tourism (REIS e TELLO, 2011). However, without complete management at the APA, as was in the past, the natural tourist attractions resist the absence of environmental control order, and public use.

The Maroaga Cave is an integral part of the ZEIE at APA and is an underground sandstone cavity, legally protected and also an APP *ope legis*. However, as remembered by SESSEGOLO *et al* (2004), the group of existing cavities in the Maroaga Cave is also deprived of protection and disciplinary policy, for which comes forth the creation of an integrally protected UC.

With all this, the article presents the current state of management and use of the Maroaga Cave and the incongruence of the official protection mechanisms adopted for its preservation together with the previous ones justifying the creation of APA that gives its denomination and the state of the art of the planned management actions carried out for the UC in question.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Area of Study

The Maroaga Cave (AM-002) is located on the sixth kilometer of state highway AM 240 (Balbina District Highway) in the city of Presidente Figueiredo, 111 kilometers away from Manaus, in the state of Amazonas (Fig. 01). Its location can be found on geographic coordinates 02°02'58,7" south latitude and 59°57'22" west longitude, with altitude of 120 meters (SESSEGOLO *et al*. 2004). This cave is registered in the Brazilian Speleological Society as "Maroaga Refuge" Cave. Access to the cave from

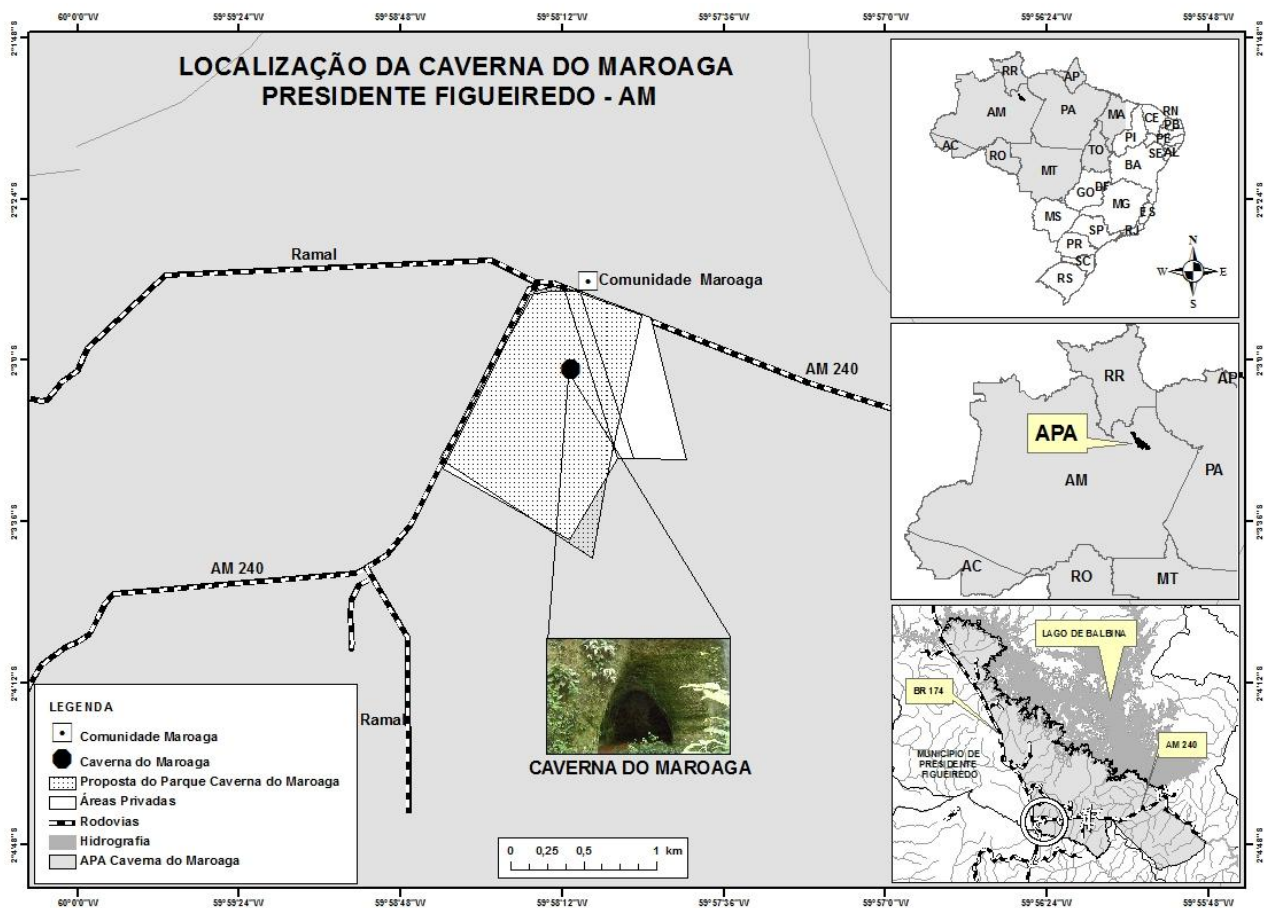
Manaus is available by interstate BR174 (Manaus-Cacará), running about 105 km until it meets state highway AM-240 on the right. One can go 6 km along AM-240 up to the entrance of the cave that is duly identified with signs. 500 meters from there, the trail continues to the forest.

The APA Maroaga Cave is about 374,700 hectares, equivalent to 14% of the city of Presidente Figueiredo, AM. The UC is located on the geographical coordinates from 01°11'35" to 02°16'02" south latitude and 59°17'24" to 60°25'12" west longitude Greenwich. Its boundaries are the BR-174 (west) interstate, the Waimiri-Atroari/Roraima (north) Indigenous Reservation, the Balbina Dam Lake (east), the Uatumã River (southern), and the Urubu River (south). It's divided by AM-240 on the south section.

Sandstone rocks in the Trumpet Group Nhamundá Formation are predominant in the Maroaga Cave (Lower to Middle Silurian), recovered by the Lateritic Covers unit (Thirdly), and the Torrent-Flood Deposits (Thirdly/Fourthly). The region is included in the Morph structural Domain of the Sedimentary Basin Plateau of Amazonas, in the context of which the differences of the Recent Flood Plain can be seen, Sandstone Plateau, and Lateritic Plateaus.

The sandstone rocks are notably the sandstone-quartz ones pointed out as deposits of Foreshore and subordinately those related to Shore face deposits (NOGUEIRA *et al*. 1997). They are medium to large granulated sandstone-quartz, being very finely chosen and round, exhibiting parallel-plain stratification with low-angled bases, having their origin linked to the flow and refluxes in a wavy zone, while the trunked part materializes in changes in the group of waves and sediments. The sandstone-quartz related to Shore face are fine to thick granulated ones, showing table-crossed, parallel-plain, solid, and crossed hummocky stratification (NOGUEIRA *et al*. 1997).

According to the diagnosis of AMAZONASTUR/PROECOTUR (2004), the face of the tubular river connections is materialized by huge abrupt vertical to sub-vertical sandstone walls, locally with downward inclinations and the heights can be over 30 meters tall, an approximate figure found from the entrance base of the Maroaga Cave to the top of the wall. The average height is 25 meters. It's above the face where the existing cavity entrances are carved in the Maroaga System. The Maroaga Cave's entrance is oval to semi-elliptic (Fig. 02).



**Fig. 01** – Maroaga Cave and its location in relation to the APA. Source: REIS, J.R.L., 2010.



**Fig. 02** – Maroaga Cave: a) and b) outer area of the Maroaga Cave – waterfall and a section of its geological structure; c) Identification signs. Sources: MORAIS, Pedro R., 2010.

According to the Köppen classification, the APA climate is the Amw type. In other words, it's a rainy, humid, hot, and tropical climate. The average total volume of precipitation is 2,075 mm. The predominance is formed by recent alluvium plains, lowered peniplains, small steps of "cuestas" and sandstone plateaus. The soils are the type of Garlic-Yellow Latuosoil, Red-Yellow Garlic, and Red-Yellow Podzolic Garlic (IBGE, 1978). In the cave's region, there are Hydro morphological Podzol soils. In the APA there is a certain predominance of Dense Ombrophyle Forest that occupies areas where Paleozoic and Pre-Cambrian, and Low Altitude Forest rocks are dominantly present, located in the

youngest lands of the Quaternary and some plateaus of the Third plain (IBGE, 1978).

In the region of the Maroaga cave, deep fields are predominant and the network of tributary drainage on the left bank is from the Urubu River, composed of courses of Urubuí, Mutum, and Onça water (creeks). The Maroaga and Judea Canals make up the fluvial channels of great interest for the cave, both being first class tributaries (AMAZONASTUR/PROECOTUR, 2004).

In the middle of the APA are 26 rural communities with around 2,193 families (CEUC/SDS, 2011). Among factors potentially responsible for the economic growth of Presidente

Figueiredo observed in the past years are the paving of the BR-174 interstate highway, which makes the largest part of land drainage possible, the mineral jades in the Pitinga region, and the Balbina Hydroelectric Dam and its attached infrastructure.

## 2.2. Materials

First and second-hand information, like those from letters specifying vegetation, soil, hydrography, public and/or private Conservation Units, agrarian situations, geomorphology, deforestation in the context of Maroaga Cave and APA conservation-priority areas, and reports and bibliographies were obtained.

The following materials and equipment were used:

- Cartographic database (IPAAM/SIPAM) – APA Maroaga Cave. Year 2009;
- ITEAM and INCRA databases – Glebes, private areas and properties.
- TM/Landsat 5 images – 231/61, 230/62, and 230/61 orbit/point and 2009 data. 30-meter space resolution. 0.63-0.69, 0.76-0.90 and 1.55-1.75 spectral bands
- ESRI ArcGIS 9.3 software that was used to elaborate cartographic and space data treatment products.
- GARMIN 3 navigating GPS used to identify geographic coordinates of the area, rural lands, and other relevant environmental aspects;
- Photographic camera and camcorder to film in and around the Maroaga Cave, as well as other aspects necessary in the research.

## 2.3. Method

The method used was that of exploratory research. This method's goal was to get to know the variable of study that was shown, its meaning and context where it's found, originating in question or problem-forming, with a triple purpose: developing hypotheses, increasing the researchers' familiarity of the environment, fact or phenomena, and clarifying or changing concepts (MARCONE, 2002). In general, case studies (GRESSLER, 2004; YIN, 2005) or bibliographic research (SANTOS, 2005) were used.

Exploratory research involves: a) finding bibliographical material; b) interviewing people who experienced the problem research on a practical

level; and c) analyzing examples that stimulated the understanding of the facts studied.

A case study is an empirical investigation carried out to find out and understand a contemporary phenomenon in its real life context, especially when the boundaries between the phenomenon and the context are not clearly defined (YIN, 2005). Being such, it's characterized by deep and exhaustive study of a single or very few objects in a way that allows the investigation of its broad and detailed knowledge, making distinguishing and detailing the case, data collection, analysis, and data interpretation and report writing possible (GRESSLER, 2004).

The purpose of library or secondary source research is to explain a problem from theoretical references published in documents, those articles of the subject of study made public (MARCONI, 2002). It can be done independently or as part of descriptive or experimental research as well, when done with the intuition of gathering previous information and knowledge about a problem to which one seeks an answer or about a hypothesis that one wishes to experiment (SANTOS, 2005). Bibliographies offer means to define and solve, not only already-known problems, but explore new areas where problems have not yet been sufficiently crystallized (MANZO, 1971 *apud* MARCONI, 2002).

Documental research methods act as an original information source of documents that had not received analyses and syntheses (SANTOS, 2005). The advantages of this kind of research are trustworthiness of the documented sources—essential to any study—the low cost and contact of the researcher with original documents. Among the disadvantages is the lack of objectivity, representation, and document subjectivity.

Obtaining documents and information on the APA Maroaga Cave remained faithful to verifying library collections, whether online or printed in conjunction with its administrating organization and those others that work in the field.

Three technical visits to the Maroaga Cave Field were made, as well as sixty to the APA in order to recognize and note the biophysical and photographic features of the locations. An integrated analysis of the data by means of interactive matrix and control lists was done, according to the methods proposed by SANTOS (2004, in which is the information obtained by primary and secondary surveys through graphs, spreadsheets, or structure diagrams of an interactive template.

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

#### 3.1. The history of the use and occupation of the Maroaga Cave region

The antecedents connected to the use and appropriation of the Maroaga Cave are linked to the beginning of the city of Presidente Figueiredo and to the discovery of the environmental potential of the region with a specific interest in exploitation. The idealization and labor of constructing the interstate highway BR-174 Manaus-Caracarái was what sparked the pioneer front that took over the region, threw out and decimated its native dwellers. This contingent was attracted by the region's natural resources and by mass projects in the implantation stage in the 1980's (OLIVEIRA, 2000; BECKER, 2001; REIS, 2010; REIS e TELLO, 2011). In this stage, the exploratory cycle began on various scales of the natural resources (flora and fauna), nudged on by well-articulated parts and with obvious goals of removing environmental goods. This scale is divided in steps.

Initially, intensified exploitation was carried out of noble wood vegetal species until they ran out, in which were informally instituted true businesses that began rural area occupation and exploited it at the same time, which would root the origins of the communities existing today. Parallel to this process is the capture, hunt, and killing off of wild animals, both for trafficking and meat marketing.

As a result of resource stifling, wildlife tamers migrated to other areas, starting the process of clandestine forest exploitation. The people who settled in the land can be divided into two categories:

- In the 1970's, the truly capitalized large entrepreneurs that camouflaged secret wood exploitation by opening pastures for bovine cattle and/or outer fields for large-scale agriculture;
- The unemployed people of big entrepreneurship who had already settled in the city and the adventurers attracted by the "illegal wood industry" in pursuit of an opportunity for a better life. These folks, who had no idea of the financing opportunities nor the proper level of professional training for agriculture trades according to the environmental parameters of the Amazon, (DIEGUES, 1999; FEARNESIDE, 2005; REIS e PINHEIRO, 2010), began and continued to implement a new illegal wood exploitation process, as well as the appearance and constant broadening of new areas and jobs in the region, mainly on the banks of AM-240, the state highway of the Balbina District (OLIVEIRA, 2000; REIS, 2010; REIS e PINHEIRO, 2010);

- After 1990, the pioneer and new inhabitants (very wealthy and learned) are geared back to taking advantage of intensified tourism without any environmental control of the city's natural beauty, originated from the environmental and geomorphologic traits of the area (REIS e TELLO, 2010; REIS e TELLO, 2011).

However, the true interest was sparked thanks to pioneering through the purchase of lengthy areas with the presence of waterfalls and waterslides by entrepreneurs coming from other regions of Brazil (REIS, 2010), who transformed them into credited hotel-touristic businesses, qualified under the means of private reserves under the category of Natural Private Asset Reservations (RPPN), making them a model to follow. This aspect brought forth the interest of rural owners and other local and regional agents and attention migrated to a new way of exploring natural resources—that of public use of waterfalls, caves, and other speleological and geomorphic formations.

Through its discovery, the Maroaga Cave has always been the highlighted and disputed natural attraction, noting acquisition and management by different parties, both public and private having distinct intentions for enjoyment and administration, whether it has been in the President Figueiredo's public and touristic campaigns, from the Amazonas state government itself, or in acts of ownership.

It was exactly like that the Rogério Gribel, an INPA (National Institute of Amazon Research) researcher elaborated the first known proposal to protect the cave in question in the 80's. In the file entitled "Preliminary proposal to create an environmental reserve in the area of the Maroaga Cave Refuge, city of Presidente Figueiredo, state of Amazonas," the environmental and ecological relevance of the region and the degrading environmental scenario done at the time, geared toward the protection of the cavity for means of conservation, research, and education are highlighted.

In this document, GRIBEL (1988) highlights that deforestation done at the time had been catalyzed by government initiatives, such as the creation of the Manaus Duty Free Trade Zone Superintendence's Agro District (SUFRAMA/DAS), substituting the forest for pastures; colonization projects of INCRA, divvying and settling families down on the sides of the highways; constructing neighborhoods adjacent to interstate BR-174 just like the several DAS neighborhoods and a access road to Balbina, among others; and the final construction stages of the Uatumã River dam. Also add onto all those entrepreneurship the uncontrolled

private and land-invading acts of stifling wild vegetal, flora, and fauna. The author emphasizes that up until that time no government measures (neither state nor federal) had been taken to contain the degradation process.

Remembering that creation the conservation units by the government of the state of Amazonas was scientifically based on the report called “Existing and Proposed Conservation Units in the State of Amazonas, with educational, scientific, landscaping, and tourist values” elaborated by INPA researcher Bruce Walker Nelson (NELSON, 1989).

After this, the cited researcher criticized the initiative of the Amazonino Mendes Administration (1987-1990) in an article published as “Flower Inventory in the Amazon and the rational choice of priority areas for conservation” for the said governor having created 9 reservations and parks at the start of the 1990’s (NELSON, 1991).

NELSON (1991) highlighted that the state-created conservation areas were done, but not implanted, being broadly exploited for their publicity worth and that they were chosen mainly on the basis of a simple report (Nelson, 1989) without an appropriate study of the situation of land use at the time and not even having consulted with society prior to the workshop called “Priority areas for conservation in the Amazon,” held in 1990 and without obtaining information consistent with the use of remote censorship.

As a conclusion, greater dialogue and cooperation among INPA researchers, experts, and state government authorities (IMA and SUFRAMA) appeared to be important in the choice and management of such conservation areas.

NELSON (1989) suggests that the location adjacent to the “Maroaga Refuge” Cave should be protected—not only those areas surrounding the cave, but instead an entire transect of the many geological substrates found from the Urubu River (kilometer 104 of BR-174) until the crystalline shield (at km 148), on the reservation border (to be created), established some kilometers east of the highway, far away from the influence of humans. This way, preserving a transect of high fauna and flora heterogeneity within a small area, being important to identify the existence of other caves and deep fields over the same sandstone that probably continued in the southeast direction of the Balbina highway. He highlighted that the caves near the road (BR-174 and AM-240) had already been disfigured, which compromised the fauna.

Biophysical, agrarian, and biological aspects of the Maroaga Cave are reported by Gribel (1988),

who also highlighted important factors to ensure the integrity of this area: agrarian legalization and means for educational and research goals. In this context, he indicates INPA as an institution capable of acquiring and managing it.

Despite this report’s considerations, the state government served NELSON’s suggestions (1989), founding an APA called “Maroaga Cave,” throwing away the interest brought forth by Gribel (1989), mainly due to political instability and agrarian complexity of the time, which still remain around a concrete position about the restrict use of the region ‘til this very day. For an ample number of reasons, it has been a target for a wide variety of arguments and conflicts related to its protection since its creation (IMA-AM, 1993).

The APA Maroaga Cave was initially instituted with an area equal to 2,562 square kilometers. However, in 1994, its dimensions were expanded to 3,747 square km. According to the report written about the APA Maroaga Cave (IMA-AM, 1993) by experts from the Amazonas Institute of Natural Resource and Environmental Protection Development (IMA-AM), Eletronorte had put together a proposal to create a reservation around the Balbina reservoir/Lake to adhere to National Environmental Council (CONAMA) Resolution no. 010/87, called the Biological Reserve (REBIO), instituted by the federal government on the Uatumã River’s right bank. However, it was not possible to create another REBIO on the left bank because the APA Maroaga Cave had already been established.

Overall, the embryonic creation process of the APA Maroaga Cave was lined on:

- Environmental and agrarian organization of the region between BR-174 and the Balbina Reservoir;
- Protection of the region’s speleological formations;
- Focusing on the protection of the Maroaga Cave’s surroundings; and
- Plans, management, and control of tourism in the natural areas of the APA.

To reach this horizons, action plans regarding the APA’s economic-ecological zoning were discussed throughout its existence, as well as elaborated Emergency Management Plans; its Management Plan; and the agreement with Presidente Figueiredo City Hall.

### 3.1.1. The kinds of official protection adopted for Maroaga Cave

#### 3.1.1.1. State APA

In spite of having been founded twenty years back, the APA Maroaga Cave does not yet have a management plan that would lay out the land use and occupation, would restrict activities contrary to its purposes, would carry out environmental, agrarian organization, as well as natural attraction public use planning and control, highlighting the Maroaga Cave.

Through the Legal Amazon Ecotourism Development Program (PROECOTUR), the Ecosystem Environmental Consulting company won the government contract bids and put forth Speleological Management Plan and Specific Projects on Infrastructure and Signs for the Maroaga Cave (AMAZONASTUR/PROECOTUR, 2004) and a short time later the Speleological Management Plan and Specific Projects on Infrastructure and Signs for the Baptism Cave, located on the outskirts of Balbina (AMAZONASTUR/PROECOTUR, 2005).

