

## Mapeamento de ecocaráteres no sistema estuarino do Piraquê-açu, Aracruz – ES

Pedro Smith Menandro, Kleverston Alencastre do Nascimento, Alex Evaristo da Silva, Valéria da Silva Quaresma, Alex Cardoso Bastos.

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society 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

*This research is an attempt that through the recognition of echo characters to start a study on geology/sedimentology of the Piraquê-açu river estuary, estuary system located in Aracruz, ES. The echo characters recognition and mapping were accomplished through high resolution seismic and superficial sedimentology. With the association of these data, geophysical and sedimentological were recognized three echo characters pattern, which were subdivided according to the seismic signature characteristics (reflection and penetration) totalizing seven estuary echo characters. The spatial distribution of these allows a division of the estuary system in three distinct areas that differ by the prevalence of a kind of echo character and the type of sediment. These characteristics can be associated to distinct sedimentary processes in this estuary: i) the mouth of the estuary, where prevails the sand and the low penetration; ii) the zone of join, where sand-mud and mud-sand sediments and pattern of reflection determined by the bottom sediment and geology; iii) The rivers Piraquê-açu and Piraquê-Mirim with predominance of sand-mud and mud-sand sediments and echo character with penetration influenced by the mud concentration and geology/ sub superficial reflectors. In this sectors, the morphology/geology estuarine tertiary sediments and outcrops limiting the penetration of seismic.*

### Introdução

O sistema estuarino do Piraquê-açu está localizado no município de Aracruz, no estado do Espírito Santo, Setor 3 da classificação de Martin et al. (1997) para o litoral capixaba. O sistema é composto pelos dois rios, Piraquê-Mirim e Piraquê-açu, sendo morfologicamente caracterizado por uma confluência em forma de “Y”. (Fig 1). Pouco estudado até então, o sistema estuarino do Piraquê-açu vem sendo objeto de vários estudos geoambientais desde 2010.



Figura 1: Sistema estuarino do Piraquê-açu.

Dessa forma, até recentemente pouco se sabia sobre a distribuição e a composição sedimentar do sistema. De extrema importância, a caracterização sedimentar e morfológica do leito pode respaldar o planejamento de várias atividades humanas tais como obras de instalações de estruturas submarinas, extração de depósitos minerais, identificação de habitats submarinos, delimitação de canais de navegação, além de auxiliar outros estudos científicos e planos de gerenciamento.

O estudo dos ecocaráteres no estuário possibilita, além da caracterização do substrato, realizar inferências à cerca dos processos hidrodinâmicos e sedimentares atuantes. Os trabalhos de Damuth (1975) são precursores na associação de ecocaráteres com processos sedimentares, sendo que vários outros seguiram esta aplicação (Quaresma et al, 2001; Souza, 2006; Veronez Junior et al, 2009).

A análise da assinatura dos principais padrões de eco associada à distribuição faciológica permite a identificação e a distribuição dos principais ecocaráteres, que podem ser associados a alguns processos sedimentares recentes, como já feito em outros estudos (Quaresma et al, 2001; Belo et al, 2003; García-García et al, 2004; Catanzaro et al, 2004).

Cada tipo de caráter de eco reconhecido está correlacionado com um tipo de superfície de fundo (Souza, 2006). Isso envolve várias propriedades que estão relacionadas com as diferenças de impedâncias acústicas entre os meios (granulometria, espessura de camadas, tipo de material, entre outras), as quais originarão diferentes tipos de eco.

Assim, esse estudo busca associar os dados sísmicos de alta resolução aos dados de sedimento superficiais, para reconhecimento de padrões de reflexão existentes do estuário do Rio Piraquê-açu.

**Metodologia**

O trabalho se baseia na correlação de dados geofísicos com as propriedades texturais do sedimento de fundo do estuário do Piraquê-açu.

O levantamento sísmico foi feito com um perfilador de subfundo Stratabox 10 kHz.

Os registros sísmicos foram diferenciados em tipos de ecocaráter, considerando o grau de penetração, estruturas e refletores de subfundo (Damuth, 1975)

Foram coletadas um total de 90 amostras de sedimento superficial que foram peneiradas a seco convencionalmente, para determinação da granulometria e teores de lama, areia e cascalho, e posterior enquadramento o sedimento segundo classificação de Folk (1954). Nos resultados e discussão os dados os sedimentos foram sintetizados em arenosos, arenolamosos, lamo-arenosos e lamosos.

Os dados foram sobrepostos e agrupados, permitindo assim relacionar a característica do registro sísmico à propriedade do sedimento de fundo, reconhecendo padrões de distribuição e variabilidade dos sedimentos e processos deposicionais.

**Resultados e Discussão**

Os dados de sedimento superficial foram organizados de forma a se observar os teores de lama e areia (Fig. 2 e 3, respectivamente). Foi observada uma predominância de sedimentos com tendência lamo-arenosa no estuário. Variando de maior granulometria junto à foz do estuário a areias finas e muito finas até a bifurcação do sistema estuarino. Junto a foz e na cabeceira do estuário há um predomínio de sedimentos arenosos, onde a energia das correntes de maré são mais fortes e a ação do rio é mais efetiva, respectivamente. Esta distribuição corresponde ao modelo clássico de faciologia estuarina proposto por Dalrymple et al (1992).

