

## Aplicação de geofísica rasa sobre a Caverna dos Ecos, Cocalzinho-GO

Leandro G. da Silva\*, André L. M. Cadamuro, José E. P. Soares, Carlos T. C. Nascimento; Universidade de Brasília – UnB.

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

Geophysical methods have proven to be an invaluable tool in geosciences, and its use to help solve environmental problems has become more frequent in recent years.

In this present work, electroresistivity and gravimetry data were used to detect conduits in a cave located in Midwest Brazil.

During the past few years Ecos Cave has been subjected to intense predatory tourism and currently finds itself closed to the public.

Geophysical profiles were conducted on a road that runs over the cave in order to study its electroresistivity and density variations. The results on both methods were similar and show the approximate depth and size of the conduits underneath.

### Introdução

A geofísica rasa compreende uma série de técnicas e métodos de aquisição, modelagem e interpretação de dados geofísicos obtidos nas primeiras dezenas de metros da crosta terrestre.

Esta área do conhecimento é extensamente empregada na identificação de variações de propriedades físicas (densidade, susceptibilidade magnética, resistividade elétrica, entre outras) que possam auxiliar em mapeamentos geológicos, perícias e análises ambientais, devido ao seu relativo baixo custo, rapidez na aquisição dos dados e facilidade de transporte dos equipamentos.

Neste trabalho, pretende-se apresentar resultados preliminares da interpretação e modelagem de dados de gravimetria e eletroresistividade, obtidos em uma estrada que passa sobre um conduto subterrâneo da Caverna dos Ecos, em Goiás, para verificação das condições e posicionamento da cavidade em relação à estrada.

A Caverna apresenta-se como um importante objeto de estudo, pois ainda não se tem uma avaliação do impacto ambiental da estrada sobre o ambiente cavernícola ou se há outras cavidades mais rasas que possam oferecer risco de colapso no eixo da estrada.

Situada a aproximadamente 60 km de Brasília, a Caverna dos Ecos pertence ao município de Cocalzinho de Goiás. O acesso, a partir de Brasília se dá pela rodovia BR-060, em direção a Corumbá-GO, tomando-se uma estrada vicinal localizada na entrada do povoado de Girassol, distando 5 km dali (Figura 1).

A Caverna dos Ecos foi descrita por Karmann *et al.* (2001), onde os autores fazem uma análise

geomorfológica e geológica da área na qual a caverna está localizada, assim como a avaliação detalhada dos aspectos espeleológicos.

Segundo eles, a caverna se formou em duas etapas principais. A primeira desenvolveu-se preferencialmente nas lineações de interseção dos planos de fratura com o acamamento, gerando um vazio inicial na unidade carbonática, o que caracteriza esta etapa como freática. Quando houve o rebaixamento do nível freático associado ao Ciclo Velhas, entre o plioceno e o pleistoceno, o teto, que era sustentado pela água, entrou em instabilidade gravitacional e desabou, gerando o vazio que hoje forma os condutos no micaxisto e no quartzito micáceo (Karmann *et al.*, 2001).

O conspícuo processo de limonitização dos cristais de pirita observado nos blocos abatidos e a presença de flores de gipsita em alguns locais da caverna podem sugerir contribuição de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) no processo de acidificação da água durante a etapa freática do desenvolvimento da caverna. Essa suposição ainda não foi comprovada e carece de estudos mais detalhados.



Figura 1: Mapa de localização e acesso da Caverna dos Ecos.

A caverna tem aproximadamente 1600m de desenvolvimento linear, com grandes condutos (até 35m de altura) e alcança 140m de profundidade (Figura 2) (Karmann *et al.*, 2001).

### Métodos

Foram executados perfis gravimétricos e sondagens elétricas verticais sobre uma estrada que passa sobre a galeria, com o intuito de estimar a posição e a profundidade dos condutos pela resposta obtida com os dois métodos geofísicos utilizados.

#### Gravimetria

O método gravimétrico é muito empregado para identificar descontinuidades verticais (contatos,

intrusões), por mapear variações laterais da densidade dos materiais em subsuperfície (Reynolds, 1997). Pela Lei da Gravitação Universal, temos que a atração entre dois corpos é diretamente proporcional à densidade dos mesmos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre seus centros de massa. Para Ecos, a ausência de massa é significativamente alta, uma vez que o ar apresenta densidade mais que duas vezes menor do que a do micaxisto ou do mármore.

A perfilagem gravimétrica foi executada em 39 estações, com intervalos de 20 metros entre cada uma, com o uso de um gravímetro Lacoste-Romberg, a partir de um marco gravimétrico estabelecido pelo Observatório Sismológico da UnB.

Foi utilizado o programa GRAVCAD (Gradient Geology & Geophysics) para o procedimento de modelagem dos dados gravimétricos. Duas anomalias foram encontradas a partir do modelo gerado (Figura 3). Uma maior sugere a resposta gravimétrica do Salão das Nuvens e a outra menor, o conduto onde se encontra o lago subterrâneo.



Figura 2: Mapa espeleológico da Caverna dos Ecos, com a projeção aproximada da linha dos perfis (vermelho).

A modelagem gravimétrica dos dados apresenta algumas imperfeições, gerados provavelmente pela imprecisão da representação do conduto, no que se refere ao seu formato e à distribuição dos blocos abatidos que se encontram no interior da caverna. Na porção norte (esquerda da Figura 3) observa-se uma intensa variação nos dados do perfil, que podem representar pequenas cavidades presentes sob a estrada.

