

RADIOMETRIA NO DELTA DO RIO PARAÍBA DO SUL E SUA CORRELAÇÃO COM A CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS PESADOS AO LONGO DO QUATERNÁRIO

Alberto Garcia de Figueiredo Jr.¹; Cleverson Guizan Silva²; Valdenira Ferreira dos Santos³; Lucia Artusi⁴; Suzana Hinds Ferreira da Silva⁵; Cláudia Zetune Gonçalves⁶; Lázaro Luiz de Matos Laut⁷; Carlos Manoel Vargas de Figueiredo⁸.

¹ Ph.D. em Geologia e Geofísica Marinha, Rosenstiel School of Marine Sciences, Univ. of Miami, Florida, EUA. Departamento de Geologia, LAGEMAR – UFF. alberto@igeo.uff.br

² Ph.D. em Geologia Marinha, Duke University, NC, EUA. Departamento de Geologia, LAGEMAR – UFF. cleverson@igeo.uff.br

³ Doutoranda Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha - UFF. Instituto de Pesquisa do estado do Amapá (IEPA), valdenira@igeo.uff.br

⁴ Mestranda Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha - UFF. Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), Marinha do Brasil, lartusi@igeo.uff.br

⁵ Bolsista Projeto de Pesquisa, INB – UFF. Departamento de Geologia – UFF, suzanahinds@igeo.uff.br

⁶ Mestranda Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha – UFF. zetune@igeo.uff.br

⁷ Doutorando Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha - UFF. laut@igeo.uff.br

⁸ Geólogo UFRJ. Indústrias Nucleares do Brasil, São Francisco de Itabapoana, RJ, cmanoel@inb.gov.br

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos em uma pesquisa de radiometria com um contador Geiger manual realizada na porção sul do delta do rio Paraíba do Sul. Foram feitas 1110 medidas ao longo de perfis perpendiculares e paralelos às cristas arenosas. As cristas são constituídas predominantemente por areias quartzosas com um teor de minerais pesados que varia de 3 a 7%. Dentre os minerais pesados encontra-se a monazita que é radioativa e um bom indicador de ocorrência de concentração destes minerais. As medidas de radiometria na área estudada variaram de 15 a 450 cps e existe uma boa relação entre o teor de minerais pesados e os valores de radiometria. As cristas arenosas variam em granulometria de areia grossa a fina. Os maiores valores de radiometria estão associados com a areia fina. As cristas formam feixes que se caracterizam por possuírem um conjunto de cristas com mesma orientação e granulometria de sedimento. A formação dos feixes está ligada aos regimes hidrodinâmicos que por sua vez estão ligados às variações climáticas. A sucessão de feixes de cristas representa um registro da variação climática ao longo do tempo.

ABSTRACT

This paper presents results of radiometric measurements on a beach ridges field of Paraíba do Sul River delta. Radioactivity is produced by monazite which is associated with other heavy minerals. Percentage of heavy minerals varies from 3 to 7 % and radioactivity values from 15 to 450 counts per second. There is a direct correlation between radioactivity and heavy minerals concentration. The large values of radiometry are associated with beach ridges of medium to fine sands. Beach ridges are organized in sets with same orientation and grain-size representing similar hydrodynamic regime. The succession of beach ridges sets represents records of climatic changes during geological time.

Palavras-Chave: minerais pesados, delta, Paraíba do Sul, regime de ondas.

Key-Words: heavy minerals, delta, Paraíba do Sul, wave regime.

1. INTRODUÇÃO

O rio Paraíba do Sul nasce no estado de São Paulo na localidade de Paraibuna, tem 1.150 km de extensão e deságua no oceano Atlântico, no norte do estado do Rio de Janeiro. Possui uma bacia de drenagem de 55.500 km² e uma vazão média de 814 m³/seg na cidade de Campos dos Goytacazes (ANA, 2003). A descarga sedimentar constrói desde o Pleistoceno, a partir de 18.000 anos AP, o delta do rio Paraíba do Sul (Martin et al., 1984). O delta, segundo Dias et al. (1984) tem em sua base o Grupo Barreiras e sobreposto a este, lamas do pró-delta e finalmente capeando a seqüência as areias das cristas arenosas. O delta do Paraíba, em função do emaranhado de canais a oeste do farol de São Tomé, foi classificado originalmente por Lamego (1955) como delta do tipo Mississipi. Posteriormente, Galloway (1975) fez uma classificação ternária com base nos processos dominantes de um delta, incluindo ondas, marés e descarga do rio. Nessa classificação, o

delta do rio São Francisco é colocado como exemplo de delta dominado por ondas e por similaridade, diversos autores classificam também o Paraíba do Sul como dominado por ondas.