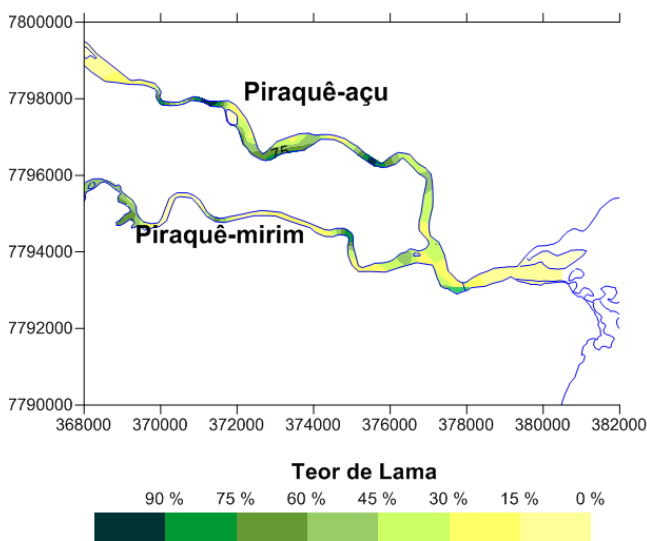


Figura 2: Mapa da distribuição do teor de lama do estuário do Piraquê-açu.

A porção intermediária do braço Piraquê-açu apresenta predominância de sedimentos lamo-arenosos (lama associada a areias fina e muito finas), o que sugere uma zona de menor energia, na qual processos marinhos e fluviais são contrabalanceados, conforme propôs Dalrymple *et al.* (1992) para o modelo de fácies em estuários dominados por maré. Já o braço Piraquê-Mirim, na mesma porção, apresentou característica arenolamosa, o que possivelmente está associado a um maior fluxo de corrente em função da geomorfologia local (menor largura entre as margens). Os sedimentos de areia grossa e média na porção a montante do Piraquê-açu sugerem maior influência fluvial, enquanto os depósitos de lama no estuário parecem estar associados a trechos do estuário onde há uma maior profundidade do canal. Contudo, destaca-se no cenário um trecho de cobertura arenosa (areia média) que carece de maiores investigações para a devida interpretação ambiental

O padrão sedimentar de fundo, predominantemente arenoso junto à foz sugere influência das forças de maré. Observando o teor de lama dos sedimentos de fundo (Fig. 2), nota-se que em geral o interior do estuário possui teores de lama superiores a 30%, em alguns trechos atingindo 100%, contribuindo para uma boa penetração do sinal sísmico de alta resolução, que possui baixa penetração em sedimentos arenosos.

Foi possível reconhecer e classificar o sinal sísmico em três ecocaráteres, que foram por sua vez subdivididos conforme as características da assinatura sísmica.

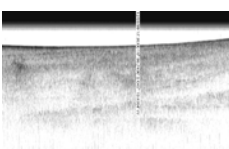
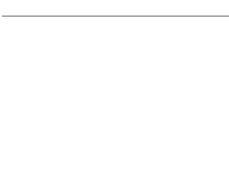
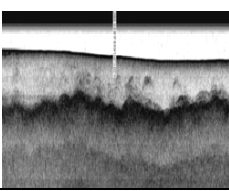
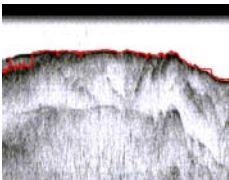
-Ecocaráter tipo 1 (EC1) se caracteriza pela alta reflexão da superfície de fundo, baixa penetração do sinal acústico.

-Ecocaráter tipo 2 (EC2) foi distinguido pela alta penetração e presença de refletores subsuperficiais

-Ecocaráter tipo 3 (EC3), caracterizado pela alta penetração e limitada por refletores subsuperficiais de alta reflexão, de geometria irregular/hiperbólica

Tabela 1 – Subtipos de ecocaráter e descrição sintética

EC1 a		Refletor superficial de alta reflexão, sem marcas de fundo.
EC1 b		refletor superficial de alta reflexão, com marcas de fundo
EC1 c		refletor superficial de alta reflexão, com/sem marcas de fundo, presença de refletores subsuperficiais de alta reflexão e embasamento acústico plano próximo ao fundo

EC2 a		refletor superficial baixa reflexão, alta penetração, refletores subsuperficiais e embasamento acústico ausente ou de baixa reflexão
EC2 b		Refletor superficial de alta reflexão. Alta penetração. Refletores subsuperficiais planos/inclinados e de baixa reflexão seguido por um embasamento acústico de geometria irregular e de alta reflexão
EC2 c		refletor superficial plano de alta reflexão, refletores internos e/ou estruturas difusas de gás, com o embasamento acústico plano/irregular de alta reflexão
EC3		Refletor superficial de baixa reflexão. Alta penetração. Seguido de embasamento acústico com geometria irregulares/hiperbólicos

associados ao setor próximo a confluência dos rios e a foz do estuário respectivamente.