#### 3.1.1.2. Permanent Preservation Area

The region of the Maroaga Cave is an APP because its biophysical traits are adept to the criteria described in the New Federal Forest Code: Statute 4,771, of 09/15/1965 and in CONAMA Resolution no. 303, of 03/20/2002, making known:

- Around the start of the water, even if intermittent with a 50 meter line;
- 30 meter distances from the river banks for less than 10-meter-wide water courses (creeks);
- Slopes over 45°, equal to 100% on the line of the most incline.

#### 3.1.1.3. Protected Underground Cavity

The Maroaga Cave is a speleological asset of the state of Amazonas, legally protected by Executive Order no. 99,556, of 10/01/1990 that provides protection of existing natural and underground cavities in Brazil and, according to Section 20, Subsection 10 of the 1988 Federal Constitution, it is property of the Federal Government. As such, it's connected to the Chico Mendes Biodiversity Conservation Institute's National Research and Cave Conservation Center (CECAV/ICMBio), whose goal is to do scientific research and management acts to conserve cave

environments and associated species (CECAV/ICMBio, 2009; CECAV/ICMBio, 2011).

It was discovered in 1983 during the speleological survey work for implanting the Balbina Dam was under way; and was registered in the Brazilian Speleological Society as the Maroaga Refuge Cave (AM-002) (KARMANN, 1986). It has a topographic map made by the ELETRONORTE S.A. topography team and adapted by KARMANN (1986) and complement mapping done by the Environmental Ecosystem Consultants when they did their Speleological Management Plan (AMAZONASTUR/PROECOTUR, 2004). It's considered the largest cave in the state of Amazonas, with 387 meters and the third greatest difference in height (SBE, 2009).

The potentiality of Cave Occurrences in regions made up of sandstone formations is classified as average (CECAV/ICMBio, 2009), a fact which favors the Maroaga Cave according to its exceptionality on a regional level and of High Relevance according to Normative Instruction no. 2, of August 2, 2009, instituting methods for classifying the degree of relevance of underground natural cavities.

#### 3.1.1.4. Park creation proposal

As remembered previously, since the start of the discussion about its official protection in the eighties, the creation of a restricted conservation area geared toward research and education had already been discussed. Anyhow, in 2004 the "Speleological Management Plan and Specific Projects on Infrastructure and Signs for the Maroaga Cave, Presidente Figueiredo, AM," written thanks to the work of PROECOTUR in that city, grabbed public administrators' attention once again, making them aware of the necessity of the creation of a fully integrated conservation unit as a park, preferably a city one, having it in the region where the Maroaga Cave is located, with the purpose of building a touristic infrastructure and avoiding environmental degradation.

The current institutional, technical, and legal discussion about the protection of caves in Brazil could favor full and restrictive conservation for the Maroaga Cave, once the Speleological Management Plan has technical subsidies for relevance and perspective at a regional level in order to environmentally and administratively be organized. Recap that the CECAV is one of approximately 50 places propitious for conservation, depending on studies about the cavities' relevance, use, and occupation in order to identify which protected

area's profile is best appropriate. Among these are those of the Maroaga Cave.

### 3.1.2. Jurisdiction and current management scenario of the Maroaga Cave

The CEUC/SDS, managing agency of the APA Maroaga Cave, through a Consulting office, is in the planning stages of socioeconomic, biological diagnosis, as well as mapping the use of natural resources, with the objective of making its Management Plan. The APA counts on a Conservation Unit Head placed in the city of Presidente Figueiredo, specifically in the City Environmental Department (SEMMA). However, besides insufficient human resources, there is no infrastructure as vehicles, offices, etc. that can supply demand and carry out immediate management measures for the UC, depending on the availability of the agency's headquarters' resources, located in Manaus. Through Administrative Regulation no. 114/2009, of 06/05/2009, its Deliberating Council was established and holds quarterly meetings after two years without activity.

Inspectorial acts and environmental watch happen daily with the support of SEMMA or through technical visits done by the Amazon Environmental Protection Institute (IPAAM), the agency responsible for environmental supervision in the state UC's. Generally, IPAAM works on monitoring of credited entrepreneurships located in the APA, specifically as a requirement for issuing new Environmental Licenses or for renewing current ones, or when requested by CEUC/SDS to investigate criminal information on local environmental degradation. However, it's worth noting the institutional fragility of the agencies, mainly in regards to the lack of personnel to work as inspectors throughout the state as a whole.

This APA was the first state conservation unit to have a co-management agreement (Contract no. 001/2003 – IPAAM), signed by the administrating agency (IPAAM-CEUC) and Presidente Figueiredo City Hall, in effect from 07/17/2003 to 07/17/2008. Its goal was to share management for means of environmental supervision, inspection, watch and monitoring, professional training and disseminating technology made for sustainable management and community members' natural resources. In any case, the contract agreement was in effect during the alignment of relations between the state and city, as well as for APA management, intending to take action for constituting and forming its managing council. Currently, a new Technical Cooperation

and Support Agreement are being formed in conjunction of local acts.

One of the main factors that makes the APA fragile as far as its actual implantation is the discredit that this conservation unit category suffers upon being granted outside financial resources. No donor or financer believes in its permanence for biodiversity conservational means (PADUA, 2001; REIS, 2010).

Another point is the absence of a public budget whose funds are for the implementation and management of the state conservation units, made evident by the following items:

- Lack of permanent public funds for implantation and management of the conservation units—currently the implementation process and state of Amazonas UC management is runs on the condition of periodic donations from outside resources and there are no permanent public funds. This leaves a fragile institutional environment and shakes up the regulations of Amazonas' SEUC;
- Non-regulated ecosystem values—the initial stimulus to raise the value of environmental services carried out by the state UC's is in the experimental stage and finances over the services are in the stage of speculation and regulation;
- Political mobility of Conservation interests—the acts done on a political level demonstrate the protected area system's fragility since there have not been any institutional establishments from the managing agency (civil service exams, etc.) and UC implantation.

As such, the planned actions for the APA Maroaga Cave management are in progress. However, in light of unique approaches on the evolution of the technical-legislative tools, the APA has a positive consolidate perspective of its Management Plan until the end of the first semester of 2010.

The agrarian regulatory acts are in the initial phase with work by the Amazonas Land Institute (ITEAM) on registering and delivering titles to the communities established in state glebes. In some cases, there should probably be damage payments made to the real owners of those areas occupied by squatters. The occupations located in federal glebes, whether they were grabbed or not, will be covered under the federal "Legal Land" program, in place of carrying out Statute no. 11,952, of June 25, 2009, which establishes provisions about the agrarian regulation of the incident occupation of estates situated on federal land in the Legal Amazon.

One of the key points in the perspective of consolidating the APA's management plan will be the establishment of the Management Programs for the UC, as well as the Income Generation Programs. The Public Use Policy on the existing environments in the APA will be traced in both of these programs through mapping the use of natural resources and defining the UC zones (REIS and FREITAS, 2008).

However, agrarian conflict—mainly those originating from public real estate speculation—is one of the factors that most worry administrators of the protected areas. The case of the APA is no different, even though its creation executive order had highlighted it as a state agrarian asset for environment conservation means, the perimeter of the Maroaga Cave is still enclosed by properties.

According to GRIBEL (1988), at the end of the sixties, and the beginning of the seventies, the extinct Amazonas State Secretary of Rural Production—the agency that had been substituted by the Amazonas Colonization and Land Institute, ITERAM, and currently ITEAM—distributed hundreds of lots of land to people who lived in the southern/south region of the country. These lots were approximately 3,000 hectares each and were located in the basin of the Urubu and Uatumã Rivers. One of these lots is number 106 of glebe “A” from the old city of Itapiranga (Presidente Figueiredo). Its title was written to Mrs. Marisa Lima de Barros on February 16, 1971. The Maroaga Cave is near the south edge of this triangular lot.

The region of the Maroaga Cave is currently under federal domain and is considered an area of agrarian instability because it is neither registered nor on file and cannot be found in any glebe of the federal or state governments. Since it is being disputed in a lawsuit, federal procedure is followed and therefore the land belongs to the federal government until the matter of which jurisdiction should preside over it is solved. The owners of private lands have no legal ownership of estates around the area of the cave and have been living there for over 15 years. Because of this, INCRA is responsible for agrarian regulation, the properties that envelope the attraction, as well as for the entire surrounding community, also called Maroaga, and for detecting the area's control chain and identifying its legitimate owners, that will make rural estate on federal land solutions possible. It will also make use of class or individual petitions if the lands belong to private owners.

In general, the management of the Maroaga Cave is treated under the following aspects:

- The understanding of its importance as a primary target for the city tourist marketing and its vocation for tourist exploration;
- The perception of the lack of decisions on in what administrative sphere its real administrator is, whether it's the federal, state, or municipal government; and in a more specific case if the lot owners are where they currently live or acquired it by purchase.
- The city's pioneering in taking immediate management measures and carrying them out;
- The indecision or absence of protagonist over what planning and future decision perspective should be established to the area for conservationist, practical, or camouflaged means under the approach of tourist exploration.

This is the current management scenario:

- The results of the Speleological Management Plan, which suggested creating a park in the region of the cave, mobilized the three levels of government, receiving more attention from the state and city;
- The tasks suggested came up against the criteria of public possession of the proposed area, excluding private properties, which would result in damage payments land loss;
- Faced with this, public agent stabilized this proposal, betting on differentiated moves. While the state betted on restructuring the APA Council and on task articulation to put together their Management Plan, the city divided area administration into two state secretariats: Tourism (SEMTUR) and Environment (SEMMA).

SEMTUR works with the area tourist administration and coordinating tour guides who take visitors to the cave. SEMMA works with visit monitoring and timely environmental supervisory actions. An important point was the adoption of the measures suggested in the Speleological Management Plan as far as public use goes, such as the quantity of tourists, trail design, and prohibiting access to the inside of the cave.

The tourist activity of the Maroaga Cave counseled by the city does not promote any support to the property owners where the cave is, also being inhibited and coerced to not pursue any form of use geared toward the cave. The owners are people with a elementary level school and professional education. They are farmers who live off perennial plantations and raise small animals to survive (SESSEGOLO *et al.* 2004), but they can also cause

environmental impacts in the attraction (REIS, 2010), mainly as a consequence of deforestation (REIS and PINHEIRO, 2010).

It can be observed that there is no local public authority intervention as far as impeding exploration of the natural attraction for tourism or even inspecting and monitoring the possible impacts by intensified tourism in other areas with the same biophysical traits whose owners are capitalized and possess bargaining power. Another aspect is the large third-party interest in trading land in and around the Maroaga Cave.

SESSEGOLO *et al.* (2004) points out that cave administration run by local dwellers was not making appropriate management possible as far as public service goes, as well as tourist visitation control, especially on commemorative dates. He highlights the fact that administration occurred with an agreement between the city manager and the Maroaga Community President and not between the manager and the region's occupants where the cave is located.

On the other hand, he notes that both state and city officials did not pay attention to technical support to these owners, be it training them professionally and counsel on private reservation care, or even on signing a formal agreement addressing the form of use and most adequate management style to conserve the environment and to enjoy social fairness.

### 3.1.3. Pressure and threats to the Maroaga Cave

According to GADELHA & ALECRIM (2006), the cave is the most visited one in Presidente Figueiredo, bearing serious degradation risks by speleological formation, containing species threatened with extinction inside, like the mountain cock (*Rupicola rupicola* Linnaeus 1766, Cotingidae).

The vulnerability of the cave increases because of natural phenomenon, such as the intense chemical intemperance, lixiviation, water, ionic, and induced erosions: laminate and in furrows. It's summed up in this, the lack of inspections and maintenance, strong allies to impacting intensification, besides the impacts caused by the flow of visitors. Tourist visits to the Maroaga Cave was done without any control, follow-up, or real supervision whatsoever; only timely events were held in the area. This way, the tourist activity was being conducted in an abnormal way by people who did not have the necessary

qualification to act as guides (GADELHA & ALECRIM, 2006).

The Presidente Figueiredo city Environment Secretariat Administrative Regulation no. 12/2005, from 12/19/2005, prohibits access to the inside of the Maroaga Cave due to the detection of pathogenic fungi that's harmful to human health, originating from bat feces, however it is currently cancelled, calling for the tour guides to let visitors know about access denial.

The Maroaga Cave is within the Expansion Zone of the Presidente Figueiredo city headquarters. In 2006, city Ordinance no. 562 lay out the Presidente Figueiredo Urban and Environmental Developmental Director's Plan and Ordinance 563/06 regulates the urban perimeter and expansion within the city zone, defining 13 disperse urban centers.

The APA Maroaga Cave's geographical boundaries cover the city of Presidente Figueiredo, on the right side of BR-174 on the Manaus-Caracará stretch, containing four urban sections (expansion and urban consolidation).

The advancing of urban expansion flow, accompanied by the consolidation and condensation, could still be advised and planned because there is a bundle of passive urban-forest areas and lots, which would avoid the communities near the city to play the role of catalysts and complement embryo to the expansion flow, whose link happens through neighborhoods built inside the APA and that outline the city headquarters, provided by colonists and squatters in the process of clandestine wood exploitation and in the wrongful appropriation of areas whose geomorphologic characteristics are exceptional. Note that possession and selling of properties right in front of the area surrounding the Cave constantly goes on in the Maroaga Community.

Presidente Figueiredo urban expansion should dispense with identifying areas propitious of lot dividing with the zoning and protection of the permanent preservation areas, the green areas in residential condominiums/legal reservations, and also with creating UC's—whether superimposed or not—over these areas.

According to REIS *et al.* (2008), in 2006, around 8.8% of the APA was deforested (figure 3). The areas that suffered the most deforestation are found along the AM-240 state and BR-174 interstate highways, where most of the APA residents live. Family installations, lots, and deforestation associated with pastures, agriculture, tourist use, burnings, and opening up land were observed in

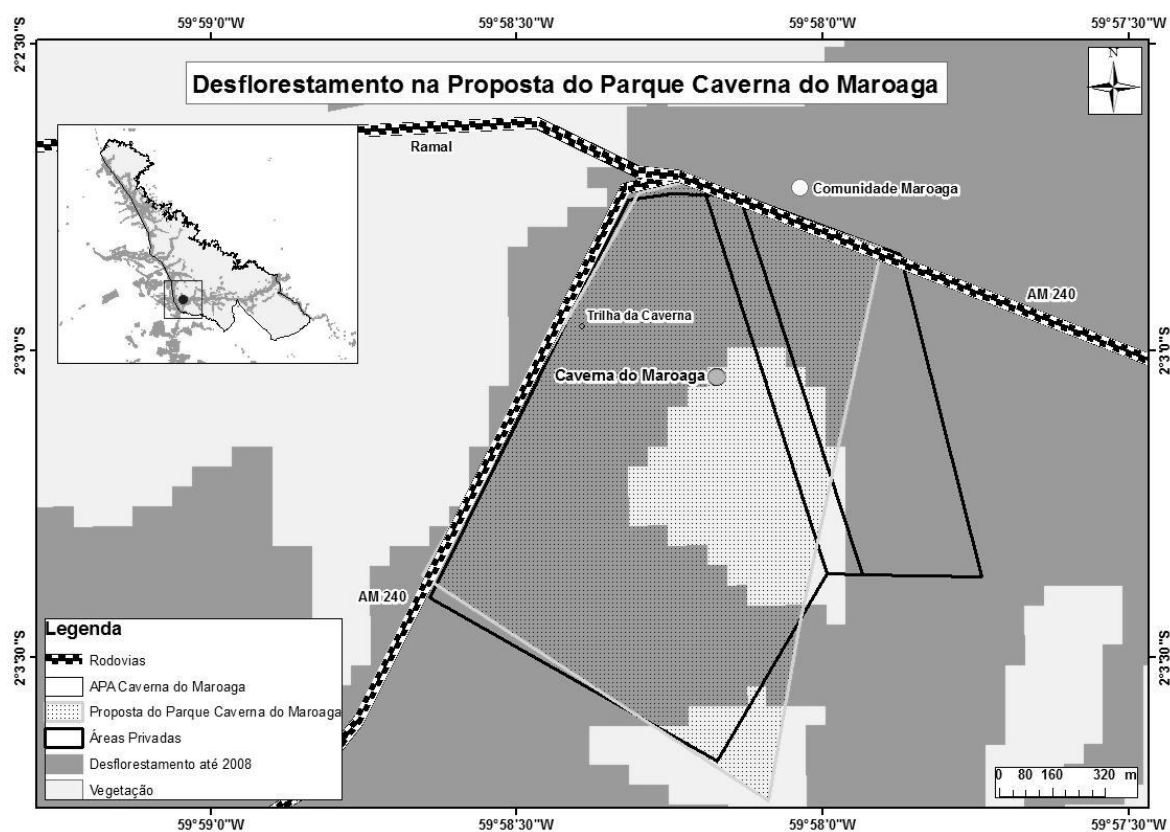
these locations (MULLER e CARVALHO, 2003). However, one of the main threats is to the environmental integrity of the existing natural tourist resources in the APA.

Clandestine forest exploitation has advanced upon species as the Redwood, Angeline Rock, and other noble rocks. Evidence of this pioneer time period of exploitation is the existence of abandoned neighborhoods currently taken over by the forest's re-growth. According to NELSON (1991), the installed ability for Redwood processing (oil extraction) increased in Manaus in the 1980's with the opening of new roads to the north (referring to the location of Presidente Figueiredo and highways BR-174 and AM-240), penetrating unexplored forests, highlighting that the this specie's exploration happened predatorily.

Most of the deforestation in the region began to implant pastures (IMA-AM, 1993; IPAAM,

1998), but for several reasons, among them economic and management problems, along with many projects of which were not actually implemented and whose areas were abandoned, containing exotic and invasive species, categorizing them as degraded areas where wild vegetation recuperation techniques are not applied.

Currently, an initiative on behalf of the public sector has been the incentive to create private reservations imposed on the conservation unit, but this fact does not guarantee the protection of areas affected by the creation of these reservations. It can be noticed that this factor is an important element to provide more restrictive use protection and a way for the owners to be able to use the land for scientific research and tourist activities. There should also be usage regulation for this situation, with the goal of avoiding environmental degradation.



**Fig. 03** – Deforestation in the area proposed for creating the Maroaga Cave Park.

### 3.2. Solutions for efficient protection of the Maroaga Cave

For REIS & FREITAS (2008), the possible solutions for effective conservation of the Maroaga Cave, with an impasse brought on by agrarian and administrative instability, are tied down to negotiations between several public organizations and the owners/squatters of private areas, being up to the following proposals:

- APA zoning to institute the region of the Maroaga Cave as an intangible zone or restricted use area;
- Negotiation between the owners and volunteer private federal or state reservations institution in the region where the cave is located;

- Negotiation and/or legal imposition upon owners to institute legal reservations in the region where the cave is located;
- Instituting the park on a state or city level, indemnifying and/or exchanging lands to the current owners of the private areas on which the proposed land is located.

Implementation of the Management Plan of the APA Maroaga Cave will provide the carrying out of managerial measures foreseen in the Public Use Program for ZEIE. ZEIE was defined by the presence of exceptional natural attributes in use or potentially for tourist activities and those considered fragile and in need of more protection, such as archeological sites and underground cavities. This zone imposes itself over others in this sense and the usage and activities done in it should meet their own norms (MARKSTEIN e REIS, 2011).

ZEIE corresponds to 1.5% (5,710 hectares) of the UC and is formed of three different attraction typologies: a) waterfalls and waterslides; b) underground cavities (caves and flowers); and c) archeological sites. This was temporarily a buffer of 1 kilometer around each attraction, indicating its influence. This area should follow the norms previously defined in the Management Plan and thereafter in the UC Public Use Plan (MARKSTEIN e REIS, 2011).

However, zone boundary creation obeyed the agrarian situation (lands belonging to people are abandoned as pastures or are instead occupied by squatters) of which natural tourist attractions they were incorporated for.

On the other hand, the lack of a Management Plan implementation has made environmental protection action on the region's natural attractions difficult and affects, as has already been explained, the management of the Maroaga Cave. What could be done is make appropriations for social means, such as the public authority creating parks and reservations.

The Method Outline for elaborating the Management Plans for the state UC's of Amazonas (AMAZONAS, 2006), establishes restricted zones for use of natural resources, but applying this criterion in private areas must make functional legislative parameters compatible for area protection, meaning complement use or imposed official protection.

It's worth remembering the APA has an Administrative Norm that establishes disciplinary measures on activities developed in its surroundings which are related to cattle raising, vegetal coverage,

tourism, mining, industry, dividing soil, among others (Norm no. 2 of 05/28/1993 – IMA – AM). Once constitutional boundaries are respected, norms and restrictions can be established to utilize a local private estate located on the APA grounds. However, the norm has no current enforcement.

