



Estudo de anomalias geofísicas integrado à caracterização dos materiais geológicos de superfície no sambaqui fluvial Lajeado IV, Itaoca-SP.

Debora S. Carvalho^{*1}, Eronaldo B. Rocha¹, Nádia R. do Nascimento², Simone R. Falconi²

¹ Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG/USP), debora@iag.usp.br - eronaldo@iag.usp.br

² Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE/UNESP), nascimr@ms.rc.unesp.br - sfalconi@rc.unesp.br

Copyright 2003, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 14-18 September 2003.

Contents of this paper was reviewed by The Technical Committee of The 8th International Congress of The Brazilian Geophysical Society and does not necessarily represents 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 multi-parametric surveys on fluvial mounds at Vale do Ribeira, São Paulo state, Brazil, are allowing researchers to better understand these sites. Radiometric methods have been successfully applied, particularly on delineating the contours of some archaeological sites. The integrative analysis of geophysical datasets from Lajeado IV, along with surface material and soil horizon characterization studies held at the same area, yielded a valuable interpretational asset, contributing to the understanding of fluvial mounds and their archaeological contexts.

Introdução

As investigações recentes dos sambaquis fluviais do Vale do Ribeira têm se pautado pelo teste e uso de diferentes métodos geofísicos, notadamente eletromagnéticos e radiométricos e, numa menor extensão o georadar. Os levantamentos geofísicos multi-paramétricos têm ampliado rápida e significativamente o conhecimento desses sítios arqueológicos o que, por consequência, deverá colaborar com a melhor compreensão dos padrões da ocupação pré-histórica do litoral sul-brasileiro. O uso de diferentes ferramentas geofísicas e não geofísicas, integradas dentro de um processo de interpretação global, está presente de modo recorrente em prospeções arqueológicas modernas reportadas na literatura internacional (e.g. Hesse, 1999; Scollar et al., 1990). Tratando-se de sítios arqueológicos ainda relativamente mal conhecidos e diversificados (Figuti, 2001), os numerosos e amplamente dispersos sambaquis do Vale do Ribeira comportam a inclusão e experimentação de novos métodos para seu estudo. A definição das características de fundo desses sítios permitirá, num segundo momento, uma escolha balanceada dos métodos mais apropriados à sua investigação e, dessa forma, uma utilização otimizada dos recursos e do tempo aplicados.

À parte os estudos atualmente conduzidos nos sambaquis do Ribeira, no Brasil, levantamentos geofísicos multi-paramétricos foram pioneiramente

aplicados de modo sistemático nos anos 80 no mapeamento detalhado de sítios ceramistas na Ilha de Marajó, no Amazonas (Roosevelt, 1991).

Nos levantamentos geofísicos dos sambaquis o método gamaespectrométrico tem ganhado destaque devido à sua eficácia na delimitação precisa dos contornos dessas ocorrências (Alberto et al. 2000; Carvalho et al. 2001; Carvalho et al. 2003). Esse fato deve-se às características peculiares destes sítios, os quais são compostos por acumulações de materiais carbonáticos que geram sinais radiométricos contrastados com os das litologias que compõem o substrato sobre os quais se assentam.

A gamaespectrometria, até o presente, tem sido uma ferramenta pouco explorada em prospeções arqueológicas. Fugindo a essa tendência, há registro da aplicabilidade do método, utilizando como guia os mais altos teores de K, na prospeção de paredes enterradas (Moussa, 2001).

É importante pontuar que os materiais componentes dos sambaquis integram-se aos horizontes superiores de alteração e aos solos antigos desses sítios e, como eles, encontram-se sob ação dos processos pedogenéticos recentes. Essa característica evolutiva dos sítios tem implicações nos sinais radiométricos observados ao longo de sua história. A caracterização dos materiais de superfície é capaz, por um lado, de servir como uma amarração importante para os dados radiométricos dos sítios e, por outro, representar um parâmetro adicional a ser integrado visando à interpretação arqueológica adequada acerca da sua construção e do significado dos seus elementos constituintes.

É dentro desse quadro que foi iniciado no sambaqui Lajeado IV um estudo piloto que visa integrar informações geofísicas e de caracterização pedológica e cujos resultados preliminares compõem o conteúdo do presente artigo.

