

4º RELATÓRIO CONSOLIDADO DE ANDAMENTO DO PBA E DO ATENDIMENTO  
DE CONDICIONANTES

**CAPÍTULO 2 – ANDAMENTO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL**

**Anexo 9.3 - 2 – Resumo CBP**

# ANÁLISE ESPACIAL APLICADA À PESQUISA PALEONTOLÓGICA DE AFLORAMENTO, APOIADA POR MÉTODOS GEOFÍSICOS

Henrique Zimmermann Tomassi<sup>1</sup> (HZTomassi@gmail.com), Bernardo Costa Ferreira<sup>2</sup> (bernardo@unb.br), Fátima Praxedes Rabelo Leite<sup>3</sup> (fprleite@gmail.com), José Mendes Gama-Júnior<sup>4</sup> (prof.mendes.uft@gmail.com), Michelly Amorim da Silva<sup>5</sup> (michelly.amorim@gmail.com), Poliana Marcolino Correa<sup>6</sup> (polianacorrea@nortenenergiasa.com.br)

<sup>1</sup>Museu de Geociências da Universidade de Brasília; <sup>2</sup>Departamento de Geografia, Universidade de Brasília; <sup>3</sup>Terragraph; <sup>4</sup>Universidade Federal do Tocantins; <sup>5</sup>Terragraph; <sup>6</sup>Norte Energia S/A

## RESUMO

Desde o desenvolvimento dos equipamentos e métodos geofísicos poucas escavações em paleontologia fizeram uso destas ferramentas a fim de otimizar a busca pelos fósseis. A análise espacial geostatística consistiria, portanto, na coleta de dados pontuais pelo Método Magnético integrada ao uso do GPR (Ground Penetration Radar). Assim, pelo uso do primeiro método seriam indicados os locais de distorção ou interferência do campo magnético e a confirmação das anomalias detectadas por meio do GPR proporcionaria, o pela capacidade de geração de imagens e visão em tempo real, a diminuição de erros cometidos quando da identificação de anomalias magnéticas não geradas por feições ligadas à pesquisa paleontológica. O método experimental será aplicado nas escavações de salvamento paleontológico da UHE de Belo Monte, Estado do Pará, o qual poderá apresentar-se como sendo de elevada importância no auxílio do reconhecimento de concentrações de fósseis, especialmente de invertebrados, orientando assim, a escavação, e afetando diretamente no dispêndio de tempo e recursos em campo, além de aumentar a probabilidade da identificação de ocorrências fósseis.

**Palavras-chave:** geofísica, GPR, magnetometria, coleta em campo, salvamento paleontológico

## ABSTRACT

Since the development of equipment and geophysical methods, paleontology excavations made little use of these tools to optimize the fossil remains search. The geostatistical spatial analysis would, therefore, punctual collect data by the use of integrated magnetic and GPR (Ground Penetration Radar) methods. Thus by the use of the first method would show the spots of distortion

or interference in the magnetic field and the GPR would provide the confirmation of the anomalies detected by the capability for imaging and real-time view, the reduction of errors made when identifying magnetic anomalies not generated by features related to paleontological research. The experimental method will be applied in excavations of the paleontological rescue on UHE Belo Monte, Pará State, which may present itself as being of high importance in helping recognition of buried fossil concentrations, especially of invertebrates, thus directing the excavation, and directly affecting the expenditure of time and resources in the field, as well as increasing the probability of identifying fossil occurrences.

**Keywords:** geophysics, GPR, magnetometry, field sampling, paleontological rescue

## INTRODUÇÃO

O uso de métodos geofísicos, comum em pesquisas arqueológicas, ainda é discreto no auxílio a escavações paleontológicas (Davis & Annan, 1989; Mellet, 1993; Crosby *et al.*, 2002; Main & Hammon III, 2003). Main & Hammon III (2003) realizaram experimentos em campo e desenvolveram método eficiente para a coleta de microfósseis de vertebrados. Com o uso de GPR (Ground Penetrating Radar – Radar de Penetração de Solo), a coleta de dinossauros foi orientada e fósseis com tamanho mínimo de um metro, preservados a menos de dois metros de profundidade em relação à superfície, puderam ser identificados pelo método.