The Intangible Zone, where reinforced intervention does not result in any sort of influence, is among the zones (AMAZONAS, 2006), scientific research, environmental monitoring, and natural resource protection is permitted, given that means of transportation does not cause impacts or need specific installations for such in small groups. Parallel to this, the Restricted Use zone is of little importance, neither being grave nor dangerous and it adds to recreational activities, environmental interpretation and education, these needing to be done via means of transportation that do not cause impacts or need specific installations for such in small groups

According to SEUC Ordinance, the intangible areas of the sustainable use UC must be computed in the calculation of SEUC's area under a fully protected regime. It also highlights that as a criterion for UC creation and functioning, the sustainable use facilities may be totally or partially transformed in fully protected units by means of administrative regulation from the same hierarchical level that created them, as long as the publicly-known procedures are followed.

In this case, reclassification or re-categorization could happen to this APA regarding dimensions in more restricted UC's, as well as the possibility of realigning its polygon, having the understanding of incoherence in superimposing public UC's from different categories, mainly when protected areas are calculated. The APA could be superimposed, as well as the fully protected units on a city level, National Private Asset Reservations—RPPN—, and Private Sustainable Development Reservations.

It's worth restating that the counterpoints of creating the Maroaga Cave in the region are:

- Lack of ownership of land by squatters on lots they grabbed
- Impossibility of financial investments or institutional-political articulation of squatters, mainly from of the lack of information and qualification;
- Squatter insistence on not selling their lots to third parties. These wealthy and educated people would absolutely transform the region into a

tourist trade and into RPPN's in other areas at the same time.

As a result of this process, another suggestion would be instituting a legal reservation that, according to the New Forest Code of 1965 (Federal Statute 4771/65) and the Provisional Measure no. 2166/67 of 08/24/2001, is 80% of the property to the Amazon biome. However, this measure is only adopted when the necessary procedures are followed for requesting an environmental license for doing any activity impacting the environment for which land ownership is essential, depending on the level of the entrepreneurship's influence. In this case, the legal reservation should be recorded in a Real Estate Registry Office, having its descriptive summation and the Complementary Registration signed in the duly qualified environmental agency.

For the Maroaga Cave, this measure is far from being enforced because of the start of agrarian regulation and the lack of action by squatters for attraction usage—that which does not use an environmental license, except those guides qualified by the City who work in the area in the tourist trade. So, licensing private areas would serve third-party interests, but not those of the true occupants.

The misappropriation proposal of the areas in order to build a park has found resistance in the indemnity process, which will trigger what for the state exchequer or the city will not have budgetary plans to back this kind of action up. However, there still is the possibility of having land exchanges, bartering current occupation for another estate chosen by the squatter and donate it for consideration of the public authority. In any case, this decision is linked to the goodwill of the squatter in wanting to accept the proposal. This way, if there is not feasible solution, the public authority should expropriate the property for social means, collective, and environmentally protective means.

#### 4. CONCLUSIONS

One can observe that ordering and monitoring the use of natural resources in areas, whether with or without official protection, is linked to diffuse interests, lacking coordination and political determination to the interests of conserving the biodiversity, which refers to the understanding that these planned and widespread actions are nothing but political speeches for a realistic scenario.

However, such process reflects the fragmentation of the environmental management policies, corresponding and reiterating, on one side,

to the ever-growing specialization of the State machine and to departmentalization of plans, programs, projects, and others that are only finished because of several conflicting demands.

The Maroaga Cave is connected to the institutional articulation process, whether for its real protection or not, and the definition of which means will be adopted for this end, considering possible agreements or understandings to be made among varying public levels in their legal approach and community involvement and participation, serving as a mirror and scenario of the vehicle of the political vision about organizing public usage of natural areas in the Central Amazon.

The factors that made the management of the APA attractions a challenge are the lack of: a) qualification, technical support, and fomentation to landowners; b) studies on supporting qualification; c) visitation control, administration and monitoring; and d) infrastructure and adequate management measures according to the biophysical conditions of each location. Besides this, there are no regulations of public usage that involve environmental licensing, inspection and supervision. This aspects cause the limitation or maximization of time usage of the areas before the advancing of deforestation in the middle of the UC and the express degradation of the APP, making a compact for the continuous spontaneous acquisition and clandestine tourist use of the attractions.

It's pointed out that every natural attraction fits into some typology of legally protected areas, only being able to reassure its real protection through the Integrated Protection Group's UC institution, which are more restrictive than the APA category. Along with this, the public authority's negligence in organizing, regulating, and environmentally managing natural attraction use is the main threat to conserving the natural areas.

Faced with the complicated set-off of proposals for actual conservation of the Maroaga Cave, this area can be highlighted as the prime display of institutional work. Whatever is decided will either serve as the model for official protection of other similar areas distributed by the APA or will be the matrix for what will happen if there are not unified acts between organized civil society and public authorities. Society through demand and popular pressure, suggesting solutions for decision-making about full maintenance of the natural environments of this conservation unit and public authorities enforcing permanent management of environmental assets within their jurisdiction.

## REFERENCES

- AMAZONAS, Governo do Estado do. *Roteiro para elaboração de planos de gestão para as Unidades de Conservação Estaduais do Amazonas*. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Manaus: SDS, 2006. 44p.
- BECKER, Bertha Koiffmann. Síntese do processo de ocupação da Amazônia - Lições do passado e desafios do presente. In: FLEISCHFRESSER, V. (Org.) *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2001. p. 5-28.
- BENSUSAN, N. *Conservação da Biodiversidade em Áreas Protegidas*. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 2006. 176p.
- CABRAL, N. R. A. J.; SOUZA, M. P. *Área de Proteção Ambiental: Planejamento e gestão de paisagens protegidas*. 2ª ed. São Carlos: RIMA, 2005. 158p.
- Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). 2009. <http://www.icmbio.gov.br/cecav/index.php>. Acesso em 01 de outubro de 2009.
- CENTRO ESTADUAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO AMAZONAS (CEUC/SDS). *Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental (APA) Caverna do Maroaga - Versão 1.0*. CEUC/SDS. Manaus: SDS/Governo do Estado do Amazonas, 2011. 400p.
- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS (CECAV) DO INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). *Apostila do III Curso de Espeleologia e Licenciamento Ambiental*. 23/05 a 03/06/2011. Brasília-DF: CECAV/ICMBIO, 2011.
- DIEGUES, A. C.; MILLIKAN, B.; CASTRO, E.M.R.; HEBETTE, J. e F.I. *Desmatamento e modos de vida na Amazônia*. Núcleo de Apoio à Pesquisa sobre Populações Humanas e Áreas Úmidas Brasileiras (NUPAUB). Universidade de São Paulo. São Paulo/SP: Alves, 1999.
- EMPRESA ESTADUAL DE TURISMO. PROGRAMA PARA O DESENVOLVIMENTO DO ECOTURISMO NA AMAZÔNIA LEGAL (AMAZONASTUR/PROECOTUR). *Plano de Manejo Espeológico e Projetos Específicos de Infra-Estrutura e Sinalização da Gruta do Batismo*. Ecosistema Consultoria Ambiental, Presidente Figueiredo/AM. 2005. 413p.
- FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Megadiversidade*, v.1, n.1, p.113-123, 2005.
- GADELHA, E. M.; ALECRIM, J. D. Turismo: impactos nos aspectos geomorfológicos da Área de Proteção Ambiental Presidente Figueiredo Caverna do Maroaga/ AM. *Caderno de Turismo Virtual*. ISSN: 1677-6976. Vol. 6, N° 2, 2006. p 19-24.
- GRESSLER, L. A. *Introdução à pesquisa: projetos e relatórios*. 2ª ed. São Paulo: Loyola, 2004. 295p.
- GRIBEL, R. *Proposta preliminar para criação de uma reserva ambiental na área da Caverna "Refúgio do Maroaga", município de Presidente Figueiredo, Estado do Amazonas*. Relatório. Manaus: Departamento de Ecologia/INPA, 1988. 13p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Projeto RADAMBRASIL. *Folha AS. 20 - Manaus: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Departamento Nacional da produção Mineral. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Rio de Janeiro – RJ, 1978.

- INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS NATURAIS E PROTEÇÃO AMBIENTAL DO AMAZONAS (IMA-AM). *Realização de estudos e levantamentos técnicos relacionados com a Área de Proteção Ambiental "Caverna do Maroaga" - Situação atual e recomendações*. Relatório Final. Portaria/IMA-AM/P/nº 225/92. Processo 1182/92. Manaus, 1993. 16p.
- INSTITUTO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO ESTADO DO AMAZONAS (IPAAM). *Área de Proteção Ambiental "Caverna do Maroaga": Informações Gerais*. Relatório Técnico. Diretoria de Ciência e Tecnologia. Gerência de Gestão Territorial. Manaus, 1998.
- KARMANN, I. Caracterização geral e aspectos genéticos da gruta arenítica "Refúgio do Maroaga", AM-02. *Espeleo-Tema* 15. 1986. p. 09-18.
- MARCONI, M. A. *Técnica de pesquisa: planejamento execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- MARKSTEIN, N.; REIS, J.R.L. Programa de Uso Público do Plano de Gestão da APA Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo/AM. In: *Controle e gestão ambiental dos atrativos turísticos naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo-AM: Encarte Científico*. Manaus/AM: UFAM/FCA/PPG-CIFA, 2011. v. 1. p. 98-107.
- MEDEIROS, R. e GARAY, I. Singularidades do sistema de áreas protegidas para a conservação e uso da biodiversidade brasileira. In: GARAY, I. e BECKER, B. (orgs.) *Dimensões Humanas da Biodiversidade*. Petrópolis: Vozes, 2005. p 159-184.
- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. *Revista Ambiente e Sociedade*, Campinas, v. 9, n. 1, 2006. p 41-64.
- MEDEIROS, R.; IRVING, M.; GARAY, I. A proteção da natureza no Brasil: evolução e conflitos de um modelo em construção. *RDE – Revista de Desenvolvimento Econômico*. Ano VI. Nº 9. Salvador, BA: Janeiro de 2004. P 83-93.
- MORSELLO, C. *Áreas Protegidas Públicas e Privadas: Seleção e Manejo*. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2001. 343p.
- MULLER, A. J.; CARVALHO, A. S. Uso de produtos CERBS para o zoneamento geoambiental de Presidente Figueiredo, no Amazonas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., Goiânia, 2005. Anais... São José dos Campos: INPE. p 1035-1044.
- NELSON, B. W. Inventário Florístico na Amazônia e a escolha racional de áreas prioritárias para conservação. In: VAL, Luis Adalberto; FIGLIUOLO, Roberto & FELDBERG, Eliana (org.). *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*. Vol. 1. Manaus: INPA/Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1991. p 173-183.
- NELSON, B. W. *Unidades de Conservação existentes e propostas no Estado do Amazonas, com valores educativos, científicos, paisagísticos e turísticos*. Relatório. Manaus: Departamento de Botânica/INPA, 1989. 14p.
- NOGUEIRA, A. C. R.; SOARES, E. A. A.; SOUZA, V. S.; TRUCKENBRODT, W. H. W.; CAPUTO, M. V. *Estruturas glacioteclônicas na Formação Nhamundá, Siluriano da Bacia Amazônica*. Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 6. Boletim de Resumos Expandidos. Pirinópolis: SBG, 1997. p. 153-155.
- OLIVEIRA, José Aldemir de. *Cidades na Selva*. Manaus: Valer, 2000. 224p.
- PÁDUA, M.T.J.. Área de Proteção Ambiental. In: *Direito Ambiental das Áreas Protegidas: O Regime Jurídico das Unidades de Conservação*. Antônio Herman Benjamin (org.). Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. 560p.

- REIS, J. R. L. e FREITAS, M. S. *Territorialidades e uso público dos recursos turísticos naturais na Amazônia Central*. In: 1º Congresso de Ecoturismo da Amazônia, 2008, Manaus/AM. Anais do 1º Congresso de Ecoturismo da Amazônia. Manaus/AM: Departamento de Geografia - Universidade Federal do Amazonas, 2008. p 209-224.
- REIS, J. R. L.; PINHEIRO, E. S.; MACEDO, M. A. *Evolução do desflorestamento (1990-2006) em Áreas Protegidas da Amazônia Central*. In.: Anais do VIII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados a Engenharia Florestal, Curitiba, 07 a 09 de outubro de 2008; Organizadores: Atilio Antonio Disparati, João Roberto dos Santos. Curitiba: FUPEF, 2008.
- REIS, J.R.L.; PINHEIRO, E.S.. Análise do desflorestamento em uma unidade de conservação de uso sustentável na Amazônia Central. *Geografia (Rio Claro. Impresso)*, v. 35, p. 623-640, 2010.
- REIS, J.R.L.; TELLO, J.C.R.. Controle e gestão ambiental dos atrativos turísticos naturais da APA Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo - AM. In: *Controle e gestão ambiental dos atrativos turísticos naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo-AM: Encarte Científico*. Manaus/AM: UFAM/FCA/PPG-CIFA, 2011. v. 1. p. 12-40.
- REIS, J.R.L.; TELLO, J.C.R.. Gestão ambiental de atrativos turísticos naturais da APA Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo/AM. *Revista da ANPEGE*, v. 6, p. 123-145, 2010.
- REIS, J.R.L. Gerenciamento Ambiental de atributos naturais da APA Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo/AM. *Dissertação de Mestrado*. Manaus: UFAM/Faculdade de Ciências Agrárias, 2010. 230p.
- SANTOS, R. F. *Planejamento ambiental: teoria e prática*. Oficina de textos, 2004. 184p.
- SBE. Sociedade Brasileira de Espeleologia. AS MAIORES CAVERNAS DO BRASIL. Situação do Estado do Amazonas. 2009. In: [http://www.cavernas.org.br/cavernas\\_maiores.asp?txtestado=AM](http://www.cavernas.org.br/cavernas_maiores.asp?txtestado=AM). Acesso em 01 de outubro de 2009.
- SESSEGOLO, G. C.; PRIES, D. C.; ROCHA, L. F. S.; ROCHA, R. P.; ZAKRZEWSKI, D. P. *Manejo da Caverna do Maroaga, Presidente Figueiredo/AM*. IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação (1.:2004:Curitiba). Anais. V 1. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza: Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, 2004. p 399-405.
- SILVA, L. L. *Ecologia: manejo de áreas silvestres*. Santa Maria: MMA, FNMA, FATEC, 1996. 352p.
- YIN, R. K. *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205p.

---

**Editorial flow/Fluxo editorial:**

Received/Recebido em: 13.03.2011

Corrected/Corrigido em: 17.08.2011

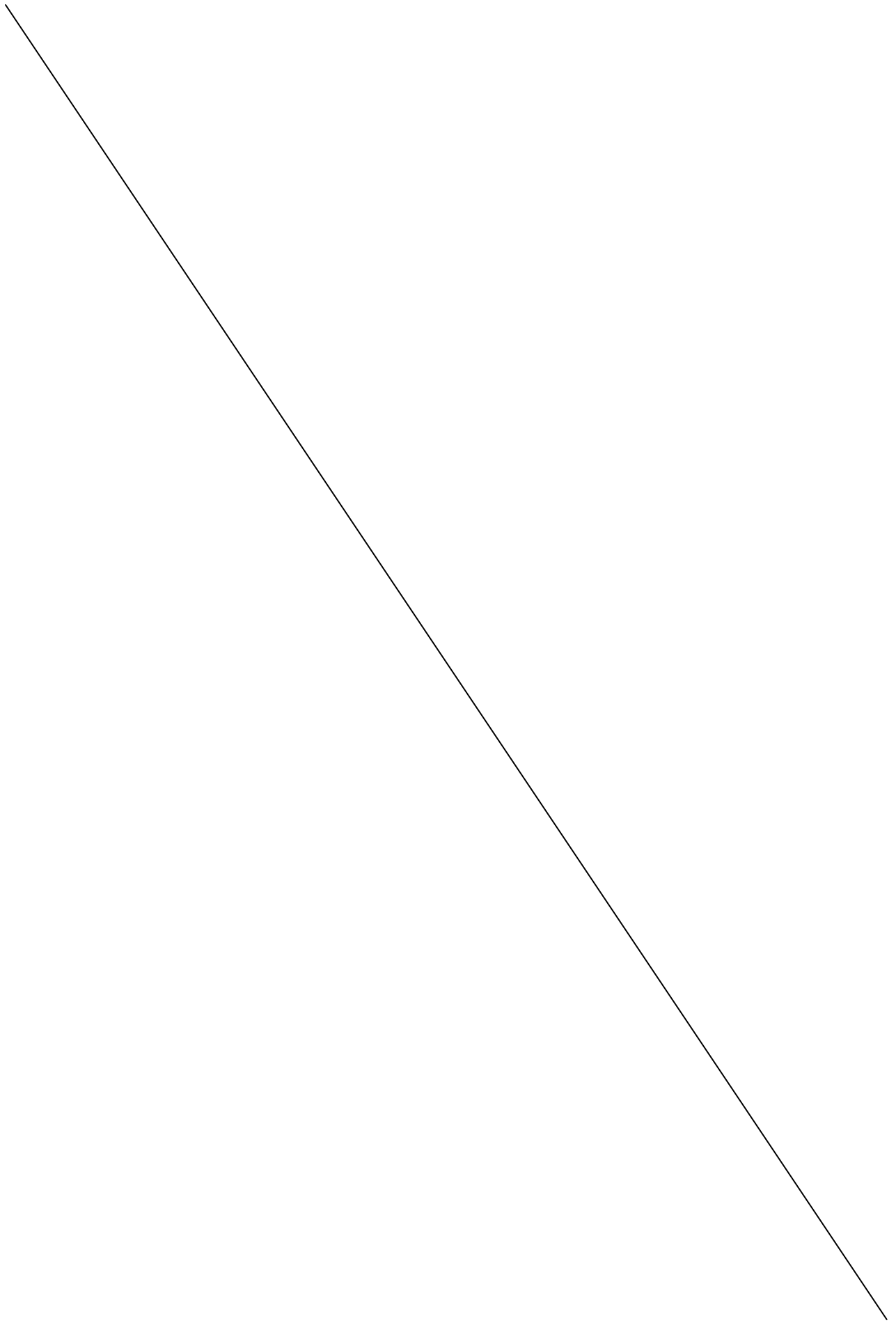
Accepted/Aprovado em: 02.12.2011

---



**TOURISM AND KARST AREAS**  
(formerly/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)  
[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

---



## TURISMO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: RESULTADOS DO PLANO DE MANEJO DA RPPN FAZENDA CABECEIRA DO PRATA – JARDIM - MS

*TOURISM IN NATURAL PROTECTED AREAS: RESULTS OF THE MANAGEMENT PLAN OF THE PRIVATE RESERVE OF THE NATURAL HERITAGE “FAZENDA CABECEIRA DO PRATA” – JARDIM - MS*

Luiza Spengler Coelho, Maria Caroline Moron Urt,  
Samuel Duleba & Vinicius Batistelli Lemos

Pesquisadores independentes

Campo Grande - MS - [luiza@gruporioprata.com.br](mailto:luiza@gruporioprata.com.br); [urt.turismo@yahoo.com.br](mailto:urt.turismo@yahoo.com.br);  
[samuelduleba@hotmail.com](mailto:samuelduleba@hotmail.com); [viniciusblemos@gmail.com](mailto:viniciusblemos@gmail.com)

### Resumo

O Recanto Ecológico Rio da Prata é um atrativo de ecoturismo localizado na cidade de Jardim, no Mato Grosso do Sul, a atividade turística acontece dentro da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata, categoria de unidade de conservação privada, que permite proteção perpétua de uma área natural. O Plano de Manejo da Reserva foi concluído em 2006, realizado por um grupo de oito pesquisadores, e contempla todos os aspectos ambientais da RPPN e as diretrizes para o uso turístico e conservação. Este trabalho tem por objetivo apresentar os principais resultados do plano de manejo da RPPN em questão, norteando-se em dois métodos, um deles de caráter bibliográfico, com o intuito de contextualizar o trabalho buscando apresentar fatores que incentivem ações semelhantes, principalmente em áreas de interesse turístico; o outro priorizou apresentar os dados de maior relevância, e interesse obtidos na elaboração do plano, além das ações propostas e suas aplicações na prática. Entre os resultados do Plano está a elaboração do zoneamento ambiental, que facilitou o planejamento e gestão consciente da zona de visitação, além de evidenciar áreas para reflorestamento e recuperação, e a definição das normas de uso de cada zona, delimitando o acesso e a utilização.