A parte superior do delta é composta por uma série de cristas arenosas que são formadas na linha de praia e a medida que novas cristas são formadas, as mais antigas são incorporadas na planície deltaica (Fig. 1). As cristas arenosas são organizadas por feixes de cristas com uma mesma orientação. Os feixes quase sempre possuem uma orientação diversa entre si e o contato entre eles é marcado por áreas erosivas, evidenciado pelo truncamento de cristas. Uma outra característica das cristas é que ao se aproximarem do eixo do rio, elas se projetam em direção ao oceano formando uma curvatura suave.

Na porção sul, a sucessão de cristas tem direção geral NNE-SSW. Ao norte, junto à localidade de Gargaú, a sucessão de cristas intercala-se com terrenos argilosos

onde se situam lagos, pântanos e manguezais. Ao norte da cidade, a morfologia das cristas torna-se semelhante à da porção sul do delta. As cristas são interrompidas por fases erosivas evidenciadas pelas diferenças nas orientações dos feixes de cristas (Dias e Gorini, 1980).

O sedimento formador do delta é basicamente areia quartzosa com teores variáveis de minerais pesados (Figueiredo Jr., et al., 2002). A mineralogia dos minerais pesados é predominantemente formada por anfibólitos e piroxênios e secundariamente por granadas e ilmenitas. A magnetita aparece como o terceiro mineral mais comum com menos de 10%. Outros minerais pesados em menores quantidades são zircão, rutilo, leucóxênio, e monazita. Dentre os minerais pesados, vale destacar a presença da monazita por ser um mineral radioativo que acompanha os outros pesados e fácil de ser detectada através de radiometria. Nem todas as cristas são mineralizadas com mesmo teor de pesados e estas variações estão ligadas aos regimes hidrodinâmicos pretéritos.

Tendo por base que as concentrações de minerais pesados estão associadas a regimes hidrodinâmicos especiais e que estas concentrações estão distribuídas na planície deltaica de forma organizada, é possível então deduzir fases diferenciadas de regime hidrodinâmico ao longo do Quaternário. O regime hidrodinâmico depende da energia da onda e sua direção de incidência e, como resultado será preservado no registro geológico a orientação dos feixes de cristas, a altura das cristas, a granulometria do sedimento e a concentração de minerais pesados.



Figura 1 – Porção sul do delta do rio Paraíba do Sul com a localização dos pontos de medição de radiometria. Os pontos representados em tonalidades mais escuras representam maiores valores de radiometria expressa em cps (counts per second). As cristas arenosas apresentam densidades variadas da cor cinza onde a mais densa representa uma cobertura vegetal maior.

2. RADIOMETRIA DO DELTA

A planície costeira é formada basicamente por dois tipos de ambiente de sedimentação: 1) a planície de inundação do rio composta por lamas das várzeas e areias amareladas dos canais e, 2) as cristas arenosas. As cristas arenosas por sua vez podem ser divididas em feixes de cristas bem distintos. Aqueles com cristas formadas por uma areia branca de granulometria média a grossa (pobre em pesados) e aqueles de areia de cor caramelo e de granulometria média a fina (com maior potencial para pesados).

Por sua vez, os valores de radiometria se distribuem na região observando-se alguns fatores como dimensão e posição na crista arenosa, granulometria do sedimento, proximidade do rio e presença de dunas eólicas.

Os valores de radiometria variam de 15 a 450 cps, onde os valores acima de 70 cps estão geralmente associados a areias médias a finas, em cristas de dimensões maiores e estão próximo ao topo da crista, no lado voltado para o mar (Fig. 1). As cristas que são capeadas por dunas eólicas apresentam os maiores valores. Vale salientar que esta correlação entre a radiometria e as características das cristas arenosas é feita apenas para a parte superficial do sedimento (primeiros metros), até onde a radiometria é capaz de detectar radiação. Outras áreas de concentrações de minerais pesados podem também ser encontradas no corpo e na base da crista arenosa e estas serão discutidas em trabalhos posteriores.