Em termos do contexto geomórfico a área em estudo localiza-se em um interflúvio, de topo levemente convexizado, mais baixo e isolado em relação aos relevos adjacentes.

Método

Os métodos usados nos levantamentos de dados geofísicos no sambaqui Lajeado IV, incluindo dados de contagens gama discriminados, encontram-se descritos no trabalho de Carvalho et al. (2003).

Para estarem ajustados ao enfoque da presente pesquisa, os dados radiométricos (contagens gama)

relativos à presença de K, U e Th foram transformados em dados geoquímicos, ou seja, de concentrações desses elementos.

O processo de transformação das taxas de contagens em concentrações requer o conhecimento das constantes de sensibilidade do espectrômetro gama utilizado no levantamento de campo. No caso, trata-se de um espectrômetro gama GS-512, da Geofyzika, equipado com um detector de NaI(Tl) de 3" x 3". A determinação das constantes de sensibilidade é feita através do chamado procedimento padrão de "stripping" (Grasty et al., 1991) ou de calibração absoluta do espectrômetro gama. Essa calibração foi feita utilizando o sistema de PAD's de concentrações conhecidas de K, U e Th, instalado no Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD-CNEN), no Rio de Janeiro.

Para retratar a distribuição de K, U e Th no sítio como um todo, foram produzidos mapas de contorno a partir da interpolação das medidas coletadas numa malha regular (Fig. 1), utilizando-se a técnica de "kriging". Essa técnica foi escolhida dentre as disponíveis no programa interpolador (Surfer 6.00, Golden Software Inc.) por apresentar um bom ajuste ao modo como foram coletados os dados no campo.

Além dos dados acima, um outro grupo de medidas foi coletado junto a dois conjuntos de pequenas trincheiras alinhadas (Fig. 1). Em um destes conjuntos (1 a 5) as trincheiras encontram-se dispostas segundo uma toposseqüência e, no outro (6 a 8), dispõem-se ao longo do eixo maior da anomalia radiométrica principal. Os dados foram tomados adotando-se três minutos de contagem.

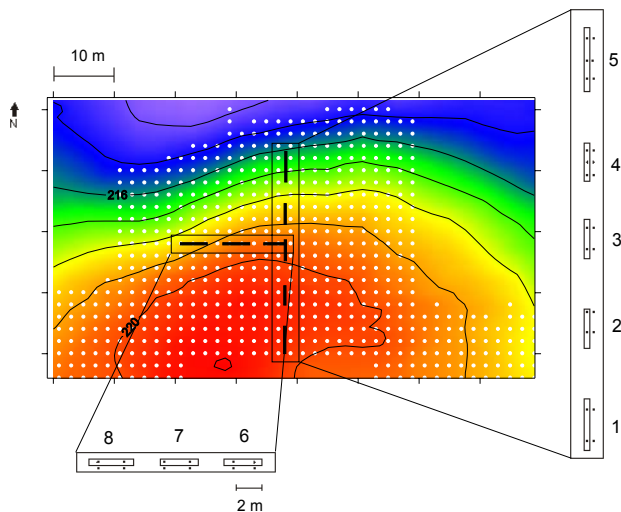


Figura 1. Mapa topográfico do sítio Lajeado IV com a localização dos pontos de medidas gamaespectrométricas na superfície (malha) e nos dois conjuntos de trincheiras (1 a 5 e 6 a 8).

Os solos descritos nas trincheiras são muito similares. Pequenas diferenciações, quanto à espessura e cor do

horizonte A e quanto à ausência de algum horizonte, são observadas de montante para a direção jusante da toposseqüência. Dessa forma, escolheu-se a trincheira situada na extremidade montante da toposseqüência (nº 1), para a descrição detalhada de uma seção-tipo.

Resultados

A descrição pedológica da seção-tipo feita nas paredes, de aproximadamente 0,5m de profundidade, da trincheira, comporta a individualização de cinco horizontes com espessuras em torno de 10cm cada. A partir da base do perfil, a transição entre os três primeiros horizontes é dada pelo escurecimento gradual da cor e aumento da estrutura pedogenética. Já a transição para o quarto horizonte é marcada pela mudança abrupta de cor e, para o quinto, por uma maior quantidade de conchas e fragmentos de conchas.