**Palavras-Chave:** RPPN; Plano de Manejo; Ecoturismo; Mato Grosso do Sul.

### Abstract

*Recanto Ecológico Rio da Prata is an ecotourism attraction in the city of Jardim, Mato Grosso do Sul, the tourist activity takes place within the RPPN (private reserve of natural heritage) Fazenda Cabeceira do Prata, category of a private conservation unit, which allows perpetual protection of a natural area. The Management Plan for the reserve was completed in 2006 by a group of eight researchers, and consider all environmental aspects of the private reserve of natural heritage and guidelines for tourist use and conservation. This paper aims to present the main results of the management plan of the RPPN in question, guided by two methods, one characterized by the literature research, in order to contextualize the study aims to present factors that encourage similar actions, especially in touristic areas, the other prioritized to present the data of greatest relevance and interest obtained in the preparation of the plan, and proposed actions and their applications in practice. Among the results of the Plan is the development of an environmental zoning, which facilitated the planning and management of the visitation area, also highlighting areas for reforestation and setting the standards of use of each area.*

**Key-Words:** Private Reserve of the Natural Heritage; Management Plan; Ecotourism, Mato Grosso do Sul.

### 1. INTRODUÇÃO

A Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma categoria de unidade de conservação da legislação ambiental brasileira, de caráter privado, que permite a proteção perpétua de uma área sem a necessidade de desapropriação, sendo criada por iniciativa do proprietário.

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação/SNUC (Lei Federal N° 9985/2000), devem ser elaborados planos de manejo para nortear a gestão das RPPNs, que se constituem em um documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as

normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.

No caso da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata o Plano de Manejo torna-se ainda mais necessário devido a atividade turística desenvolvida no local, com alta demanda e em ambiente de relevância ambiental.

A Fazenda Cabeceira do Prata está localizada no município de Jardim, sudoeste de Mato Grosso do Sul, distante 34 km da zona urbana da cidade e 270 km de Campo Grande, capital do Estado. Localiza-se nas proximidades do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, dentro do Corredor de Biodiversidade Miranda - Serra da Bodoquena, região que faz parte das áreas prioritárias para a conservação de biodiversidade nos biomas do Cerrado, Pantanal e da Mata Atlântica (MMA, 1999, 2000).

Em 1995, teve início à atividade turística na propriedade, sob o nome fantasia Recanto Ecológico Rio da Prata, seguindo uma série de diretrizes para assegurar o desenvolvimento sustentável da operação. Uma destas diretrizes era a criação de uma RPPN para proteger as nascentes e toda a mata ciliar do rio Olho d'Água. Assim, em 27 de abril de 1999 foi criada oficialmente a RPPN Fazenda Cabeceira do Prata (Deliberação CECA/MS nº 001-99), protegendo 307,53 hectares (21,5% da área total da Fazenda).

Em 2005, o Programa de Incentivo às Reservas Particulares do Patrimônio Natural, lançado pela parceria entre a Conservação Internacional do Brasil (CI-Brasil) e a Associação das RPPNs de Mato Grosso do Sul (REPAMS) viabilizou a captação de recursos para a elaboração do Plano de Manejo da Fazenda RPPN Cabeceira do Prata. Além desta parceria inicial, os pesquisadores tiveram apoio em seu trabalho do Instituto das Águas da Serra da Bodoquena (IASB), Associação dos Atrativos Turísticos de Bonito e Região (ATRATUR) e Fundação Manoel de Barros, parcerias fundamentais na viabilização do documento.

O Diagnóstico e Plano de Manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata foi finalizado em 2006 e submetido para aprovação na Gerência de Unidades de Conservação do IMASUL/SEMAC/MS. A aprovação foi concedida em 05 de Junho de 2009 pela Portaria do IMASUL nº 104/2009. O objetivo deste artigo é descrever como foi realizado o desenvolvimento, e os resultados obtidos na elaboração do Plano de Manejo RPPN Faz. Cabeceira do Prata (Jardim, MS), e sua influência no

sistema de gestão da atividade turística realizado no local.

## 2. METODOLOGIA ADOTADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PLANO DE MANEJO

O delineamento do Plano de Manejo da RPPN Cabeceira do Prata seguiu as recomendações de Ferreira et al. (2004), cujo roteiro metodológico tem como principal objetivo facilitar e incentivar o planejamento das RPPNs, de acordo com a realidade e singularidade de cada unidade.

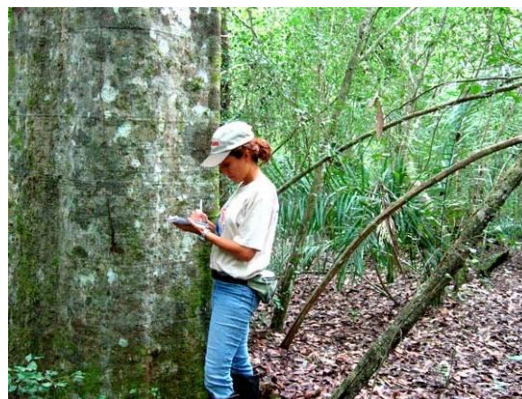
A premissa do trabalho era a elaboração de um texto de fácil entendimento, sem comprometer a qualidade técnica, considerando os resultados obtidos durante o diagnóstico e os objetivos da equipe técnica e dos proprietários da RPPN. A indicação dos pesquisadores envolvidos na elaboração do Plano de Manejo ficou a cargo dos coordenadores, que priorizaram técnicos que já atuavam na região e possuíam conhecimentos relevantes sobre o ambiente estudados. A equipe executora do Plano de Manejo foi composta por: Daniel De Granville Manço (coordenador geral), José Sabino (ictiólogo), Kellyn Negri (estagiária ictiologia), Luciana Paes de Andrade (entomóloga), Janaína Couto Mainchein (turismóloga), Maria Antonietta Castro Pivatto (coordenadora, ornitóloga), Vivian Ribeiro Batista Maria (botânica), Marja Zattoni Milano (mastozoóloga), Samuel Duleba (herpetólogo), e Eduardo Folley Coelho (proprietário da RPPN e supervisão Geral).

Cada pesquisador ficou responsável pelo levantamento de dados preliminares relacionados à sua área de pesquisa (figura 1), sendo que os dados gerais para a composição do documento ficaram sob responsabilidade dos coordenadores de equipe, que juntamente com o proprietário fizeram levantamentos de dados históricos da propriedade e também da região, assim como aspectos físicos e sócio-econômicos. Os dados obtidos em campo seguiram metodologia própria de cada área de pesquisa, estando descritos no Diagnóstico Ambiental (Parte 1) do documento<sup>1</sup>.

A Coordenação de Equipe elaborou um roteiro para relatório de atividades de forma a padronizar o formato das informações repassadas pelos pesquisadores, facilitando a construção do texto principal. Os seguintes itens foram solicitados no relatório: introdução, metodologia, cronograma, resultados, discussão, conservação, zoneamento sugerido de acordo com os resultados, recomendações, referências e consulta bibliográficas, glossário e anexos.



**a**



**b**



**c**



**d**



**e**



**f**



**g**



**h**

**Figura 1** - Pesquisadores durante pesquisa de campo. **a.** Registros fotográficos (Foto: Tietta Pivatto) **b.** Estudos da flora (Foto: José Ramão) **c.** Biometria de pequenos mamíferos (Foto: Natacha Sobanski) **d.** Observação de avifauna (Foto: Daniel De Granville) **e.** Estudo da herpetofauna (Foto: Carol Urt) **f.** Registro de ictiofauna (Foto: Luciana Paes de Andrade) **g.** Estudo dos invertebrados aquáticos (Foto: José Sabino) **h.** Equipe de execução do Plano de Manejo da RPPN Cabeceira do Prata. (Foto: Heriberto Gimenes Junior).

O texto final do Plano de Manejo foi dividido em três partes distintas: 1. Diagnóstico Ambiental; 2. Caracterização Sócio-econômica e 3. Planejamento e Gestão. O zoneamento e os programas de manejo foram planejados seguindo três linhas básicas: resultados e recomendações resultantes durante o diagnóstico, manejo e uso turístico da RPPN antes da elaboração deste documento e as expectativas dos proprietários.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Resultados do Diagnóstico Ambiental

##### 3.1.1. Meio Físico

A Fazenda Cabeceira do Prata está inserida na Depressão de Aquidauana-Bela Vista, entre os Píemontes da Serra de Maracaju (leste) e a Depressão de Bonito (oeste). Esta região apresenta continuidade altimétrica com relação às unidades vizinhas e formas modeladas planas ou de dissecação do tipo tabular com drenagem incipiente (AMARAL, 1989) (Figura 2). Possui arenitos com granulometria variável de fina a grosseira, cores vermelho-tijolo, esbranquiçadas, cinza arroxeadas, de origem permo-carboníferas (Formação Aquidauana, Grupo Itararé, Supergrupo Tubarão) (AMARAL, 1989). Estes arenitos estão sobre camadas de rocha carbonática, oriunda dos blocos que formam a Serra da Bodoquena (Grupo Corumbá) e que, como estas, sofrem processo de dissolução (Figura 3).

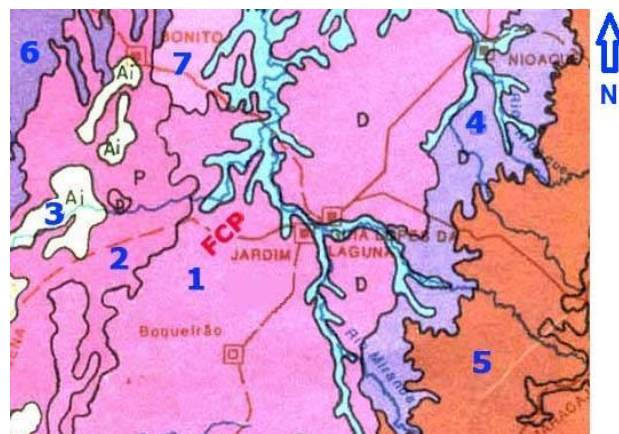
Segundo Sallun Filho (2005) a Serra da Bodoquena constitui uma das áreas cársticas mais extensas do Brasil, com formas típicas de relevo cárstico e cavernas. Uma das características das cavernas dessa região é que algumas apresentam condições de mergulho ou flutuação destacando a Gruta do Lago Azul, o Abismo Anhumas, a Lagoa Misteriosa e o Buraco das Abelhas.

Boggianni et. al, 2011 (p. 55), complementa afirmando que “o carste da Serra da Bodoquena é caracterizado por salões e condutos submersos e nascentes e rios com ampla formação de tufas calcárias que continuam em crescimento, na forma de cachoeiras e represas naturais ao longo das drenagens.”

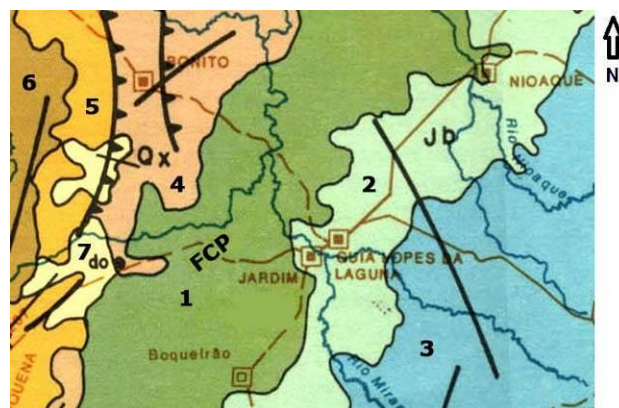
O relevo da região é composto por rochas areníticas, tratando-se de litologias mais recentes, onde não se observam diferenças estruturais marcantes, sendo a gênese ligada a atividades tectônicas que favoreceram a ação erosiva, promovendo sua escavação (AMARAL, 1989). A Fazenda Cabeceira do Prata está dentro de cotas altimétricas que variam entre 365 metros em sua

porção sul a 294 metros em direção ao leito do rio da Prata (ALMEIDA, 2004), sendo que a altitude encontrada no rio da Prata é de 260 metros.

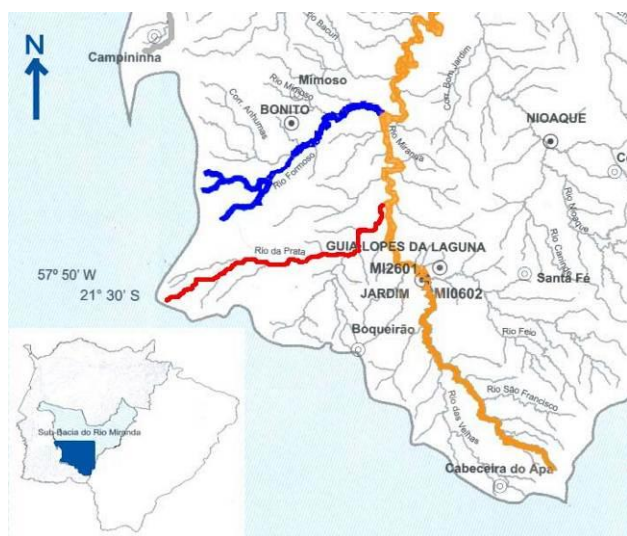
A propriedade está localizada na margem direita do rio da Prata, pertencente à Sub-bacia do rio Miranda e Bacia Hidrográfica do rio Paraguai (Figura 4). O rio da Prata constitui o limite Norte da fazenda e da RPPN, fazendo divisa também com o município de Bonito (extensão de aproximadamente 3.300 metros na propriedade). O rio Olho d'Água, com aproximadamente 1.450 metros de extensão, localiza-se inteiramente dentro da RPPN, sendo afluente do rio da Prata. Logo abaixo das nascentes principais (chamada localmente de “berçário”) localiza-se um lago fluvial de aproximadamente 600 m<sup>2</sup>, conhecido como “nascente” (Figura 5), de onde se inicia a atividade de flutuação.



**Figura 2** - Geomorfologia da região da Fazenda Cabeceira do Prata (FCP), sendo: 1. Depressão Aquidauana-Bela Vista; 2. Depressão de Bonito; 3. Áreas de Inundação; 4. Píemontes da Serra de Maracaju; 5. Planalto de Maracaju; 6. Serra da Bodoquena e 7. Depressão do Miranda (Fonte: AMARAL, 1990).



**Figura 3** - Geologia da região da Fazenda Cabeceira do Prata (FCP), sendo 1. Formação Aquidauana (Grupo Itararé); 2. F. Botucatu (G. São Bento); 3. F. Serra Geral (G. São Bento); 4. G. Cuiabá; 5. F. Cerradinho (G. Corumbá); 6. Formação Bocaina (G. Corumbá) e 7. depósitos Detríticos (Fonte: AMARAL, 1990).



**Figura 4** - Rio da Prata (em vermelho), dentro da sub-bacia do rio Miranda (em laranja), na Bacia do Rio Paraguai em Mato Grosso do Sul. Em azul: rio Formoso. Escala: 1: 1.450.000. Fonte: MS, 2005.



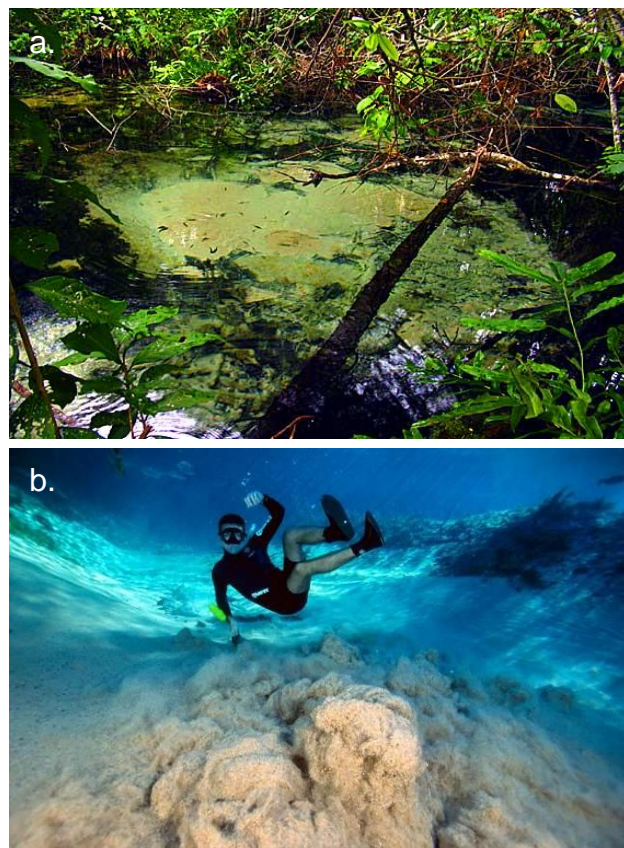
**Figura 5** - Vista aérea do lago fluvial (‘lago da nascente’), rio Olho d’Água, na RPPN Cabeceira do Prata (Jardim, MS). Foto: José Sabino

Ao longo desse rio observam-se diversos braços menores, formados pelas nascentes laterais, que também ocorrem no leito principal, como é o caso do ‘vulcão’ (Figura 6).

O leito do rio Olho d’Água é composto principalmente por areia, encontrando-se também sedimentos argilosos e calcários. Observam-se afloramentos rochosos em alguns trechos do rio. Na região sob influência do Planalto da Bodoquena, os rios possuem suas cabeceiras sobre rochas calcárias, constituídas por carbonato de cálcio. Os calcários da região são muito puros, com pouco ou nada de argila. Por isso, ao se dissolverem, não turvam as águas dos rios, mantendo-as com transparência e característico gosto salobro (SCREMIN-DIAS et al., 1999).

Este fato muito contribui para o desenvolvimento do turismo na região, principalmente por sua localização estar inserida numa área de terreno cárstico, que constitui-se uma

área de solo frágil, chamada informalmente de ‘queijo suíço’, onde é possível encontrar cavernas, dolinas e drenagens subterrâneas, comumente desenvolvidas em rochas calcárias.



**Figura 6** - Nascentes que formam o rio Olho d’Água, na RPPN Cabeceira do Prata (Jardim, MS)

- a. Nascente localizada em braço lateral do rio Olho d’Água. Foto: Tietta Pivatto –
- b. ‘Vulcão’, localizado no leito principal do rio Olho d’Água. Foto: Marcelo Krause

O acúmulo de calcário, que por sua vez sofre processos fisioquímicos naturais que acabam lapidando as rochas e o solo, criando sistemas de drenagem de águas pluviais essencialmente subterrâneos em conjunto com a vegetação arbórea densa (IBAMA, 2004) proporciona um ambiente com peculiaridade e grande beleza cênica (CAMARGO E LOURENÇO, 2007). A visibilidade do rio Olho d’Água é de aproximadamente 40 metros na região do lago fluvial e de 20 a 25 metros nos demais pontos do rio, de acordo com dados obtidos nos relatórios de monitoramento ambiental do empreendimento. A variação da visibilidade da água está relacionada à maior ou menor incidência de luz sobre o rio e também à quantidade de matéria orgânica em suspensão no rio, variável conforme o índice de chuvas.

A temperatura do rio Olho d’Água varia entre 23 e 24° C ao longo do ano, enquanto a oscilação é

mais ampla no trecho do rio da Prata (média entre 16 e 26 °C), conforme dados dos relatórios de monitoramento ambiental do empreendimento. A variação no nível da água durante as estações de seca e chuvas é inferior a um metro, sendo que a maior elevação registrada na cabeceira do rio Olho d'Água foi de 40 centímetros. Observa-se aumento do nível de água apenas durante chuvas fortes e prolongadas, quando o rio da Prata aumenta de volume e represa o rio Olho d'Água. Este fenômeno dura apenas algumas horas ou dias, chegando a elevar o nível do rio em até dois metros no trecho entre as corredeiras e o trecho de encontro da nascente com o Rio da Prata.

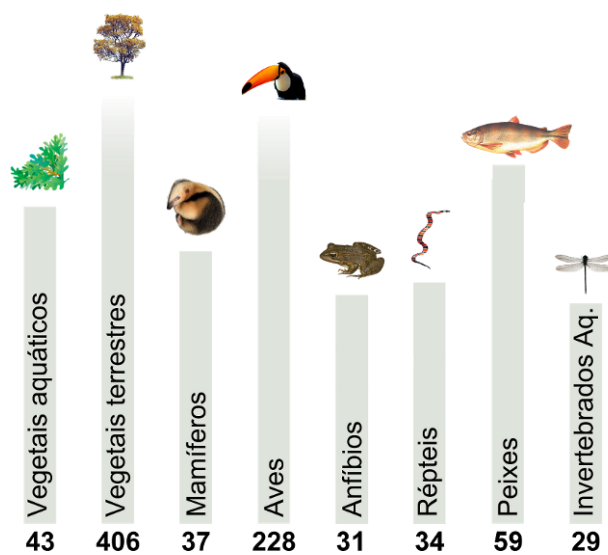
Embora não existam cavidades naturais dentro da Fazenda Cabeceira do Prata, cabe destacar que nas proximidades existem diversas dolinas de pequenas dimensões e duas maiores:

**Lagoa Misteriosa:** com 76 metros de profundidade até o nível da água, com 25 x 70 metros de largura, localiza-se a 1,5 km da RPPN Faz. Cabeceira do Prata. É uma dolina alagada, com profundidade desconhecida. Cadastrada no CNC/SBE sob o número MS-043. Após finalização do licenciamento ambiental, a Lagoa Misteriosa foi reaberta para visitação turística em julho de 2011, oferecendo flutuação e mergulho com cilindro nas categorias recreacional e técnico.