Enquanto as cristas de areias médias a finas têm uma boa correlação com minerais pesados, as cristas formadas pelas areias brancas e grossas tem um baixo teor de minerais pesados. Nas imagens de satélite Landsat TM5 as áreas mais vegetadas (mais escuras) são as que tem sedimento mais fino e por isto retêm melhor a água. Por outro lado as cristas de areias grossas aparecem sem vegetação e com uma cor esbranquiçada nas imagens de satélite.

A área que contém os maiores valores está localizada em feixes de cordões que iniciam junto a margem do Paraíba e se estendem por mais de 3 km em direção sul, sendo que alguns feixes têm mais 2 km de largura.

A radiometria além de ser um método simples e fácil de ser aplicado, mostrou-se também um bom indicador da concentração de minerais pesados. Um experimento com sete amostras demonstrou que existe uma relação direta entre o teor de pesados e os valores de radiometria. (Fig. 2).

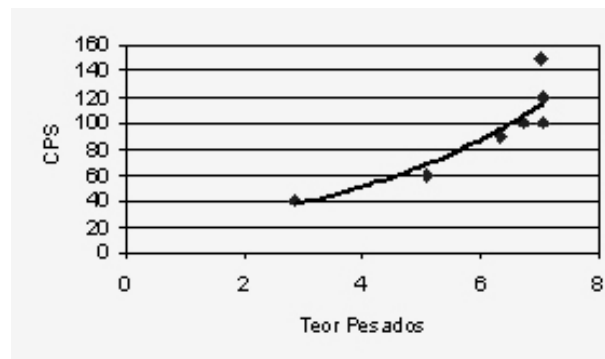


Figura 2 – Gráfico representativo da relação teor de minerais pesados nos sedimentos e contagens de radiação por segundo (counts per second, CPS).

3. CONCLUSÕES

Os valores das medidas de radiometria têm uma relação direta com o percentual de minerais pesados.

As cristas arenosas da planície costeira variam entre areia branca grossa (pobre em pesados) e areia média a fina de cor caramelo (com maior potencial para pesados).

Os maiores teores de pesados estão associados às cristas de sedimentos arenosos de granulometria média a fina e podem ser enriquecidas com o processo de formação de dunas eólicas.

A variação da granulometria e a orientação dos feixes de cristas estão diretamente ligadas com a variação do regime de ondas e por sua vez com o regime de ventos e clima e, portanto, as cristas arenosas representam o registro da variação climática ao longo do tempo.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento desta pesquisa somente foi possível com o apoio das “Indústrias Nucleares do Brasil” (INB) a quem somos gratos. Agradecemos também ao Departamento de Geologia, Lagamar da Universidade Federal Fluminense (UFF), pelo apoio a esta pesquisa. O autor principal é apoiado por uma bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (2003). Agência Nacional de Águas, Serviço de Informações da Bacia do Rio Paraíba do Sul, <http://www.ana.gov.br/>.
- DIAS, G. T. M. e GORINI, M. A. (1980). A baixada campista: estudo morfológico dos ambientes litorâneos. Anais do XXXI C. B. G., Camboriú, v. 1, p. 588 – 602.
- DIAS, G. T. M., SILVA, C. G., MALSCHITZKY, L. H. e PIRMEZ, C. (1984). A planície costeira deltaica do rio Paraíba do Sul – seqüências sedimentares subsuperficiais. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia, vol. 1, p. 98-104.
- FIGUEIREDO JR, A. G., SILVA, C. G., MELLO, S. L. M., FIGUEIREDO, C. M. V., ESTEVES, M. G. P., PESSANHA, I. B. M. e MOLINARI, L. (2002). Minerais Pesados do Delta do Rio Paraíba do Sul, RJ, XLI Congresso Brasileiro de Geologia, João Pessoa, resumos, vol. 1, p. 21.
- GALLOWAY, W.E. (1975) Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In: Deltas, Models for Exploration (ed. by M. L. Broussard), p. 87-98. Houston Geol. Soc., Houston, TX.
- LAMEGO, A. R. (1955) Geologia das quadrículas de Campos, São Tomé, Lagoa Feia e Xexé. Rio de Janeiro: IBGE, 1955. 60 p.
- MARTIM, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J-M.; DOMINGUEZ, J. M. L. & AZEVEDO, A, E, G. (1984) – Evolução da planície costeira do rio Paraíba do Sul (RJ) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. v.1: 84-97.