De modo bastante resumido, da base para o topo, encontra-se um material de alteração, bruno-amarelado, com estrutura petrográfica em meio a estruturas pedológicas, com textura argilo-arenosa, sotoposto a um horizonte B/C, contendo feições ligadas à percolação de matéria orgânica, textura areno-argilosa, com predomínio de areia grossa e presença de pequenos fragmentos de quartzo. Sobrepostos a estes, encontram-se os horizontes A (A13, A12 e A11), de cor preta, nos quais observa-se a diminuição da areia grossa e o surgimento de pontuações brancas que correspondem a pequenos fragmentos de conchas decompostas, que tendem a se tornar mais abundantes e a aumentar de tamanho em direção ao topo. Fragmentos de rocha de tamanhos variados, alguns com aspecto queimado, são encontrados nesses horizontes mais superficiais.

Em termos das diferenciações laterais e das organizações pedológicas, um conjunto de aspectos pode ser assinalado:

i) O horizonte de alteração da rocha tende a tornar-se mais grosseiro, seguindo a direção de jusante da toposseqüência, e uma leve variação de cor é observada no mesmo sentido.

ii) Nas trincheiras de topo (1 a 3) as características morfológicas da alteração são as mesmas. A trincheira 3 corresponde ao limite superior de uma ruptura de declive. Na ruptura, que tem aproximadamente 6 metros, está a trincheira 4 que marca o ponto de diferenciação entre o setor montante e o de jusante. Nessa trincheira o horizonte de alteração é mais avermelhado. A trincheira 5 posiciona-se a aproximadamente 100 m acima da baixa encosta. Nela o horizonte de alteração apresenta sinais de hidromorfia.

iii) Na trincheira 2 o horizonte B/C é mais desenvolvido do que em 1 e 3; a partir da ruptura de declive este horizonte desaparece e o conjunto de horizontes A assenta-se diretamente sobre a alteração de rocha.

iv) Na trincheira 2 o conjunto de horizontes A é mais espesso do que em 1 e 3. Na trincheira 4 esses horizontes são mais estreitos e menos escuros. Lateralmente e perpendicularmente à trincheira 3, indo-se

em direção de um segmento côncavo da encosta, as trincheiras 6, 7 e 8 mostram que neste setor o conjunto dos horizontes A é o mais espesso e o mais escuro em relação aos demais observados, e que a matéria orgânica impregna, abundantemente, o topo do horizonte de alteração. Nesse setor é maior a quantidade de conchas dentro dos horizontes superficiais.

v) Na trincheira 5 os horizontes A são mais claros (acinzentados) em relação aos demais.