Com exceção dos levantamentos de grande escala para a exploração de recursos minerais e energéticos, desde o desenvolvimento dos equipamentos e métodos geofísicos poucas escavações em paleontologia fizeram uso destas ferramentas a fim de otimizar a busca pelos

restos fósseis. Este trabalho vem anunciar o desenvolvimento de experimentos de campo apoiados por métodos geofísicos, principalmente com GPR e magnetometria desenvolvidos por Ferreira & Bandeira (2008a; 2008b; 2010) para pesquisa arqueológica em áreas de pesquisa do IPHAN no Estado do Maranhão a serem aperfeiçoadas e adaptadas à paleontologia durante as escavações de salvamento paleontológico da UHE de Belo Monte, Estado do Pará. As pesquisas orientadas nestas áreas indicaram e possibilitaram o resgate de vestígios arqueológicos tais como esqueletos e instrumentos, bem como construções antigas soterradas.

A coleta será realizada em canteiros de obras que exponham rochas com potencial fossilífero e em áreas em que as mesmas sejam inundadas pelos reservatórios ou afetadas por obras de infraestrutura, conforme exigência do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) à empresa Norte Energia S/A, empresa responsável pela construção do empreendimento.

### **Análise espacial e métodos geofísicos**

A análise espacial consiste na coleta de dados pontuais tendo em vista a caracterização de áreas potenciais, uma vez que a utilização de métodos magnéticos possibilita a observação dos locais com maior probabilidade de presença de fósseis ou de comportamentos minerais ligados a este. Estes métodos subsidiarão, portanto, uma modelagem de áreas potenciais e mais propícias à escavação.

O Método Magnético tem como fundamento a teoria do potencial, baseando-se na capacidade de concentração de que minerais magnéticos nas rochas da crosta (como a magnetita, a pirrotita e ilmenita) têm em produzir distorções ou interferências locais no campo magnético (Silva, 1983). As medidas de susceptibilidade magnética serão realizadas no campo sobre afloramentos e em amostras de afloramentos e testemunhos para correção do equipamento, neste caso um Magnetômetro de Precisão de Prótons. Estas medidas então serão testadas para encontrar locais potenciais em um modelo que indique áreas para escavação.

Já o GPR será utilizado para confirmar as anomalias detectadas pelas medidas magnéticas

e proporcionar, pela capacidade de geração de imagens e visão em tempo real, a diminuição de erros cometidos quando se identificar anomalias magnéticas que não são causadas por feições ligadas à pesquisa paleontológica. Para tanto será usado um SIR-3000 da GSSI com antenas que variam de 100 a 1.600 MHz, calibrado para o solo local por meio de método Ponto de Controle Médio (enterrando um objeto a uma profundidade conhecida no local das pesquisas para adquirir seu comportamento). O uso das antenas citadas visa à obtenção de dados em largo espectro de profundidade e resolução, posto que quanto maior a frequência, menor a profundidade e maior a resolução, e vice-versa.

Devido à resolução dos sistemas e a impossibilidade de identificar fósseis pequenos a baixa profundidade (maiores que 0,5 cm até 1,3 m) por métodos geofísicos, o sistema pode ser útil para a identificação de ocorrência de concentrações fossilíferas ou fósseis maiores (a partir de 50 cm em profundidades de até 10 metros). As anomalias identificadas por estes métodos podem orientar a escavação no sentido de aumentar a chance de descoberta de fósseis, uma vez que a procura deixa de ser aleatória, além de reduzir o volume de remoção de rocha e diminuir o tempo de coleta. Como os fósseis paleozoicos (marinhos) ocorrentes na região dificilmente ultrapassam 15 centímetros de dimensão máxima, o foco das buscas será o de lentes e camadas com maiores concentrações fossilíferas.