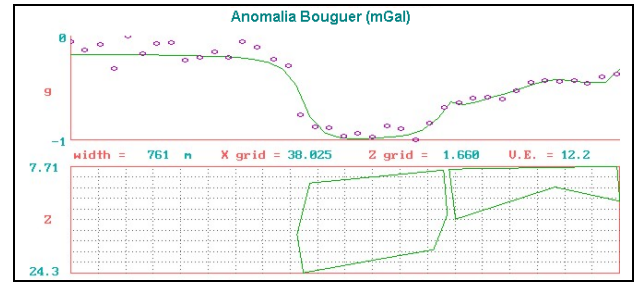


Figura 3: Modelagem gravimétrica do perfil sobre a caverna (GRAVCAD).

**Eletrorresistividade**

Os métodos elétricos são muito utilizados para definição de variações verticais de valores de resistividade aparente dos materiais em subsuperfície. Locação de furos de sonda para água, mapeamento do lençol freático e detecção de plumas de contaminação, são algumas das aplicações mais empregadas no Distrito Federal e entorno, devido à facilidade de aquisição e baixo custo deste método. Como arranjos, podem ser citados Wenner, Schlumberger, Dipolo-Dipolo e Polo-Dipolo como os mais comuns.

Dez Sondagens Elétricas Verticais (SEV) em arranjo do tipo Schlumberger foram executadas com o uso do equipamento ER-300 da PERGEO. As SEVs tiveram abertura máxima de 80m e seus respectivos centros foram planejados para que tivessem 50m entre si. O início do perfil (Base 0) coincide com o marco gravimétrico supra citado.

A modelagem dos dados de eletrorresistividade foi efetuada pelo aplicativo RES2DINV (v.3.5), da GEOTOMO Software (Figura 4).

Por este método, também foram identificadas duas anomalias, sendo uma consideravelmente mais expressiva que a outra e ambas resistivas. O tamanho e a posição das anomalias obtidas pela eletrorresistividade são correlacionáveis aos obtidos pela gravimetria, o que pode ser considerado como um resultado satisfatório dos dois métodos.

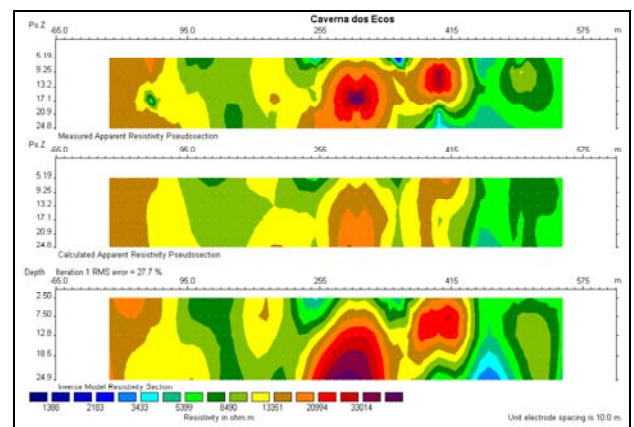


Figura 4: Modelagem dos dados de eletrorresistividade, onde são observadas anomalias resistivas em 300 e 400m (pseudoseção medida, pseudoseção calculada e seção modelada).

### Conclusões

As medidas executadas na Caverna dos Ecos indicaram a presença do conduto principal da cavidade e do conduto do lago subterrâneo.

Não foi possível, com os dados apresentados, estimar com precisão a espessura da camada entre o pavimento da estrada e a porção mais alta do teto do conduto da caverna. Os dados indicaram uma espessura entre 7 e 10 metros, porém mais medidas e métodos diferentes a serem efetuados sobre a caverna poderão ser úteis na resolução deste problema. A sísmica pode ser o método mais indicado.

Estudos geotécnicos são necessários para a avaliação do impacto ambiental da estrada e da carga máxima admissível sobre a caverna; a geofísica rasa se mostra uma forma eficiente de auxílio nesta avaliação.

A presença de outras cavidades sob a estrada pode ser identificada utilizando-se pelo menos um destes métodos, com objetivo de avaliar riscos para a via.

São necessárias ainda avaliações da morfologia interna da caverna para uma melhor modelagem dos corpos nos dados obtidos.

### Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos da disciplina Geofísica Geral que participaram da coleta e do processamento dos dados; ao Observatório Sismológico da Universidade de Brasília pelo apoio de campo; ao Laboratório de Geofísica Aplicada do Instituto de Geociências (UnB), pelos equipamentos utilizados; ao Grupo Espeleológico da Geologia (GREGEO-UnB) pelas informações espeleológicas e aos que, de alguma forma, contribuíram para a execução deste trabalho.

### Referências Bibliográficas

- Karmann, I., Sánchez, L.E, Fairchild, T.R.** 2001. Caverna dos Ecos (Central Brazil): Genesis and geomorphologic context of a cave developed in schist, quartzite, and marble. *Journal of Cave and Karst Studies* 63(1): 41-47.
- Reynolds, J.M.** 1997. An introduction to applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons. Chichester, UK. 796pp.
- GREGEO-UnB.** 2004. Atualização do mapa espeleológico da Caverna dos Ecos, Cocalzinho-GO. Inédito.