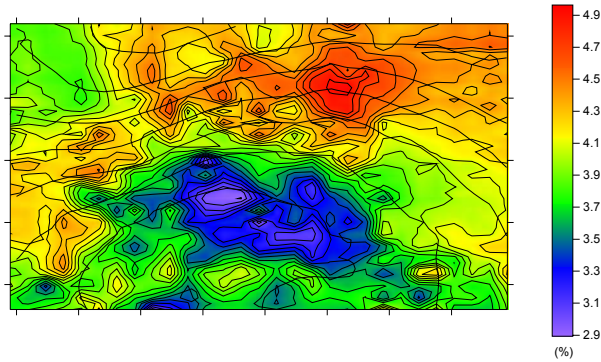


Figura 2. Mapa de contorno de concentração do K

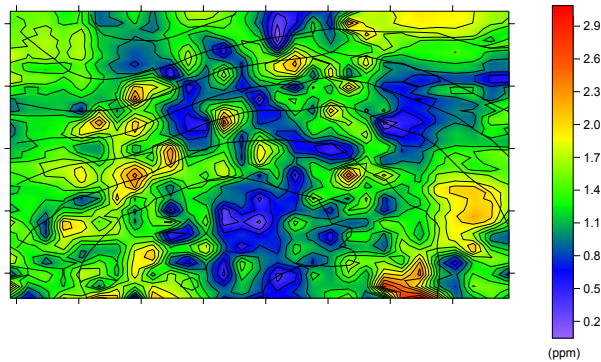


Figura 3. Mapa de contorno de concentração do U

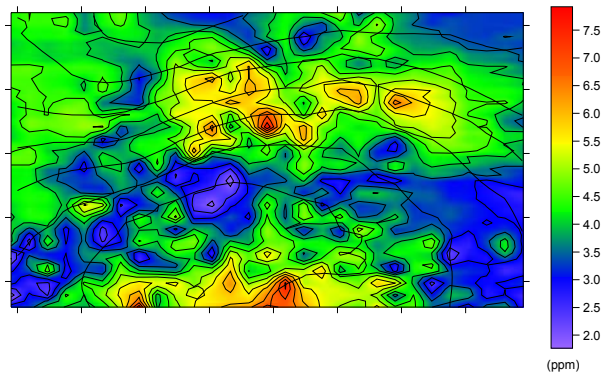


Figura 4. Mapa de contorno de concentração do Th

O mapa de contorno das concentrações de K (Fig. 2) identifica claramente uma área anômala principal onde ocorre o acúmulo do material carbonático gerador de um sinal radiométrico mais baixo. Os mapas de concentrações de U e Th (Figs. 3 e 4), embora não tão claramente, também mostram a existência desse contraste. Deve-se notar que os valores de fundo desses elementos são, eles próprios, muito baixos.

A partir da zona de ruptura de declive as concentrações apresentam um padrão de mais altos valores relacionados à proximidade do horizonte de alteração da rocha. No caso do U, elemento móvel no ambiente geoquímico superficial, esse padrão se ramifica através do setor mais à jusante, onde sinais de processos hidromórficos estão presentes no horizonte de alteração da rocha.

Os valores das concentrações ao longo da toposequência (Fig. 5), notadamente no caso do K, estão claramente relacionados com os horizontes dos perfis de alteração. Nas trincheiras à montante, onde os horizontes A são mais espessos, há um maior diferencial entre os valores das concentrações medidas na superfície e no fundo das trincheiras. De modo inverso, estes valores tendem a convergir nas trincheiras à jusante com o desaparecimento do horizonte B/C e afinamento, ou mesmo desaparecimento, do horizonte A.

Nas trincheiras 6 a 8 (Fig. 6), devido a presença marcante do horizonte A e de sua relativa homogeneidade, as concentrações de K, U e Th praticamente não variam (ou variam pouco) tanto em superfície como em profundidade.

Conclusões

As observações dos perfis pedológicos permitem formular as seguintes interpretações preliminares:

O fato de se ter uma leve diferenciação de cor e textura no horizonte de alteração indica diferenças no ambiente de alteração, segundo a posição da trincheira na toposequência, e permite afirmar que estes horizontes e o B/C desenvolveram sobre um mesmo material de origem. Os fragmentos de rocha, alóctone ao sítio de estudo, as conchas e fragmentos de conchas, distribuídos no interior dos horizontes A, demonstram que o material de origem da parte superior dos solos pode, em grande parte, ser alóctone. Entretanto, a presença de areia grossa e a textura, similares às da alteração, permitem levantar a hipótese de que o material incorporado ao solo interpenetrou os materiais de origem autóctone. Os solos das trincheiras são pouco desenvolvidos. Decorre daí uma segunda hipótese de que os materiais de origem alóctone podem ter sido depositados sobre a rocha inalterada ou sobre um pequeno horizonte A. As relações observadas entre os conteúdos de K, U e Th com os diferentes horizontes dos perfis de alteração tendem a reforçar essa segunda hipótese.