**Buraco das Araras:** com 100 metros de profundidade e 160 metros de diâmetro, localiza-se a 5 km da RPPN Faz. Cabeceira do Prata. A dolina está dentro da RPPN Buraco das Araras, e é usada apenas em atividades turísticas de contemplação (observação de aves) nas bordas externas.

### 3.1.2. Flora e Fauna

O Diagnóstico Ambiental da RPPN Cabeceira do Prata demonstrou que a mesma abriga uma surpreendente riqueza de espécies. Foram identificadas 43 espécies vegetais aquáticas e 406 terrestres; 37 espécies de mamíferos não voadores; 228 espécies de aves; 17 espécies de anfíbios; 23 espécies de répteis; 56 de peixes e 29 de invertebrados aquáticos (figura 7). Destas, diversas espécies de plantas, aves, mamíferos e um réptil estão ameaçados de extinção em âmbito nacional e internacional. Além disso, dentro da RPPN foram registradas uma nova espécie de mamífero do gênero *Rhipidomys*, duas novas espécies de peixes, três espécies de aves inéditas para a região (Fruxu-do-cerradão, Tijerita e Tico-Tico de Máscara Negra, e seus nomes científicos respectivamente, *Neopelma pallescens*, *Xenopsaris albinucha* e *Coryphaspiza melanotis*) e 22 espécies de aves migratórias.



**Figura 7** – Número de espécies encontradas na RPPN Faz. Cabeceira do Prata durante a elaboração do Plano de Manejo.

As pesquisas realizadas para o Plano de Manejo indicaram que a biodiversidade local é rica e bem conservada, e destacam a RPPN como um local potencial para novas descobertas importantes.

A partir dos resultados do Diagnóstico Ambiental a RPPN Fazenda Cabeceira do Prata foi considerada como portadora de grau elevado de significância, desempenhando um importante papel tanto para a conservação de um fragmento do ecossistema regional, como para a disseminação da prática de conservação da natureza para os visitantes e moradores da região, a qual é realizada principalmente por meio do ecoturismo.

### 3.2 ATIVIDADE ECOTURÍSTICA NA RPPN

A operação turística do Recanto Ecológico Rio da Prata é baseada na beleza singular da região, que associa uma grande biodiversidade à presença de águas transparentes, permitindo uma atividade de contemplação e educação ambiental, configurando-se como atividade de ecoturismo. Portanto, o passeio tem o objetivo de proporcionar o contato de visitantes do Brasil e exterior com esse ambiente exuberante, promovendo sua conscientização e inspirando formadores de opinião a divulgar a importância das RPPNs para a conservação de outras áreas naturais, além de fomentar o desenvolvimento do turismo na região, uma alternativa para a geração de renda sem destruição dos recursos naturais.

A atividade de Ecoturismo na RPPN constitui-se basicamente por um percurso de trilha interpretativa e flutuação no rio Olho D'água e rio da Prata. A trilha interpretativa leva ao lago fluvial conhecido como nascente do rio Olho D'água (as

nascentes verdadeiras não são visitadas pelo público). É neste lago fluvial onde a atividade de flutuação é iniciada, sendo percorridos aproximadamente 1450 metros seguindo o curso do rio Olho D'água, e finalizando por um trecho de 500 metros pelo rio da Prata. Este último percurso pode ser realizado flutuando ou pelo barco. Existe ainda opção de mergulho autônomo, com uso de cilindros, que pode ser praticada somente neste último trecho. Também são oferecidas as atividades de passeio a cavalo pelos campos da fazenda e observação de aves. Desde seu início, a operação turística na propriedade é licenciada pelo IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/MS.

Para alguns autores o ecoturismo surgiu como uma opção para a prática do turismo priorizando a educação ambiental, e popularizou com ele a idéia do turismo consciente, não-predatório e bem planejado. Beni (2001, p. 55) afirma que “[...] o ecoturismo não é apenas um turismo tradicional em áreas naturais. É uma atividade que tem de estar indissolúvelmente ligada ao trabalho de educação ambiental.”

Já Pires (2002, p. 104) afirma que:

“o ecoturismo é um segmento turístico em que a paisagem é o principal variável como ponto de confluência dos fatores ambientais e antrópicos. O objetivo é a interação do visitante com o meio natural e humano, e a população local participa dos serviços prestados aos turistas. O ecoturismo prioriza a preservação do espaço natural em que é realizado e seu projeto contempla a conservação antes de qualquer outra atividade.”

Este segmento do turismo é importante no contexto das questões ambientais e sócio-ambientais que estão presentes nas discussões atuais, pois além de ser uma atividade econômica importante para uma localidade com potencial, permite servir de instrumento de educação ambiental, tanto para o turista, como para a comunidade receptora. Focesi e Philipe (2005, p. 753) ressaltam:

“A realização dessas atividades como instrumentos para o desenvolvimento da educação ambiental não deve ocorrer de forma pontual e caracterizada apenas pelos aspectos ecológicos. É necessário que ocorra como atividades permanentes, que enfatizem também aspectos econômicos, sociais, políticos, culturais e éticos, abrindo um espaço para a geração de novos valores de respeito aos seres humanos e à vida.”

A operação turística dentro da RPPN Cabeceira do Prata, busca a sustentabilidade da atividade, através do controle de capacidade de carga diária, limitando o número de pessoas por grupo, que são acompanhadas por um guia treinado e cadastrado pela EMBRATUR.

O atrativo também se preocupou em criar um sistema de coleta seletiva do lixo produzido no local, além disso a fazenda possui um sistema de compostagem e minhocário para a reciclagem dos nutrientes e produção de adubo e húmus para ser usado na horta, quintal, jardim e no plantio de mudas de espécies de árvores nativas dentro e fora da área da RPPN. Na mesma área da sede, encontra-se um viveiro de mudas nativas, com sementes coletadas na área da fazenda, com o objetivo de reflorestar áreas da RPPN e ao redor dela, criando um corredor ecológico ampliando a área de ocorrência de diversas espécies de animais. Vale ressaltar que, essas ações são apresentadas aos visitantes do Recanto, proporcionando conhecimentos sobre o ambiente que visitam. Além disso, a presença da trilha antes da flutuação é importante e fundamental, pois é uma oportunidade de preparar e educar o visitante ao contribuir para a preservação da reserva, é o período onde o guia tem maior contato com o turista a fim de impor mais segurança e incentivar a interpretação ambiental por parte do visitante.

O atrativo trabalha com capacidade de carga de 150 pessoas/dia para a atividade de flutuação, sendo que os grupos são constituídos por no máximo 09 turistas, acompanhados por 01 guia credenciado no atrativo, respeitando a Licença Ambiental de Operação.

Ações para a minimização do impacto causado pela atividade turística, devido ao grande fluxo de visitantes são importantes para o desenvolvimento da atividade ecoturística, principalmente em áreas de grande relevância ecológica como a unidade-caso deste estudo, além disso, ver a natureza conservada é a principal motivação do ecoturista (SWARBROOKE, 2002), fator este que incentiva a organização a buscar a sustentabilidade da atividade turística na RPPN. Ressaltando que, para que a atividade tenha um baixo índice de impactos negativos ao ambiente, o atrativo teve de adotar algumas regras e normas de condutas, inclusive para os visitantes, algumas delas são: proibição do uso de protetor solar, repelente ou qualquer outro produto químico antes e durante da flutuação; a apnéia durante a flutuação só é permitida em pontos pré-determinados; fazer silêncio durante a caminhada por trilha e durante o percurso de flutuação; não é permitido alimentar os peixes e animais silvestres; limite de tamanho e

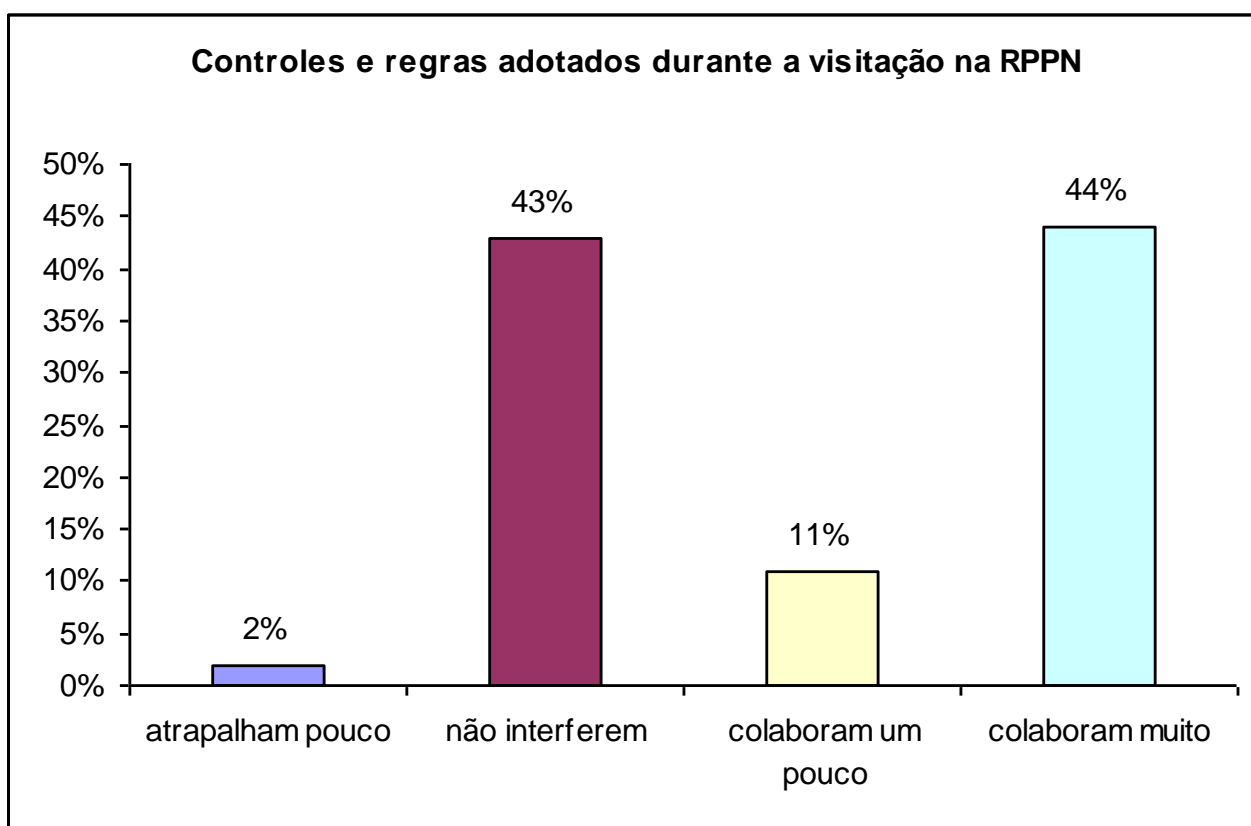
Intervalo entre os grupos; obrigatoriedade do passeio ser guiado; controle do tempo de duração do passeio; andar em fila indiana e não sair da trilha; obrigatoriedade do uso de equipamentos específicos durante o passeio; entre outras restrições e recomendações a fim de conservar a zona de visitação.

Quando questionado aos visitantes sobre a influência destes controles e regras durante o passeio obteve-se um resultado satisfatório. Quase metade dos entrevistados assinalaram que colaboram em muito para o aproveitamento pleno do passeio, 43% disseram que não interferem, 11% responderam que colaboram um pouco e 2% que atrapalham um pouco, não sendo citado por nenhum dos entrevistados que os controles e regras atrapalham muito no aproveitamento do passeio (Figura 08). Visto que a aplicação de procedimentos para controle da visitação turística é fundamental para uma prática consciente do turismo, este resultado é bastante positivo, pois demonstra a viabilidade da aplicação dos controles adotados.

### 3.3 Planejamento e gestão da RPPN

Foram elencados os seguintes objetivos para o Plano de Manejo da RPPN da Fazenda Cabeceira do Prata:

1. Contribuir para o conhecimento e a conservação da biodiversidade local;
2. Dotar a RPPN de diretrizes para o seu desenvolvimento;
3. Definir ações específicas para o manejo da RPPN;
4. Estabelecer a diferenciação e a intensidade de uso mediante o zoneamento, visando à proteção de seus recursos naturais;
5. Orientar e contribuir para a captação e aplicação de recursos na RPPN;
6. Viabilizar a pesquisa científica dentro da RPPN e seu entorno;
7. Viabilizar a exploração turística de mínimo impacto que promova educação ambiental aos seus visitantes;
8. Definir ações que contribuam na conectividade da RPPN com demais UCs.



**Figura 8** - Opinião dos entrevistados sobre a influência de se estar em uma RPPN para o aumento da satisfação no passeio. (Fonte: Plano de Manejo RPPN Cabeceira do Prata, 2007)

O Artigo 21 do SNUC (MMA, 2002) especifica que o objetivo maior de uma RPPN é a conservação da diversidade biológica, sendo permitidos apenas a pesquisa científica e visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais dentro de seus limites. Desta maneira, os objetivos específicos do Plano de Manejo da RPPN da Fazenda Cabeceira do Prata foram definidos como:

1. Proteção de uma amostra do Bioma Cerrado onde ocorrem Florestas Estacionais e Savanas;
2. Proteção das nascentes do rio Olho d'Água, sua fauna e flora associadas;
3. Proteção de toda a fauna e flora encontradas em seus limites e arredores, com especial atenção às espécies ameaçadas de extinção de acordo com MMA (2003);
4. Recuperação ambiental das áreas onde foram identificadas alterações do meio natural por ação humana, seja ela anterior ou posterior à aquisição da área pelos atuais proprietários;
5. Incentivo e viabilização da pesquisa científica dentro de seus limites e arredores, promovendo maior conhecimento de sua biodiversidade;
6. Promoção e utilização de práticas de mínimo impacto em seus limites e arredores;
7. Promoção de educação e interpretação ambiental por meio do uso turístico, de forma a valorizar os recursos naturais visitados;
8. Promoção de práticas de mínimo impacto durante a visitação turística.

Para a definição do zoneamento da RPPN Cabeceira do Prata optou-se em seguir a estrutura proposta por Ferreira et al. (2004), fazendo apenas algumas adequações com base nas características da área. Assim, com base nas propostas destes autores, nos resultados e recomendações obtidos nas Partes 1 e 2 do documento (Diagnóstico Ambiental e Caracterização Sócio-Econômica), e em consulta a Andrade (1995), Morsello (2001) e outros Planos de Manejo de RPPNs disponíveis, desenhou-se o zoneamento para a RPPN Fazenda Cabeceira do Prata (Figura 09).

Os programas de manejo visam cumprir os objetivos definidos em cada zona de uso e estabelecer normas e diretrizes para o desenvolvimento de todos os projetos da Unidade de Conservação (MILANO, 1994), e para a RPPN Fazenda Cabeceira do Prata encontram-se divididos nas seguintes categorias: administração; sustentabilidade econômica; manejo de recursos

naturais; proteção; fiscalização e segurança; pesquisa e monitoramento; visitação e comunicação.

A oficialização do zoneamento e a execução dos programas de manejo propostos no Plano de Manejo começaram a ser implantados a partir da aprovação do projeto pelo órgão responsável, de forma a cumprir o prazo estabelecido pelo próprio documento. Sua revisão em cinco anos indicará a necessidade de alterações ou complementações dos programas propostos. A elaboração anual de relatórios parciais acerca da implementação do Plano de Manejo, conforme já foi realizado para o Ano 01 (2009-2010) e Ano 02 (2010-2011) de implementação, ajudará a detectar possíveis adaptações/modificações futuras.

#### 4. DISCUSSÕES FINAIS

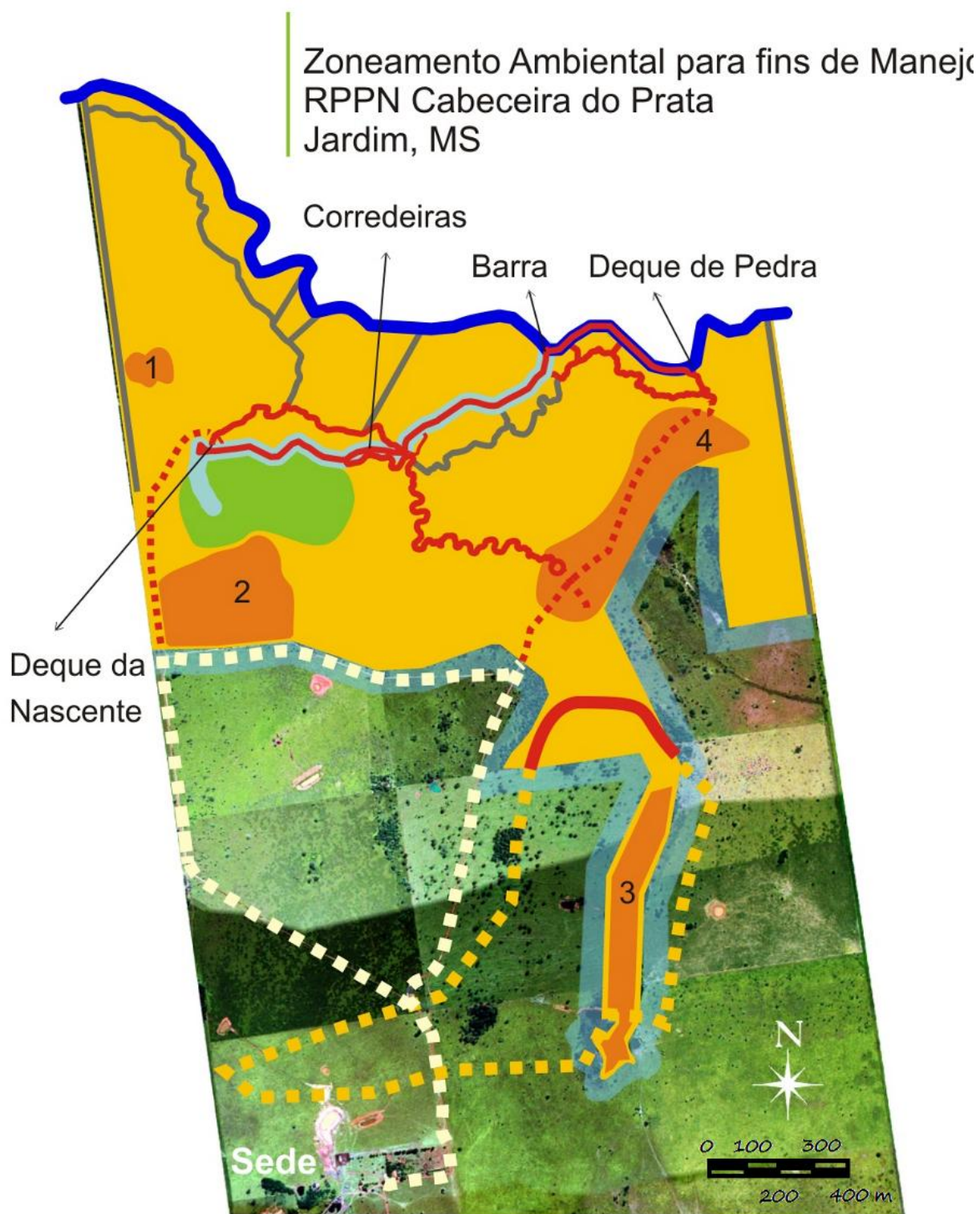
De acordo com o objetivo inicial deste trabalho de apresentar os principais resultados do plano de manejo da Unidade de Conservação em questão, podemos afirmar que os dados obtidos com o estudo como, por exemplo, a elaboração do zoneamento ambiental, facilitaram o planejamento e gestão consciente da zona de visitação, além de evidenciar áreas para reflorestamento e recuperação dentro da RPPN.

A definição das normas de uso de cada zona, delimitando o acesso e a utilização, permitiu à organização realizar ações pontuais em cada zona pré-definida, utilizando como base o estudo técnico-científico. O zoneamento ambiental é uma ação bastante importante para a correta utilização do espaço natural para fins turísticos, pois ajuda a minimizar o impacto negativo causado pela presença intensa de visitantes na área da unidade de conservação.

A metodologia utilizada para a elaboração do Plano de Manejo mostrou-se eficiente, visto que todas as informações dos relatórios foram adequadamente encaixadas dentro do trabalho, ajudando a compor o zoneamento e os programas de manejo.