### **Área de estudo**

Este trabalho será realizado no âmbito do Projeto de Salvamento do Patrimônio Paleontológico da UHE Belo Monte, elaborado pela Norte Energia S.A. e apoiado em sua execução pela empresa Terragraph. O salvamento paleontológico ocorrerá nos arredores do municípios de Altamira e Vitória do Xingu (PA), nas áreas da bacia sedimentar do Amazonas afetadas pela construção da unidade hidrelétrica. Os trabalhos de campo ocorrerão em três diferentes frentes de resgate: às margens de rodovias, de rios e igarapés, áreas baixas com afloramentos de rocha da bacia do Amazonas (sujeitas à inundação) e porções em que as obras da usina hidrelétrica exponham rochas sedimentares. Este

trabalho mostra-se mais relevante pela escassez de afloramentos rochosos na região Amazônica, onde o intemperismo químico intenso produz coberturas pedológicas espessas.

A assemblagem fossilífera da área é composta por palinóforos, vegetais, invertebrados, vertebrados e icnofósseis de idades siluriana, devoniana e cretácea. Os macrofósseis registrados nas sete unidades litológicas com ocorrência nos arredores de Altamira e Vitória do Xingu (PA) são: 1 - Formação Pitinga: braquiópodes, (Grahn & Melo, 1990). 2 - Formação Manacapuru: peixes acantodos e condríctios (Janvier & Melo, 1988, 1992), braquiópodes, conulárias e icnofósseis (Wanderley Filho *et al.*, 2005). 3 - Formação Maecuru: braquiópodes, trilobitas, moluscos bivalves, gastrópodes, crinóides, briozoários, belerofontídeos, cnidários, tentaculídeos e conulárias (Ponciano *et al.*, 2007a,b; Ponciano & Machado, 2007a,b; Ponciano *et al.*, 2008). 4 - Formação Ererê: braquiópodes, moluscos bivalves, gastrópodes, trilobitas, crinóides e tentaculídeos. 5 - Formação Barreirinha: braquiópodes inarticulados, moluscos bivalves, gastrópodes, cefalópodes, peixes e plantas (Loboziak *et al.*, 1997; Melo & Loboziak, 2003; Wanderley Filho *et al.*, 2005) 6 - Formação Curiri: vegetais e icnofósseis (Loboziak *et al.*, 1997; Melo & Loboziak, 2003; Wanderley Filho *et al.*, 2005). 7 - Formação Alter do Chão: impressões foliares, âmbar e dinossauros (Price, 1960; Pereira *et al.*, 2007).

Desta forma, o método pode mostrar importância no auxílio do reconhecimento de concentrações de fósseis, especialmente de invertebrados, orientando a escavação, fator que economiza tempo e recursos em campo, além de aumentar a probabilidade da identificação de ocorrências fósseis.

## CONCLUSÕES

Os métodos geofísicos GPR e magnético obtêm atualmente os dados mais avançados em termos de suporte a mapeamento arqueológico, entre outras áreas, que igualmente o utilizam com sucesso. Portanto pretende-se obter verificar o emprego destes métodos aplicados à pesquisa paleontológica, posto que essas áreas

de conhecimento possuem similaridade de comportamento. O Método Magnético fornece locais mais propícios para a escavação, dando a possibilidade de mapeamento e análise espacial por meio de Geoestatística. O GPR dá a possibilidade de formar uma imagem desses locais e atestar a presença ou ausência de vestígios ligados ao objeto da pesquisa. Este projeto poderá trazer resultados quanto à aplicabilidade e eficiência destes métodos para a pesquisa paleontológica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CROSBY, T.; ZHOU, M.; SAMPSON, S.D. & SCHUSTER, G.T. 2002. Imaging Dinosaur Fossils by Seismic Tomography and GPR. 72nd International SEG meeting abstract, Salt Lake City, Utah.
- DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. 1989. Ground-Penetrating Radar For High-Resolution Mapping of Soil and Rock Stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 37(5):531-551.
- FERREIRA, B. C & BANDEIRA, A. 2008a. Relatório do Levantamento Topográfico e Geofísico do Forte São Sebastião. Alcântara – MA. IPHAN.
- FERREIRA, B. C & BANDEIRA, A. 2008b. Relatório do Levantamento Topográfico e Geofísico do Sítio do Físico. São Luís – MA. IPHAN.
- FERREIRA, B. C & BANDEIRA, A. 2010. Relatório do Levantamento Topográfico e Geofísico do Forte do Calvário. Rosário – MA. IPHAN.
- GRAHN, Y. & MELO, J.H.G. 1990. Bioestratigrafia dos quitinozoários do Grupo Trombetas nas faixas marginais da Bacia do Amazonas. Rio de Janeiro, PETROBRAS/CENPES/DIVEX/SEBIPE, 43 pp., Anexos 1-2, il. (Relatório produzido para a Eletrobras Eletronorte).
- JANVIER, P. & MELO, J.H.G. 1988. A canthodian fish remains from the Upper Silurian or Lower Devonian of the Amazon Basin, Brazil. *Palaeontology*, 31, p. 771-777.