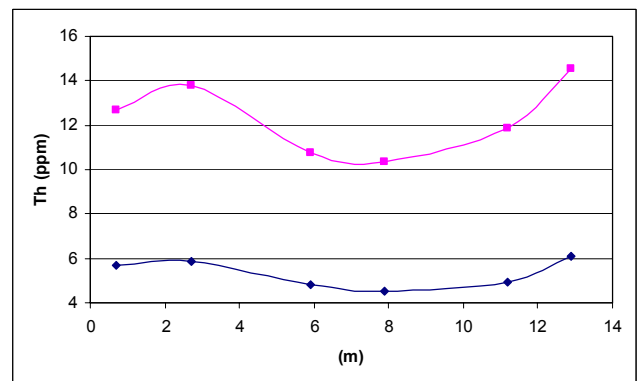
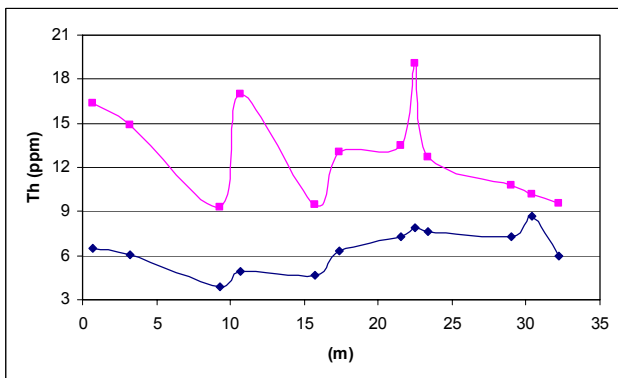
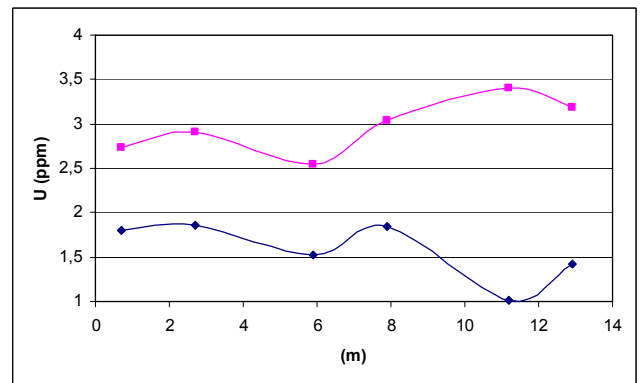
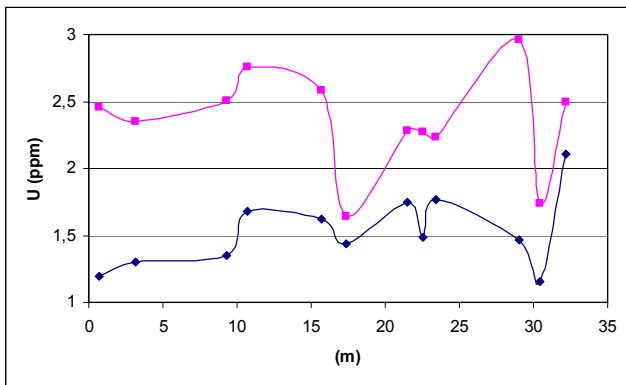
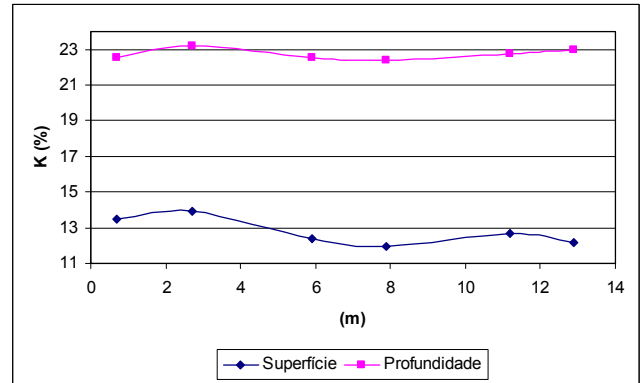
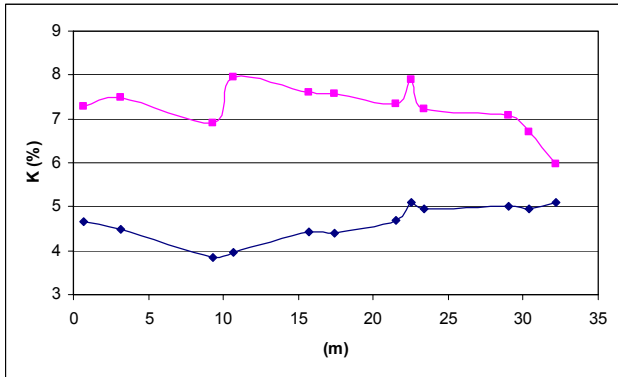


Figura 5. Concentrações de K, U e Th medidas no fundo (■) e na superfície (◆) das trincheiras (1 a 5).