#### AGRADECIMENTOS

À REPAMS e CI. Aos pesquisadores que elaboraram o Plano de Manejo da RPPN Faz. Cabeceira do Prata. Ao IASB – Instituto das Águas da Serra da Bodoquena, ATRATUR, Fundação Manoel de Barros. À equipe do Recanto Ecológico Rio da Prata. Aos técnicos da GUC/IMASUL/SEMAC/MS.



**Figura 9** - Zoneamento Ambiental, RPPN Cabeceira do Prata (Jardim, MS). Fotografia aérea sobre imagem Google Earth (Google, 2006). (Fonte: Plano de Manejo RPPN Cabeceira do Prata, 2007)

**Tabela 1** – Definições das zonas do Plano de Manejo da RPPN Faz. Cabeceira do Prata.

(Fonte: Plano de Manejo RPPN Cabeceira do Prata, 2007)

Zona	Definição
Zona Silvestre	Áreas com maior grau de integridade destinam-se essencialmente à conservação da biodiversidade, possuem características ambientais especiais e espécies raras ou ameaçadas.
Zona de Proteção	Áreas naturais que receberam um grau mínimo de intervenção antrópica, podendo ocorrer pesquisa, monitoramento e visitação de baixo impacto, com infra-estrutura mínima instalada.
Zona de Visitação	Área destinada à conservação e à visitação turística, dotada de atributos naturais que justifiquem sua visitação e com maior grau de resiliência aos impactos da visitação. Permite instalação de infra-estrutura com baixo impacto ambiental para apoio ao visitante. Área utilizada para promover pesquisa, educação ambiental e ecoturismo.
Zona de Recuperação	Área com status temporário, indicada em locais com alterações antrópicas e que necessitem de recuperação de suas características originais. Pode haver visitação turística desde que esta não comprometa o processo de regeneração.
Zona de Amortecimento	Faixa ao longo do perímetro externo da RPPN, com largura pré-determinada pelo Plano de Manejo, com função básica de filtrar e amortecer os impactos provenientes da área externa da UC e que possam resultar em prejuízos aos recursos da RPPN. Pode receber infra-estrutura quando for necessário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. R. **Planta de Imóvel Rural N° 03-021-01, escala 1:10.000**. Fazenda Cabeceira do Prata. Campo Grande: Progeo Geoprocessamento e Meio Ambiente Ltda. 2004.
- AMARAL FILHO, Z. P. [coord] **Macrozoneamento geoambiental do Estado de Mato Grosso do Sul**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado, Coordenadoria de Geografia e Cartografia, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Campo Grande: IBGE. 242p. 1989.
- AMARAL FILHO, Z. P. [coord] **Atlas Multireferencial de Mato Grosso do Sul**. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, Fundação Instituto de Apoio ao Planejamento do Estado, Coordenadoria de Geografia e Cartografia, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Campo Grande: IBGE. 1990.
- ANDRADE, V. J. **Estrutura e Manejo de Unidades de Conservação**. Centro de Estudos de Administração em Turismo e Hotelaria. São Paulo: Senac, 1995. 62p.
- BENI, M. C. **Análise Estrutural do Turismo**. São Paulo: Senac São Paulo Editora, 2001. 531 p.
- BOGGIANI, P. C.; TREVELIN, A. C.; SALLUN FILHO, W.; OLIVEIRA, E. C.; ALMEIDA, L. H. S. Turismo e Conservação de Tufas Ativas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. Campinas, SETur/SBE. **Tourism and Karst Areas**, 4(1), 2011.
- CAMARGO, R. R.; LOURENÇO, M. L. F. Levantamento Espeleológico da Serra da Bodoquena. 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
- COELHO, E. F. C.; Manço, D. D. G. (coord.); Pivatto, M. A. C.; Maria, V. R. B.; Duleba, S.; Milano, M. Z.; Mainchein, J. C.; Sabino, J.; Andrade, L. P. **Diagnóstico e Plano de Manejo da Reserva Particular do Patrimônio Natural Cabeceira do Prata, Jardim – MS**. Programa de Incentivo às Reservas Particulares do Patrimônio Natural. Conservação Internacional do Brasil - Associação dos Proprietários das RPPNs de MS - Recanto Ecológico Rio da Prata. Jardim, MS, 2006. 350p.

- FERREIRA, L. M.; Castro, R. G. S. e Carvalho, S. H. C. **Roteiro metodológico para elaboração de Plano de Manejo pra Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: MMA. 95p. 2004.
- FERREIRA, L. M.; Castro, R. G. S. e Carvalho, S. H. C.. **Roteiro metodológico para elaboração de Plano de Manejo pra Reservas Particulares do Patrimônio Natural**. Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: MMA, 2004. 95p.
- FOCESI, M. C. PHILIPPE, A.. **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Barueri: Manole Editora, 2005. 890 p.
- KOHLER, H.C. 2003. **Geomorfologia Cárstica**. In: Teixeira Guerra, A. J. & Cunha, S. B. da. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 309-334.
- MILANO, M. S. Manejo de áreas naturais protegidas. *Em: Curso sobre Manejo de áreas naturais protegidas*. Curitiba: Universidade Livre do Meio Ambiente, 1994. p. 28-42
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Ações prioritárias para a conservação da biodiversidade do Cerrado e Pantanal**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 1999. 26p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2000. 40p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, com regulamentação do Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2002. 52 p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Lista nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/index.cfm>. Acesso em out/02006.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) **Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, com regulamentação do Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2002. 52 pp.
- MORCELLO, C. **Áreas Protegidas Públicas e Privadas, seleção e manejo**. São Paulo: Annablume Editora, 2001. 343p.
- PIRES, P. S. **“Dimensões do Ecoturismo”** – São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2002.
- SALLUN FILHO, William. **Cavernas da Serra da Bodoquena** – Mato Grosso do Sul. Campinas: Informativo SBE, n. 91, p.43 – 47. 2005.
- SCREMIN-DIAS, Edna; Pott, Vali J.; Hora, Regis C. e Souza, Paulo R. **Nos jardins submersos da Bodoquena**. Guia para identificação de plantas aquáticas de Bonito e região. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 1999. 160p.
- SWARBROOKE, J. **Turismo Sustentável: conceitos e impacto ambiental**. 3 ed. São Paulo: Aleph, 2002.

**Editorial flow/Fluxo editorial:**

Received/Recebido em: 25.02.2011

Corrected/Corrigido em: 28.10.2011

Accepted/Aprovado em: 04.11.2011

---



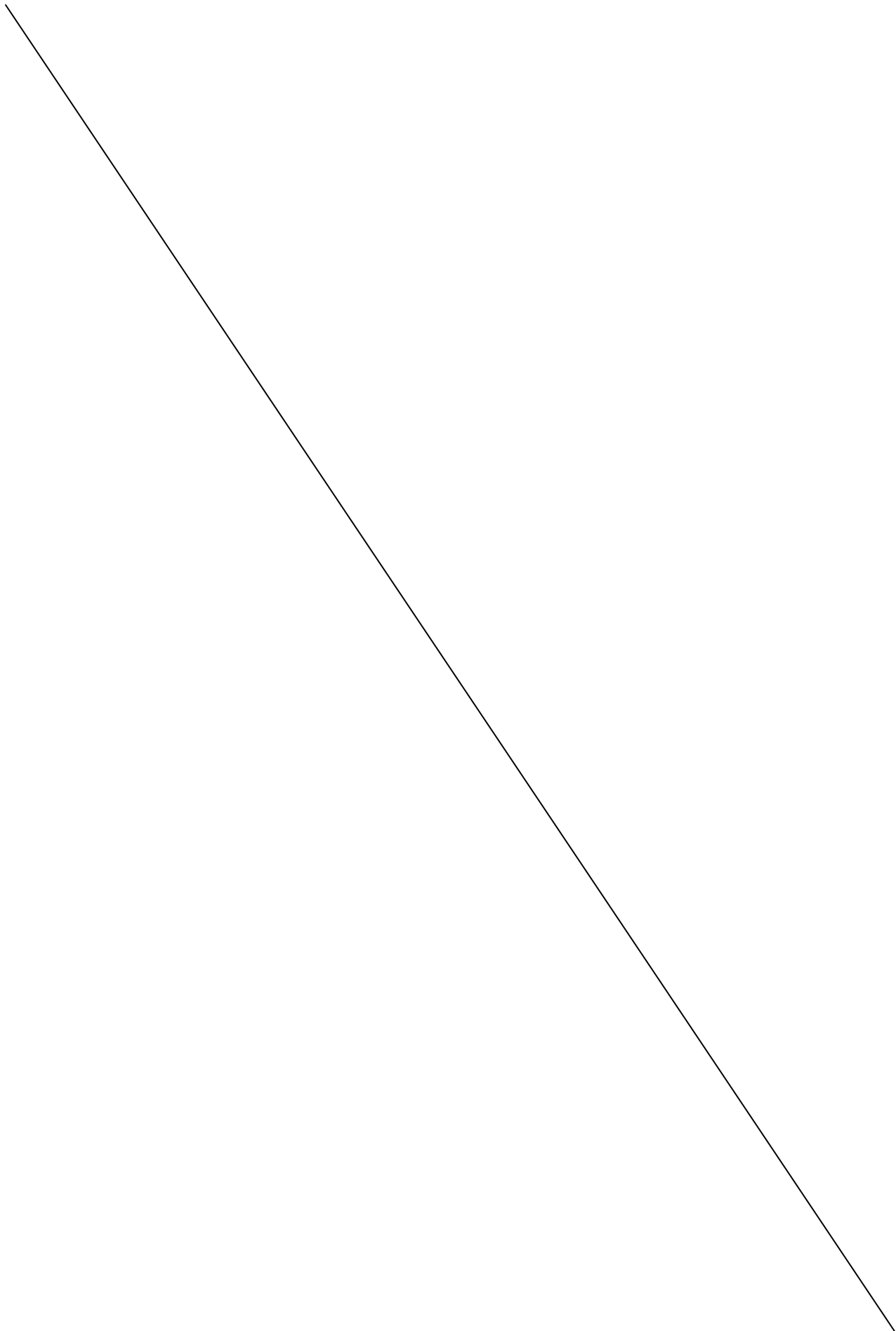
*TOURISM AND KARST AREAS*

(formerly/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
*Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)*

[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

---

<sup>1</sup> Disponível para download em: <http://www.bonitoweb.com.br/riodaprata/ecologia.php>



# MACROINVERTEBRATE COMMUNITY IN RECREATIONAL AREAS IN A KARST RIVER (BONITO, BRAZIL): IMPLICATIONS FOR BIOMONITORING OF TOURIST ACTIVITIES

## COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS EM ÁREAS RECREACIONAIS EM UM RIO CÁRSTICO (BONITO, BRASIL): IMPLICAÇÕES PARA BIOMONITORAMENTO DE ATIVIDADES TURÍSTICA

Suzana Cunha Escarpinati (1), Fabio de Oliveira Roque (2),  
Paulino Barroso Medina-Jr (3) & Josué Raizer (3)

(1) Programa de Pós-Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

(2) Departamento de Biologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

(3) Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

Dourados - MS - [scescarpinati@yahoo.com.br](mailto:scescarpinati@yahoo.com.br)

### Abstract

Tourism has increased in several natural areas of the world, and the scenic beauty, uniqueness and biodiversity are the main attractions. Little is known about the consequences of tourism impacts in the biodiversity of freshwater systems. In this study, we investigate how the macroinvertebrate community is spatially distributed, especially between reference and recreational areas in a karst river in the second largest tourist destination in Brazil - Bonito, Mato Grosso do Sul. No clear macroinvertebrate distributional patterns between areas were revealed by NMDS analysis; however it shows that recreational areas have more inter-sample macroinvertebrate diversity variability than the reference areas. Some non-exclusive reasons could explain these results, such as management strategies, public behavior, invasive and attractive species, and historic aspects.

**Key-Words:** Bonito; Environmental Impact; Tourism; Bioindicator; Aquatic Insects.

### Resumo

O turismo tem aumentado em várias áreas naturais do mundo, sendo a beleza cênica, a singularidade e a biodiversidade os principais atrativos. Pouco se sabe sobre as consequências dos impactos do turismo na biodiversidade dos sistemas de água doce. Neste estudo, investigamos como a comunidade de macroinvertebrados é espacialmente distribuída entre áreas de referência e áreas recreacionais em um rio no segundo maior destino turístico do Brasil - Bonito, Mato Grosso do Sul. A análise de NMDS não detectou claro padrão de distribuição dos macroinvertebrados entre as áreas, no entanto a análise mostra maior variação na composição de macroinvertebrados entre as áreas de recreação, quando comparado com áreas de referência. Algumas razões não-exclusivas podem explicar estes resultados, tais como estratégias de gestão, comportamento do público, espécies invasoras, espécies atraentes aos visitantes e aspectos históricos.

**Palavras-Chave:** Bonito; Impacto Ambiental; Turismo; Bioindicador; Insetos Aquáticos.

## 1. INTRODUCTION

Tourism has increased in several natural areas of the world (FENNELL; WEAVER, 2005), with scenic beauty and biodiversity being the main attractions (TURTON, 2005). Despite this growth in some environments, little is known about of the environmental impacts that are associated with the visiting public in terrestrial and aquatic ecosystems.

Despite the possible contribution of tourism to nature conservation, researches conducted in terrestrial systems such as forests (COLE; LANDRES, 1996; TALBOT et al., 2003), mountains (HEIL et al., 2005; GENELETTI; DAWA, 2009), and polar areas (AYRES et al., 2008) have shown that these activities cause a loss of local biodiversity. In aquatic systems, studies have also shown deleterious impacts on algae (FLETCHER; FRID, 1996; DAVENPORT;

DAVENPORT, 2006), invertebrates (LIDDLE, 1975; CHANDRASEKARA; FRID, 1996; CASU et al., 2006; BONTE; MAES, 2008), and fish communities (SABINO et al., 2005).

Because of their high biodiversity, the propensity for anthropogenic impacts and the demand for multiple uses, freshwaters are among the most fragile environments and are a priority for worldwide conservation (RAMSAR CONVENTION, 1975; CONVENTION OF BIOLOGICAL DIVERSITY, 1992; MILLENIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Although there are an increasing number of conservation strategies and monitoring systems of freshwaters in the world, they all depend upon access to basic information regarding the distribution of organisms that are facing anthropogenic impacts (BALMFORD et al., 2005).

Since the early 1800's, with studies initially performed in Europe, there has been an increasing number of studies that evaluate the effects of environmental changes, such as the increased amounts of heavy metals (FÖRSTNER; WITTMANN, 1983), different land uses (ALLAN, 2004), organic pollution (DAHL et al., 2004), climate change (WALTHER et al., 2002), and sedimentation (RUNDE; HELLENTHAL, 2000), on aquatic communities - particularly on macroinvertebrates (BONADA et al., 2006). However, little is known about the responses of macroinvertebrates that are exposed to activities related to public recreational areas, such as the use of vessels, diving, rafting and tubing (LIDDLE; SCORGIE, 1980).

Several freshwater areas in the world may be facing loss of biodiversity due to tourism impacts. Among the tropical areas with a high scenic beauty and tourist potential, which are mainly based on natural freshwater systems, the Bonito karst region in Brazil stands out in South America. In the year 2010 the Bonito region receives 276,164 visitors (BOGGIANI, 2011). The scenic beauty of the Bonito region is due to the presence of pure and soluble limestone that, as it dilutes, absorbs and decants the few impurities present, turning the waters highly crystalline and promoting the formation of unique and sensitive habitats, which are appropriate for the implementation of recreational areas (BOGGIANI, 2011). These areas are under potential impact, related to activities such as diving and swimming, which involve movement and trampling (CASU et al., 2006). Considering that multiple recreational activities can change the structure of the aquatic macroinvertebrate community by crushing, redistributing, increasing

drift, changing habitats, and favoring the species most pleasing to visitors, we expect that the taxonomic composition of macroinvertebrates will discriminate between reference areas and public recreational areas in the most visited river in Bonito. Additionally, given the growing demand for efficient methods of rapid bioassessment in tropical rivers (MELO, 2005), based on criteria representing optimal cost-benefit trade-offs (JONES, 2008; MARSHALL et al., 2006), we evaluated the response of the aquatic macroinvertebrate community using high taxonomic resolution (genus and tribe) and low taxonomic resolution (family).

Our focus on aquatic macroinvertebrates is justified by their widespread recognition in biomonitoring programs worldwide (ROSENBERG; RESH, 1993; CALLISTO, 2001; BONADA et al., 2006), including programs in tropical countries like Brazil (BAPTISTA, 2008). Among the many advantages for this use, we highlight those that are related to rationality (e.g., a greater potential for impact discrimination and a more predictive power that is grounded in ecological theory, as compared to the use of other aquatic organisms), implementation (low cost and simple protocols) and performance (easy interpretation of the results and wide applicability).

## 2. METHODS

### 2.1. Study area

We conducted fieldwork in the karst region of the Bodoquena Plateau in southwestern Mato Grosso do Sul, Brazil, a water division between the hydrographic basin of the Paraguay River (west) and the sub-basins of the Apa (south) and Miranda (east) rivers. The main waterways of the Bodoquena Plateau are Formoso, Prata, Perdido and Salobra rivers. The draining land is known as a limestone karst, and it is the predominant formation on the region (BOGGIANI, 2011).

The basin area is 1,334 km<sup>2</sup>. Rio Formoso is 1,334 km<sup>2</sup> and it is located in the central region of the Bonito municipality in Mato Grosso do Sul, Brazil. The Formoso River is approximately 100 km long, from spring to mouth, and flows through rural areas of the Bonito municipality.

### 2.2. Sampling areas

To characterize the sampling sites and evaluate the distribution of the aquatic macroinvertebrate community, we sampled five public recreational areas (RcAs) and five reference

areas (RfAs) in the Formoso River (Figure 1). The sampling stations are at least 1.5 km away from each other, with the RcA and their respective RfA being separated by at least 50 m. All sampled areas correspond to a 10 m long stretch of the river across its width.

### 2.3. Macroinvertebrate sampling and identification

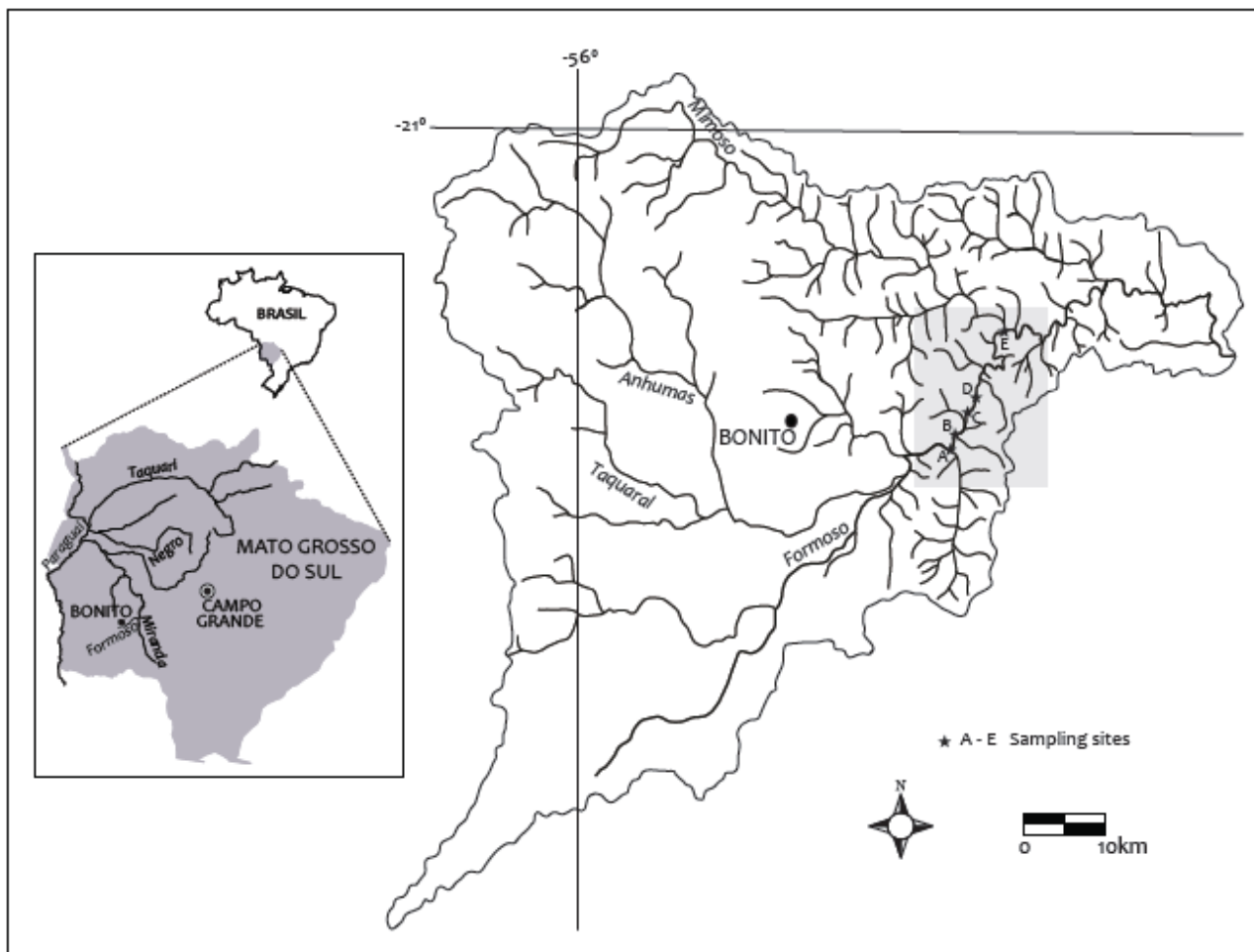
The macroinvertebrates were collected using a D-frame aquatic net (250  $\mu$ m) during 3 minutes. We identified the specimens with the aid of identification keys and we confirmed the identifications by consulting experts (see acknowledgments). The specimens were deposited at the Museu da Biodiversidade of the Universidade Federal da Grande Dourados in Dourados/MS, Brazil.