- JANVIER, P. & MELO, J.H.G. 1992. New acanthodian and chondrichthyan remains from the Lower and Middle Devonian of Brazil. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 4, p. 193-206.
- LOBOZIAK, S.; MELO, J.H.G.; QUADROS, L.P. & STREEL, M. 1997. Palynological evaluation of the Famennian Protosalvinia (Foerstia) Zone in the Amazon Basin, northern Brazil: a preliminary study. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96:31-45.
- MELLET, J.S. 1993. Geophysical methods in taphonomy and paleontology. *Journal of Vertebrate Paleontology Abstract Papers* 13:50.
- MELO, J.H.G. & LOBOZIAK, S. 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 124:131-202.
- PEREIRA, R.; CARVALHO, I.S.; AZEVEDO, D.A. & FERNANDES, A.C.S. 2007. Ocorrências de âmbar nas bacias sedimentares brasileiras - uma revisão. *In: Carvalho, I.S. et al. (Org.). Paleontologia: Cenários de Vida*. 1 ed.: Editora Interciência, v. 1, p. 243-256.
- PONCIANO, L.C.M.O. & MACHADO, D.M.C. 2007a. Hábitos de vida da associação Schuchertella agassizi - Ptychopteria eschwegei, Formação Maecuru, Devoniano, Bacia do Amazonas, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro)*, v. 30, p.129- 138.
- PONCIANO, L.C.M.O. & MACHADO, D.M.C. 2007b. Macroinvertebrados da Formação Maecuru (Devoniano, Bacia do Amazonas, Brasil) - considerações tafonômicas. *In: Carvalho, I.S. et al. (Org.). Paleontologia: Cenários de Vida*. 1ed. Editora Interciência, v. 1, p. 131-137.
- PONCIANO, L.C.M.O.; MACHADO, D.M.C.; FARIA, A.C.G. & VIEIRA, A.C.M. 2007a. Hábitos de vida dos Gastropoda e Bellerophonitida da Formação Maecuru, Devoniano Médio, Bacia do Amazonas, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências (Rio de Janeiro)*, 30:191-197.
- PONCIANO, L.C.M.O.; MACHADO, D.M.C.; FARIA, A.C.G.; VIEIRA, A.C.M.; SOUZA, A.R. & LIMA, K.P. 2008. Paleoautoecologia dos Brachiopoda da associação Schuchertella Agassizi - Ptychopteria Eschwegei, Formação Maecuru, Devoniano Médio da Bacia do Amazonas. *In: XLIII Congresso brasileiro de geologia, 2008, Aracaju. Coletânea de trabalhos completos do 43 Congresso Brasileiro de Geologia*. Salvador, SBG, p. 854-859.
- PRICE, L.I. 1960. Dentes de Therapoda num testemunho de sonda no Estado do Amazonas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 32:79-84.
- SILVA, J.B.C. 1986. Métodos Potenciais: Magnetometria. CPRM.
- WANDERLEY FILHO, J.R.; MELO, J.H.G.; FONSECA, V.M.M. & MACHADO, D.M.C. 2005. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia do Amazonas. *Phoenix*, 82(6).



# **XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA**

**Paleontologia: Caminhando pelo tempo**  
23 A 28 DE OUTUBRO 2011 - NATAL/RN

**ATAS**