Figura 6. Concentrações de K, U e Th medidas no fundo (■) e na superfície (◆) das trincheiras (6 a 8).

A espessura e a cor dos horizontes A seguem a forma dos segmentos morfológicos da encosta e estão diretamente ligados com a presença e quantidade dos materiais orgânicos depositados. A distribuição desses materiais encontra-se bem demarcada pelos resultados geofísicos.

O prosseguimento das pesquisas, neste momento, inclui a realização de análises petrográficas e mineralógicas das diferentes fases granulométricas de amostras representativas dos diferentes horizontes e feições do solo. Os resultados destas análises trarão elementos que permitirão, de modo ainda mais apurado, caracterizar os materiais de superfície que compõem o sambaqui, interpretar sua história evolutiva e estabelecer a relação que mantêm com os padrões de distribuição dos sinais geofísicos.

Agradecimentos

Aos Profs. Drs. Levy Figuti e Paulo De Blasis, do MAE-USP, e Carlos A. Mendonça, do IAG-USP, pela receptividade e apoio à proposta do presente estudo. Ao Ms. Andre Rugensky pelas discussões sobre os procedimentos usados no tratamento dos dados radiométricos, e a Ivan J. P. de Vasconcelos pelo apoio.

À FAPESP, pelo apoio financeiro dado através do Projeto Temático N° 1999/12684-2.

Referências

Alberto J.J.A., Rocha E.B., Mendonça C.A., Porsani J.L., Brito P.M.A., Hiodo F.Y., 2000. Geophysical Prospecting Techniques to Delineate Fluvial Prehistoric Shell Deposits (Sambaqui) in Archaeological Site of Miracatu-SP. In 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro. Abstract Volume - General Symposia - 16.2 Section, International Union of Geological Sciences – IUGS.

Carvalho D.S., Mendonça C.A., Rocha E.B., Romero T.M., Yokoyama L.M.L., Gomes M.J.S., 2001. Investigações geofísicas no sambaqui fluvial dos Morais, Miracatu-SP. In. 7th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Salvador. Expanded Abstracts - Near Surface Geophysics (7CISBGf/PS1), Salvador SBGf, v. I, 711-714.

Carvalho D.S., Rocha E.B., Gomes M.J.S., Mendonça C.A., 2003. Investigações radiométricas e eletromagnéticas no sambaqui fluvial Lajeado IV, Itaoca-SP, In 8th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Rio de Janeiro. Expanded Abstracts - Near Surface, Environmental and Geotechnical Methods. SBGf. (Trabalho submetido)

Figuti L. (Coord.), 2001. Investigações arqueológicas dos sambaquis fluviais do vale do Ribeira de Iguape, Estado de São Paulo. Relatório de andamento de Projeto Temático FAPESP N° 1999/12684-2. 45 p. e anexos. (Inédito)

Grasty R.L.; Holman P.B.; Blanchard Y.B., 1991. Transportable calibration pad's for ground and airborne gamma-ray spectrometers. Paper 90-23. Geological Survey of Canada. 25 p.

Hesse A., 1999. Multi-Parametric survey for Archaeology: how and why, or how and why not?. Journal of Applied Geophysics 41, 157-168.

Mousa M., 2001. Gama-Ray spectrometry: a new tool for exploring Archaeological sites; a case study from East Sinai, Egypt. Journal of Applied Geophysics 48, 137-142.

Roosevelt A.C., 1991. Moundbuilders of the Amazon: Geophysical archaeology on Marajo Island, Brazil. Academic Press. 495 p.

Scollar I., Tabbagh A., Hesse A., Herzog I., 1990. Archaeological Prospecting and Remote Sensing. Topics in Remote Sensing 2, Cambridge University Press. 674p.