### 2.4. Environmental characterization

To measure the conductivity, pH, temperature, dissolved oxygen, water velocity, number of

submersed woods, and organic matter we selected three sections of each sampling area with the highest uniformity and the lowest possible irregularity of the river floor were selected.

We measured the conductivity, pH, temperature and dissolved oxygen using the Hanna HI9828 multiparameter sensor. We measured the water velocity using the float method (MARQUES; ARGENTO, 1988). We measured the number of submersed woods and organic matter, as these are considered to be good indicators of the heterogeneity, habitat complexity and food availability for aquatic macroinvertebrates (WALLACE et al., 1997). To measure the number of woods, we consider, only submersed woods with a diameter greater than 8 cm, regardless of length. We count the number of submerged wood in each sampling area. Organic matter was collected using the same method applied to macroinvertebrates. Dry weight values of fine (<5 mm) and course (>5 mm) organic matter were measured. We also considered the proportion of the coarse organic matter in relation to the fine organic matter as a variable.



**Figure 1** - Location of the Hydrographic Basin of the Rio Formoso, Region of Bonito, Mato Grosso do Sul, Brazil, highlighting the location of each of the sampling sites. Adapted project: GEF Rio Formoso (Final Report). Graphic design by Raquel Taminato.

Considering that the macroinvertebrate abundance may respond to the amount of the fish *Brycon hilarii* Valenciennes, in the Formoso river, we measured the number of fish for a period of 3 min at each sampling site using visual survey of belt transect (10 m length 3 m width, one observer). A number of biases may influence the accuracy and precision of density estimates when using the visual transect technique (CHEAL; TOMPSON, 1997), however it is important to note that we are interested only in a general estimation for comparative analysis.

## 2.5. Data analysis

We used a PCA to reduce environmental data dimensionality. Subsequently, we used the PCA scores in a multivariate analysis of variance (MANOVA) to determine if they discriminate RcAs vs. RefAs.

To ordinate samples according to taxa composition and abundance, at high and low taxonomic level, using only a few dimensions, we used non-metric multidimensional scaling (NMDS). The number of dimensions was chosen by considering the proportion of the variance ( $r^2$ ) that was explained by the final distances between the samples in the ordination and the distances between the samples in the Bray-Curtis distance matrix. We considered the relative abundance of each taxa for the calculation of Bray-Curtis distances.

## 3. RESULTS

We recorded 2379 individuals in 109 taxa (for the complete community dataset, contact the first author). Diptera and Gastropoda represented 91% of the fauna.

The samples in reference sites resulted in 1712 individuals in 92 taxa, and the most abundant taxa were: *Goeldichironomus* (Diptera: Chironomidae); *Polypedilum* (Diptera: Chironomidae); *Ablabesmyia* (Diptera: Chironomidae), and *Heleobia* (Gastropoda: Cochliopidae). The samples in public recreational areas summed 667 individuals for 70 taxa. The most abundant taxa were: *Cricotopus* (Diptera: Chironomidae); *Ablabesmyia* (Diptera: Chironomidae); *Goeldichironomus* (Diptera: Chironomidae); and *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Cochliopidae).

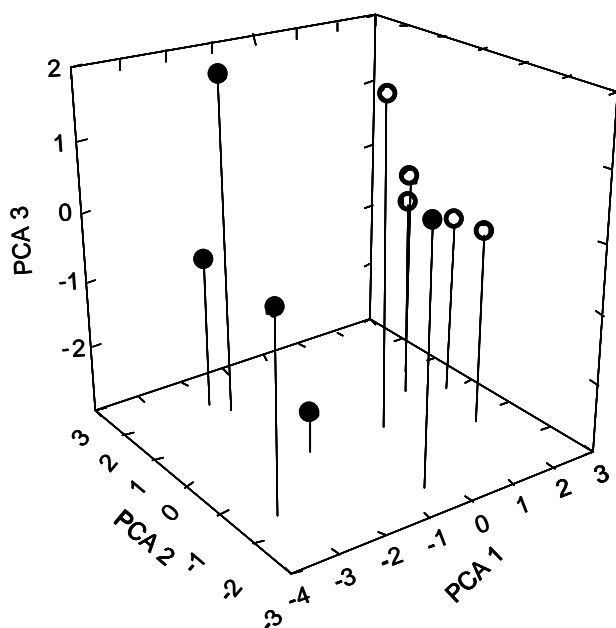
The first three axes of the principal component analysis (PCA) recovered 74.01% of the variance in the sample set of environmental variables (First axis = 38.03%, second 20.65%, and third 15.33%). We can distinguish the samples from the RcAs vs. RfAs by ordination from the PCA (Figure 2, MANOVA: Pillai Trace =0.83; F=9.61; gl=3 and 6; p=0.01).

Considering the correlations of the variables with the PCA axes (Table 1), we expected to find more *B. hilarii* in the faster waters in RcA and more submersed woods, larger amounts of organic matter, a higher pH and higher conductivity in RfA. The environmental structure is more variable between the RfAs than it is among the RcAs (Figure 2).

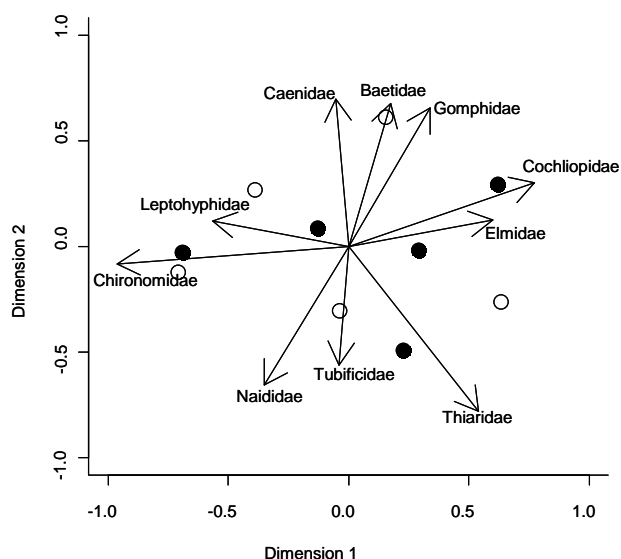
**Table 1** - Correlation of environmental variables with the first three axes of principal component analysis for 10 samples. Featuring bold values greater than 0.5.

	PC1	PC2	PC3
Number of <i>Brycon hilarii</i>	<b>0.80</b>	0.24	-0.09
Water velocity (m/min)	<b>0.70</b>	0.14	-0.13
Coarse particulate organic matter (%)	0.48	<b>-0.52</b>	<b>0.53</b>
Average depth (m)	0.21	<b>-0.79</b>	0.32
Oxygen (DO) (mg l <sup>-1</sup> )	-0.02	<b>-0.79</b>	<b>-0.52</b>
Temperature (°C)	-0.28	-0.06	<b>0.86</b>
Conductivity (μS cm <sup>-1</sup> )	<b>-0.57</b>	0.28	0.12
pH	<b>-0.67</b>	<b>-0.61</b>	-0.27
Organic matter (g)	<b>-0.85</b>	0.11	0.13
Number of submersed woods	<b>-0.91</b>	0.07	-0.09

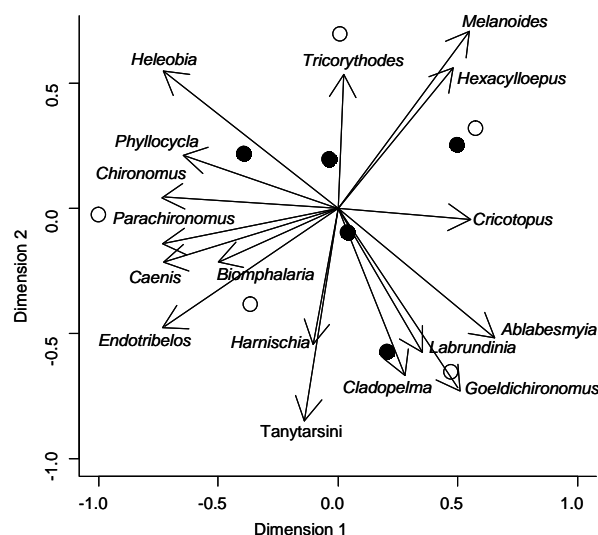
No clear patterns between areas were revealed by NMDS analysis applied to the dataset at low taxonomic resolution (Figure 3), however it shows that the RcAs, positioned around the RfAs, have more inter-sample macroinvertebrate diversity variability (high taxonomic resolution) than the RfAs (Figure 4).



**Figure 2** - Ordination of samples of environmental variables by principal components analysis (PCA). Filled points correspond to samples taken in reference sites (without visitation) and empty spots on samples in public recreational sites.



**Figure 3** - Ordination of macroinvertebrate samples at low taxonomic resolution by non-metric multidimensional scaling (NMDS). Filled points correspond to samples taken in reference sites (without visitation) and empty spots on samples in public recreational sites. The vectors indicate the loadings of each family ( $r^2 > 0.5$ ) for the configuration of the plan ordination.



**Figure 4** - Ordination of macroinvertebrate samples high taxonomic resolution by non-metric multidimensional scaling (NMDS). Filled points correspond to samples taken in reference sites (without visitation) and empty spots on samples in public recreational sites. The vectors indicate the loadings of each taxa ( $r^2 > 0.5$ ) for the configuration of the plan ordination.

#### 4. DISCUSSION AND CONCLUDING REMARKS

Recreational activities may have multiple effects on aquatic biological communities. These impacts can act in isolation or synergistically; examples include the collection of organisms by visitors (WYNBERG; BRANCH, 1997), the death of individuals by crushing (CASU et al., 2006), the redistribution of the organisms (GARCÍA-CHARTON et al., 2008), a propensity to invasion by exotic species (FOIN et al., 1998), an increase in the abundance of the species preferred by the visitors (SABINO et al., 2005), a change in the habitat structure (KAY; LIDDLE, 1989) and a change in the organism behavior (BROSNAN; CRUMRINE, 1994). Our results, showing a greater variability of macroinvertebrates, at high resolution identification, in the areas under different levels of recreational impacts when compared to RfAs is consistent with recent studies in marine environments, especially in coastal regions (NEWTSON, 2003; AIROLDI et al., 2005; CASU et al., 2006; ROSSI et al., 2007). Some non-exclusive reasons could explain this higher variability of macroinvertebrates in RcAs, such as management strategies, public behavior, invasive and attractive species, and historic aspects.

Changes in the light intensity, wind, anthropic disturbances (ex. visitor movements), rain and predators are often factors that influence the process of macroinvertebrate drift in lotic systems

(ANDERSON; SEDELL, 1979; MATHOOKO; MAVUTI, 1994). Visitors who use the stretches of the river where the depth does not exceed 2 m, as sampled in this study, generally have contact with the river floor, may cause the death of organisms by trampling, as has been documented in experimental studies with marine macroinvertebrates (BROSNAN; CRUMRINE, 1994; BONTE; MAES, 2008). In our case, the activities associated with visitor movement recorded at RcAs may favor the process of invertebrate drift and trampling, resulting in changes in macroinvertebrate communities in the RcAs.

The local problem of increased food supply to *B. hilarii* by visitors has led to a greater concentration of fish in RcAs, as well as about a 19% increase in fish weight (SABINO et al., 2005) and consequent enrichment in organic fecal substrate. This organic enrichment, associated with substrate compaction from the pressure exerted by tourists and visitors, may favor taxa that occur in substrates that are consolidated with high amounts of organic matter, such as the chironomid *Cricotopus*, commonly found in this type of environment (WOLFRAM, 1996). The accumulation of feces may have also favored the greatest abundance of the invasive species *Melanoides tuberculatus* (Gastropoda: Thiariidae) in RcAs, as these mollusks feed on organic matter particles embedded in the substrate and are usually more abundant in altered areas (RADER et al., 2003).

Organic matter values, submersed woods and fish numbers contributed greatly to the discrimination of RcAs vs. RfAs; however, we cannot consider these variables to be good surrogates of macroinvertebrate diversity, because our results did not show congruence between the two datasets (environmental characterization and fauna). The clear separation of RcAs vs. RfAs, based on environmental characterization data, is due to entrepreneur management strategies aiming to increase visitor comfort at RcAs (e.g. they clean the riverbed, remove tree trunks and organic matter, and feed the *B. hilarii*).

The history of the sampling sites, especially when evaluating natural systems in the absence of sampling units standardized by intensity, type and frequency of public visitation, makes it difficult to interpret the current patterns of biodiversity because it is not possible to separate the influence of each component on the historical context (here, it was not possible to rescue quantifiable information about the history of the enterprises). In other words, our data are subject to the ghost effects of the past on contemporary ecological patterns (HARDING et al.,

1998). Furthermore, studies that categorically evaluate multiple anthropogenic stressors (e.g., the division of reference area versus recreational ones) may express environmental simplifications resulting in a low response of biological metrics (HEINO, 2009). In our case, this may also partially explain the low discriminatory capacity of macroinvertebrate community.

#### Implications for the development of biomonitoring systems

Monitoring strategies for natural systems depend on classifications that are based on the environment and the biological community. Classification is, therefore, a critical component in many bioassessment programs designed to assess the condition of aquatic systems (BAILEY et al., 1998). Our results show that the macroinvertebrate community, regardless of taxonomic refinement, is not in concordance with *a priori* dicotomic classification of the RcAs vs. RfAs. However, more variability in the distribution of macroinvertebrates at high taxonomic resolution is evident between the RcAs. Within the context of elaborating the biomonitoring programs in the region, it becomes imperative to understand the underlying mechanisms and their relationships to the multiple impact factors of visitor activities (GRANTHAM et al., 2010), based on the more detailed knowledge of the type, magnitude and variability of these disturbances.

The taxonomic resolution used in our analysis has consequences for the implementation of biomonitoring programs. Only the fauna identified at high taxonomic resolution were distributed differently between the areas under activities of the recreation. These results do not agree with previous studies that show clear ecological patterns based on family information (MARCHANT et al., 1995; MELO; FROEHLICH, 2001; FEIO et al., 2006), suggesting that this level of identification is not enough for the detection of ecological patterns with regard to the types of impacts studied here. In other words, the recreational activities may exert less conspicuous impacts that result in a more subtle response of the aquatic macroinvertebrate community than those that are usually measured in environmental impact studies (e.g., the effect of heavy metals, intense sedimentation, and organic pollution).

In summary, the approach considered here (distributional patterns), although is a pre-requisite to understand the influences of anthropogenic impacts on natural systems, it is too exploratory for untangling the mechanisms behind recreational

influences on macroinvertebrate community in aquatic systems and more research is needed to provide solid evidences to meet rationale criteria for biomonitoring systems.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Fundação O Boticário de Proteção à Natureza for their financial support (Project n. 0791\_20081). We are grateful also to the entrepreneurs and the Municipal Secretary of Tourism of Bonito/MS- Brasil. This work was partly

supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Project n. 476484/2008-1) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. We express our thanks for the helpful identification specimens from Melissa O. Segura, MsC, Coleoptera; Dr. Frederico Falcão Salles, Ephemeroptera; Rafael Moretto, MsC, Trichoptera; Dr. Silvana Thiengo, Molusca; Lucas Lecci, MsC, Plecoptera; and Juliana Freires, MsC, Hemiptera. F.O. Roque receives a productivity grant from CNPq (process no. 303293/2009-8).

## REFERENCES

- ANDERSON, N.H.; SEDELL, J.R. Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. **Annual Review of Entomology**, v. 24, p. 351-377, 1979.
- AIROLDI, L.; BACCHIOCCHI, F.; CAGLIOLA, C.; BULLERI, F.; ABBIATI, M. Impact of recreational harvesting on assemblages in artificial rocky habitats. **Marine Ecology Progress Series**, v. 299, p. 55-66, 2005.
- ALLAN, J.D. Landscape and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 35, p. 257-284, 2004.
- AYRES, E.; NKEM, J.N.; WALL, D.H.; ADAMS, B.J.; BARRETT, J.E.; BROOS, E.J.; PARSONS, A.N.; POWERS, L.E.; SIMMONS, B.L.; VIRGINIA, R.A. Effects of human trampling on populations of soil fauna in the McMurdo Dry Valleys, Antarctica. **Conservation Biology**, v. 22, p. 1544-1551, 2008.
- BAILEY, R.C.; KENNEDY, M.G.; DERVISH, M.Z.; TAYLOR, A.R.M. Biological assessment of freshwater ecosystems using a reference condition approach: comparing predicted and actual benthic invertebrate communities in Yukon streams. **Freshwater Biology**, v. 39, p. 765-774, 1998.
- BALMFORD, A.; BENNUN, L.; BRINK, B.T.; COOPER, D.; CÔTE, I.M.; CRANE, P.; DOBSON, A.; DUDLEY, N.; DUTTON, I.; GREEN, R.E.; MARTIN, J.; PAUL, J.; VALMA, J.; JOAH, M.; KAT, M.; NORMAN, M.; SHAHID, N.; JOUNI, P.; MATTHEW, R.; SERGIO, R.; JOAN, R.; KATE, T.; R. KERRY, T. The convention on biological diversity's 2010 target. **Science**, v. 307, p. 212-213, 2005.
- BAPTISTA, D.F. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, p. 425-441, 2008.
- BOGGIANI, P.C.; TREVELIN, A.C.; SALLUN FILHO, W.; OLIVEIRA, E.C.; ALMEIDA, L.H.S. Turismo e Conservação de Tufas Ativas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. **Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas**, v.4, p. 55-63, 2011.
- BONADA, N.; PRAT, N.; RESH, V.H.; STATZNER, B. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p. 495-523, 2006.
- BONTE, D.; MAES, D. Trampling affects the distribution of specialized coastal dune arthropods. **Basic and Applied Ecology**, v. 9, p. 726-734, 2008.
- BROSNAN, D.M.; CRUMRINE, L.L. Effects of human trampling on marine rocky shore communities. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 177, p. 79-97, 1994.

- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M.D.C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, p. 71–82, 2001.
- CASU, D.; CECCHERELLI, G.; CASTELLI, A. Immediate effects of experimental human trampling on mid-upper intertidal benthic invertebrates at the Asinara Island MPA (NW Mediterranean). **Hydrobiologia**, v. 555, p. 271–279, 2006.
- CHANDRASEKARA, W.U.; FRID, C.L.J. Effects of human trampling on tidal flat infauna. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 6, p. 299–311, 1996.
- CHEAL, A.J.; THOMPSON, A.A. Comparing visual counts of coral reef fish: implications of transect width and species selection. **Marine Ecology Progress Series**, v. 158, p. 241–248, 1997.
- COLE, D.; LANDRES, P.B. Threats to wilderness ecosystems: impacts and research needs. **Ecological Applications**, v. 6, p. 168–84, 1996.
- CBD. Convention on Biological Diversity, International Legal Materials, vol. 31 (Washington, D.C.: American Society of International Law, 1992), p. 818, 1992.
- DAHL, J.; JOHNSON, R.K.; SANDIN, L. Detection of organic pollution of streams in southern Sweden using benthic macroinvertebrates. **Hydrobiologia**, v. 516, p. 161–172, 2004.
- DAVENPORT, J.; DAVENPORT, J.L. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 67, p. 280–292, 2006.
- FEIO, M.J.; REYNOLDSON, T.B.; GRAÇA, M.A.S. The influence of taxonomic level on the performance of a predictive model for water quality assessment. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 63, p. 367–376, 2006.
- FENNELL, D.; WEAVER, D. The ecotourism concept and tourism-conservation symbiosis. **Journal of Sustainable Tourism**, v. 13, p. 373–390, 2005.
- FLETCHER, H.; FRID, C.L.J. Impact and management of visitor pressure on rocky intertidal algal communities. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 6, p. 287–297, 1996.
- FOIN, T.C.; RILEY, S.D.; PAWLEY, A.L.; AYRES, D.R.; CARLSEN, T.M.; HODUM, P.J.; SWITZER, P.V. Improving recovery planning for threatened and endangered species. **BioScience**, v. 48, p. 177–184, 1998.
- FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G.T.W. **Metal pollution in the aquatic environment**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. 486 p.
- GARCÍA-CHARTONA, J.A.; PÉREZ-RUZAFÁ, A.; MARCOS, C.; CLAUDET, J.; BADALAMENTIC, F.; BENEDETTI-CECCHID, L.; FALCÓNE, J.M.; MILAZZO, M.; SCHEMBRIG, P.J.; STOBARTH, B.; VANDEPERREI, F.; BRITOE, A.; CHEMELLO, R.; DIMECHG, M.; DOMENICIJ, P.; GUALAK, I.; LEDIRE ACHL, L.; MAGGID, E.; PLANESM. S. Effectiveness of European Atlanto-Mediterranean MPAs: Do they accomplish the expected effects on populations, communities and ecosystems? **Journal for Nature Conservation**, v. 16, p. 193–221, 2008.
- GENELETTI, D.; DAWA, D. Environmental impact assessment of mountain tourism in developing regions: A study in Ladakh, Indian Himalaya. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 29, p. 229–242, 2009.
- GRANTHAM, T.E.; MERENLENDER, A.M.; RESH, V.H. Climatic influences and anthropogenic stressors: an integrated framework for streamflow management in Mediterranean-climate California. U.S.A. **Freshwater Biology**, v. 55, p. 188–204, 2010.

- HARDING, J. S.; BENFIELD, E. F.; BOLSTAD, P. V.; HELFMAN, G. S.; JONES, E. B. D. Stream biodiversity: The ghost of land use past. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 95, p. 14843-14847, 1998.
- HEIL, L.; FERNANDEZ-JURICIC, E.; RENISON, D.; CINGOLANI, A.M.; BLUMSTEIN, D.T. Avian responses to tourism in the biogeographically isolated high Córdoba Mountains, Argentina. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, p. 1009-1026, 2005.
- HEINO, J. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environment correlates of assemblage-level measures at large scales. **Freshwater reviews**, v. 2, p. 1-29, 2009.
- JONES, F.C. Taxonomic sufficiency: The influence of taxonomic resolution on freshwater bioassessments using benthic macroinvertebrates. **Environmental Reviews**, v. 16, p. 45-69, 2008.
- KAY, A.; LIDDLE, M. Impact of human trampling in different zones of a coral reef-flat. **Environmental Management**, v. 13, p. 509-520, 1989.
- LIDDLE, M.J. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. **Conservation Biology**, v. 7, p. 17-37, 1975.
- LIDDLE, M.J.; SCORGIE, H.R.A. The effects of recreation on freshwater plants and animals: a review. **Biological Conservation**, v. 17, p. 183-206, 1980.
- MARCHANT, R.; BARMUTA, L.A.; CHESSMAN, B.C. Influence of sample quantification and taxonomic resolution on the ordination of macroinvertebrate communities from running waters in Victoria, Australia. **Marine & Freshwater Research**, v. 46, p. 501-506, 1995.
- MARQUES, J.S.; ARGENTO, M.S.F. Geociências. **São Paulo**, v. 7, p. 173-186, 1988.
- MARSHALL, J.C.; STEWARD, A.L.; HARCH, B.D. Taxonomic resolution and quantification of freshwater macroinvertebrate samples from an Australian dryland river: the benefits and costs of using species abundance data. **Hydrobiologia**, v. 572, p. 171-194, 2006.
- MATHOOKO, J.M.; MAVUTI, K.M. Factors influencing drift transport and concentration in a second-order high altitude tropical river in central Kenya. **African Journal of Ecology**, v. 32, p. 39-49, 1994.
- MELO, A.S.; FROEHLICH, C.G. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchments and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 20, p. 1-16, 2001.
- MELO, A.S. Effects of taxonomic and numeric resolution on the ability to detect ecological patterns at a local scale using stream macroinvertebrates. **Archiv für Hydrobiologie**, v. 164, p. 309-323, 2005.
- Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 2005. Disponível em: < [www.maweb.org/](http://www.maweb.org/)>. Acesso em: 16 jun. 2011.
- NEWTON, C. Effects of mechanical fracturing and experimental trampling on Hawaiian corals. **Environmental Management**, v. 31, p. 377-384, 2003.
- RAMSAR CONVENTION. Wetlands and Biological Diversity: Cooperation between The Convention of Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (Ramsar, Iran, 1971) and The Convention on Biological Diversity, Document
- UNEP/CBD/COP/3/Inf.21. 1996. Disponível em: [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org). Acesso em: 16 jun. 2011.

- RADER, R.; BELK, M.; KELEHER, M. The introduction of an invasive snail (*Melanoides tuberculata*) to spring ecosystems of the Bonneville Basin, Utah. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 18, p. 647–657, 2003.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates, 1–9. In Rosenberg, D. M., & Resh, V. H. (eds.) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. **Chapman & Hall, New York**, p. 1–9, 1993.
- ROSSI, F.; FORSTER, R.M.; MONTSERRAT, F.; PONTI, M.; TERLIZZI, A.; YSEBAERT, T.; MIDDELBURG, J.J. Human trampling as short-term disturbance on intertidal mudflats: effects on macrofauna biodiversity and population dynamics of bivalves. **Marine Biology**, v. 151, p. 2077–2090, 2007.
- RUNDE, J.M.; HELLENTHAL, R.A. Behavioral responses of *Hydropsyche sparna* (Trichoptera: Hydropsychidae) and related species to deposited bedload sediment. **Environmental Entomology**, v. 29, p. 704–709, 2000.
- SABINO, J.; MEDINA-JR, P.B.; ANDRADE, L.P. Visitantes mal-comportados e piraputangas obesas: a pressão da visitação pública sobre *B. hiliarii* no Balneário municipal de Bonito. Mato Grosso do Sul. **Anais do encontro nacional de inovação científica para o homem do século XXI**, v. 1, p. 321–332, 2005.
- TALBOT, L.M.; TURTON, S.M.; GRAHAM, A.W. Trampling resistance of tropical rainforest soils and vegetation in the wet tropics of north east Australia. **Journal of Environmental Management**, v. 69, p. 63–69, 2003.
- TURTON, S.M. Managing environmental impacts of recreation and tourism in rainforests of the Wet Tropics of Queensland World Heritage area. **Geographical Research**, v. 43, p. 140–151, 2005.
- WALLACE, J.B.; EGGERT, S.L.; MEYER, J.L.; WEBSTER, J.R. Multiple trophic levels of a forest stream linked to terrestrial litter inputs. **Science**, v. 277, p. 102–104, 1997.
- WALTHER, G.R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZEL, A.; PARMESANK, C.; BEEBEE, T. J. C.; FROMENTIN, J. M.; HOEGH-GULDBERG, O.; BAIRLEIN, F. Ecological responses to recent climate change. **Nature**, v. 416, p. 389–395, 2002.
- WOLFRAM, G. Distribution and production of chironomids (Diptera: Chironomidae) in a shallow, alkaline lake (Neusiedler See, Austria). **Hydrobiologia**, v. 318, p. 103–115, 1996.
- WYNBERG, R.P.; BRANCH, G.M. Trampling associated with bait-collection for sandprawns *Callinassa kraussi* Stebbing: effects on the biota of an intertidal sandflat. **Environmental Conservation**, v. 24, p. 139–148, 1997.

**Editorial flow/Fluxo editorial:**

Received/Recebido em: 13.09.2011

Accepted/Aprovado em: 02.12.2011



**TOURISM AND KARST AREAS**  
(formerly/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)

[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

## SUMÁRIO DE TÍTULOS – VOLUME 4 (SUMMARY OF TITLES – VOLUME 4)

### ARTIGOS ORIGINAIS / ORIGINAL ARTICLES

<b>Show cave development with special references to active caves</b> <i>Desenvolvimento de cavernas turísticas com especial destaque às cavernas ativas</i> Arrigo A. Cigna	07
<b>Water as a focus of ecotourism in the karst of northern Puerto Rico</b> <i>A água como recurso ecoturístico no carste do norte de Porto Rico</i> Andrea B. Hall & Michael J. Day	17
<b>Hongs of Phang Nga Bay, Thailand</b> <i>Hongs da Baía Phang Nga, Tailândia</i> Liz Price	27
<b>Monitoring of water temperature of the Roncador river: contribution to speleoclimate analysis and tourist management of the cave of Santana (Iporanga, Brazil)</b> <i>Monitoramento da temperatura da água no rio Roncador: contribuição à análise espeleoclimática e ao manejo turístico da caverna de Santana (Iporanga-SP, Brasil)</i> Heros Augusto Santos Lobo	33
<b>O registro fotográfico aplicado em estudos ambientais na Gruta do Lago Azul em Bonito/MS: retrospectiva de duas décadas – 1989 a 2010</b> <i>The photographic record applied in environmental studies at the Gruta do Lago Azul in Bonito/MS: retrospective of two decades - from 1989 to 2010</i> Maria de Fátima Bregolato Rubira de Assis; Maria de Fátima Lessa Bellé; Marina Brun Buckner; Mercedes Abid Mercante & Silvio Carlos Rodrigues	45
<b>Turismo e conservação de tufas ativas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul</b> <i>Tourism and conservation of active tufas of the Bodoquena Plateau, Mato Grosso do Sul state</i> Paulo César Boggiani; Ana Cristina Trevelin; William Sallun Filho; Emiliano Castro de Oliveira & Luis Henrique Sapiensa Almeida	55
<b>Efeitos do uso turístico sobre cavidades subterrâneas artificiais: subsídios para o uso antrópico de sistemas subterrâneos</b> <i>Effects of tourism on use of artificial subterranean cavities: subsidies for anthropogenic use of subterranean systems</i> Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi, Marconi Souza-Silva & Rodrigo Lopes Ferreira	71
<b>The conservation of speleological tourist attractions in the central Amazon: situation and perspectives for the environmental protection and tourist management in the Maroaga Cave</b> <i>Conservação de atrativos turísticos espeleológicos na Amazônia central: situação e perspectivas para a proteção ambiental e gestão do turismo na Caverna do Maroaga</i> João Rodrigo Leitão dos Reis, Julio César Rodríguez Tello, Alessandro Camargo Angelo & Christina Fischer	89
<b>Turismo em Unidades de Conservação: resultados do plano de manejo da RPPN Fazenda Cabeceira do Prata – Jardim - MS</b> <i>Tourism in natural protected areas: results of the management plan of the private reserve of the natural heritage “Fazenda Cabeceira do Prata” – Jardim - MS</i> Luiza Spengler Coelho, Maria Caroline Moron Urt, Samuel Duleba & Vinicius Batistelli Lemos	107
<b>Macroinvertebrate community in recreational areas in a karst river (Bonito, Brazil): implications for biomonitoring of tourist activities</b> <i>Comunidade de macroinvertebrados em áreas recreacionais em um rio cárstico (Bonito, Brasil): implicações para biomonitoramento de atividades turística</i> Suzana Cunha Escarpinati, Fabio de Oliveira Roque, Paulino Barroso Medina-Jr & Josué Raizer	121

**ÍNDICE DE ASSUNTOS – VOLUME 4**  
*(INDEX OF SUBJECTS – VOLUME 4)*

**A**

*Aquatic Insects*, 121  
Áreas Protegidas, 89

**B**

*Balanço energético*, 7  
Bioindicador, 121  
*Bioindicator*, 121  
*Bodoquena Plateau*, 55  
Bonito, 121

**C**

*Caribbean*, 17  
Caribe, 17  
Carste, 17  
Carste costeiro, 27  
*Cave management*, 33  
*Caves*, 71  
Caverna do Maroaga, 89  
Cavernas, 71  
Cavernas de marés, 27  
Conservação, 71  
*Conservation*, 71

**D**

Diretrizes de Gestão, 7  
Dolina, 27  
*Doline*, 27

**E**

*Ecological tourism*, 45  
*Energy balance*, 7  
*Ecotourism*, 17, 107  
Ecoturismo, 17, 107  
*Energy flow*, 33  
*Environmental Impact*, 121  
*Environmental monitoring*, 33  
*Environmental preservation*, 45  
Espeleoturismo, 33

**G**

*Geopark*, 55  
Geoparque, 55  
*Geotourism*, 55  
Geoturismo, 55

**H**

*Hong*, 27

**I**

Iluminação, 7  
Imagem fotográfica, 45  
Impacto Ambiental, 121

Insetos Aquáticos, 121

Invertebrados, 71

*Invertebrates*, 71

## **K**

*Karst*, 17

## **L**

*Lighting*, 7

## **M**

*Management guidelines*, 7

*Management Plan*, 107

Manejo de Cavernas, 33

*Marine karst*, 27

*Maroaga Cave*, 89

Mato Grosso do Sul, 55, 107

*Mato Grosso do Sul State*, 55

Microclima, 33

*Microclimate*, 33

Minas subterrâneas, 71

Monitoramento Ambiental, 33

## **N**

Níveis de Circulação de Energia, 33

## **P**

*Pathways*, 7

*Photographic image*, 45

Plano de Manejo, 107

Porto Rico, 17

Preservação ambiental, 45

*Private Reserve of the Natural Heritage*, 107

*Protected Area*, 89

*Puerto Rico*, 17

## **R**

Roteiros de visitação, 7

RPPN, 107

## **S**

Serra da Bodoquena, 55

*Southeast Asia*, 27

*Speleotourism*, 33

*Subterranean mines*, 71

Sudoeste asiático, 27

## **T**

Tailândia, 27

*Thailand*, 27

*Tidal cave*, 27

*Tourism*, 55, 71, 89, 121

Tufa, 55

Turismo, 55, 71, 89, 121

Turismo ecológico, 45

## **W**

*Water*, 17

**ÍNDICE DE AUTORES – VOLUME 4**  
*(INDEX OF AUTHORS – VOLUME 4)*

**A**

Almeida, 55  
Angelo, 89  
Assis, 45

**B**

Bellé, 45  
Bernardi, 71  
Boggiani, 55  
Bucker, 45

**C**

Cigna, 07  
Coelho, 107

**D**

Day, 17  
Duleba, 107

**E**

Escarpinati, 121

**F**

Fischer, 89  
Ferreira, 71

**H**

Hall, 17

**L**

Lemos, 107  
Lobo, 33

**M**

Medina-Jr, 121  
Mercante, 45

**O**

Oliveira, 55

**P**

Price, 27

**R**

Raizer, 121  
Reis, 89  
Rodrigues, 45  
Roque, 121

**S**

Sallun Filho, 55  
Souza-Silva, 71

**T**

Tello, 89

Trevelin, 55

**U**

Urt, 107

## **QUADRO DE AVALIADORES – VOLUME 4** *(BOARD OF REVIEW – VOLUME 4)*

No ano de 2011, os originais recebidos foram avaliados pelos seguintes pesquisadores:

Andrej Kranjc  
*Karst Research Institute (Eslovênia)*

Angel Fernández-Cortés  
*Museo Nacional de Ciencias Naturales (Espanha)*

Edvaldo Cesar Moretti  
*Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)*

Emerson Galvani  
*Universidade de São Paulo (USP)*

Gisele Sessegolo  
*Ecossistemas Consultoria Ambiental*

Heros Augusto Santos Lobo  
*Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)*

Lívia Medeiros Cordeiro-Borghezani  
*Universidade de São Paulo (USP)*

Luiz Afonso Vaz de Figueiredo  
*Centro Universitário Fundação Santo André (CUFSA)*

Luiz Eduardo Panisset Travassos  
*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUCMG)*

Maria Elina Bichuette  
*Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)*

Rodrigo Lopes Ferreira  
*Universidade Federal de Lavras (UFLA)*

Ricardo José Calembo Marra  
*Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas (CECAV/ICMBio)*

## **GESTÃO EDITORIAL - 2011** (*EDITORIAL MANAGEMENT – 2011*)

Durante o ano de 2011, a revista *Turismo e Paisagens Cársticas* apresentou o seguinte fluxo editorial de avaliação de originais:

Originais recebidos em 2011: 12  
Originais publicados em 2011: 10  
Originais reprovados em 2011: 01  
Originais recebidos em 2011 em processo de avaliação: 01

### **Procedência dos trabalhos publicados\*:**

Brasil: 07, sendo:  
Mato Grosso do Sul: 03  
São Paulo: 02  
Amazonas: 01  
Minas Gerais: 01  
Tailândia: 01  
Itália: 01  
Estados Unidos: 01

\* Considerando o vínculo institucional do primeiro autor de cada trabalho. Inclui todas as seções da revista.

### **Web site** (no período de 01/01/2011 a 31/12/2011)

Total de *page views* (página da revista): 4.204

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

Volume 4 Número 1: 561  
Volume 3 Número 2: 732  
Volume 3 Número 1: 1.018  
Volume 2 Número 2: 650  
Volume 2 Número 1: 707  
Volume 1 Número 2: 1.009  
Volume 1 Número 1: 638

Total de *downloads* (revista completa):

Volume 4 Número 1: 591  
Volume 3 Número 2: 816  
Volume 3 Número 1: 771  
Volume 2 Número 2: 712  
Volume 2 Número 1: 708  
Volume 1 Número 2: 1.548  
Volume 1 Número 1: 1.191

Total de *downloads* (por artigo):

Volume 4 número 1 - p. 000-006: 61  
Volume 4 número 1 - p. 007-016: 182  
Volume 4 número 1 - p. 017-025: 157  
Volume 4 número 1 - p. 027-031: 150  
Volume 4 número 1 - p. 033-044: 126  
Volume 4 número 1 - p. 045-053: 220  
Volume 4 número 1 - p. 055-063: 175

Volume 3 número 2 - p. 049-053: 88

Volume 3 número 2 - p. 055-065: 271

Volume 3 número 2 - p. 067-077: 421  
Volume 3 número 2 - p. 079-089: 230  
Volume 3 número 2 - p. 091-092: 126  
Volume 3 número 1 - p. 093-097: 81

Volume 3 número 1 - p. 000-004: 109  
Volume 3 número 1 - p. 005-010: 202  
Volume 3 número 1 - p. 011-019: 167  
Volume 3 número 1 - p. 021-030: 243  
Volume 3 número 1 - p. 031-043: 243  
Volume 3 número 1 - p. 045-046: 202  
Volume 3 número 1 - p. 047-048: 101

Volume 2 número 2 - p. 097-100: 88  
Volume 2 número 2 - p. 101-112: 441  
Volume 2 número 2 - p. 113-129: 211  
Volume 2 número 2 - p. 131-137: 122  
Volume 2 número 2 - p. 139-145: 121

Volume 2 número 1 - p. 000-004: 205  
Volume 2 número 1 - p. 005-015: 973  
Volume 2 número 1 - p. 017-025: 213  
Volume 2 número 1 - p. 027-039: 490  
Volume 2 número 1 - p. 041-055: 963  
Volume 2 número 1 - p. 057-068: 699  
Volume 2 número 1 - p. 069-077: 129  
Volume 2 número 1 - p. 079-096: 1.078

Volume 1 número 2 - p. 093-105: 120  
Volume 1 número 2 - p. 107-120: 994  
Volume 1 número 2 - p. 121-129: 228  
Volume 1 número 2 - p. 131-144: 537  
Volume 1 número 2 - p. 145-164: 790  
Volume 1 número 2 - p. 165-172: 2.392  
Volume 1 número 2 - p. 173-182: 1.052  
Volume 1 número 2 - p. 183-187: 300  
Volume 1 número 2 - p. 189-190: 117  
Volume 1 número 2 - p. 191-191: 80

Volume 1 número 1 - p. 000-005: 213  
Volume 1 número 1 - p. 007-017: 135  
Volume 1 número 1 - p. 019-028: 261  
Volume 1 número 1 - p. 029-042: 280  
Volume 1 número 1 - p. 043-055: 324  
Volume 1 número 1 - p. 057-065: 294  
Volume 1 número 1 - p. 067-076: 597  
Volume 1 número 1 - p. 077-088: 4.227  
Volume 1 número 1 - p. 089-090: 152  
Volume 1 número 1 - p. 091-092: 272

*Heros Augusto Santos Lobo*  
Editor-Chefe

*Marcelo Augusto Rasteiro*  
Editor Executivo



*TOURISM AND KARST AREAS*  
(formally/formalmente: Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas)  
*Brazilian Speleological Society / Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE)*

[www.cavernas.org.br/turismo.asp](http://www.cavernas.org.br/turismo.asp)

---