No Rio Piraquê-mirim predomina, junto a confluência o EC2c, a montante, aparecem ecocaráteres EC3 e EC1a, onde a penetração em sedimento lamo-arenoso a lamoso é limitada pela geologia.

No Rio Piraquê-açu predomina a EC1c em quase toda a sua extensão, as exceções estão próximo a confluência, onde surgem EC1a e EC2c, próximo a confluência e EC2c a montante do rio, interrompendo um trecho de EC1c. O setor de registro de EC1c é interrompido em pequenos trechos, onde há proximidade com o embasamento ou com os tabuleiros costeiros por ecocaráter EC2a e EC3.

**Conclusões**

Foram identificados sete padrões de ecocaráteres. A distribuição espacial destes permite dividir o sistema estuarino em três áreas distintas que se distinguem pela predominância de um tipo de ecocaráter e tipo de fundo (quanto ao teor de lama) dominante. Estas características podem ser associadas a distintos processos sedimentares atuantes no estuário: i) A entrada do sistema estuarino, onde predomina o fundo arenoso e a baixa penetração do sinal; ii) A zona de confluência, onde predomina sedimentos areno-lamosos a lamo-arenosos e padrão de reflexão influenciado pelo sedimento de fundo e pela geologia; iii) Os braços Piraquê-açu e Piraquê-Mirim de predomínio de fundo areno-lamoso a lamoso e ecocaráter com penetração influenciada pelo teor de lama e pela geologia e refletores subsuperficiais.

A variação no grau de penetração do sinal sísmico foi condicionada pelo sedimento de fundo do estuário, havendo maior penetração nas áreas de teor de lama superior a 30%, sendo maiores quanto maior for o teor de lama. Contudo, a penetração do sinal, bem como os aspectos dos ecocaráteres (penetração e geometria de refletores) foi condicionada pela morfologia/geologia do estuário, que apresentou afloramentos rochosos e depósitos limitados por sedimentos terciários da Formação Barreiras por vezes presentes em contato direto com as águas estuarinas.

De forma sintética, os ecocaráteres (EC) podem ser descritos da seguinte forma.

A distribuição espacial dos ecocaráteres permite reconhecer um padrão de baixa penetração junto à foz do estuário. E as maiores penetrações do sinal onde há as maiores concentrações de material fino. No Rio Piraquê-mirim é próximo a confluência, e no Piraquê-açu a montante do rio. (Fig. 4)

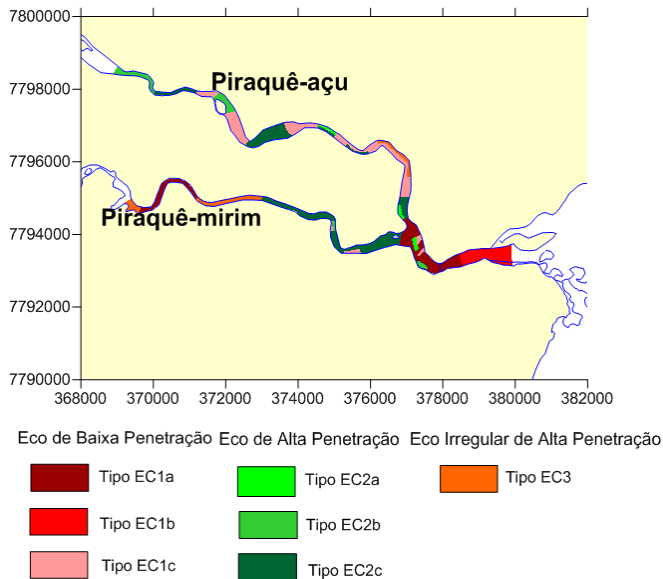


Figura 4: Distribuição dos ecocaráteres.

Isso permite reconhecer três regiões dentro do sistema estuarino:

Da confluência até a foz predomina o EC1, associado, basicamente, a fundo arenoso, sendo o EC1a e EC1b

Ecocaráter	Característica de fundo
EC1a	Arenoso, com baixo teor de lama
EC1b	Arenoso
EC1c	Areia-lamoso/ lamo-arenoso
EC2a	Lamo-arenoso
EC2b	Lamo-arenoso
EC2c	Lamoso / Lamo-arenoso
EC3	Areno-lamoso associado a fundo rochoso

## Agradecimentos

Ao CNPQ, pelo financiamento do Projeto Casadinho *PROCESSOS GEOQUÍMICOS, SEDIMENTARES E MODELAGEM EM ESTUÁRIOS COM MÚLTIPLOS USOS DO SEU ENTORNO* (uma associação entre os programas de pós-graduação da Oceanografia Ambiental/UFES e Geoquímica/UFF). O trabalho é parte integrante do Projeto Casadinho.

## Referências

BELO, Wellington Ceccopieri ; Dias, Gilberto T.M. ; DIAS, Marcelo Sperle . O fundo marinho da baía da Ilha Grande, RJ: o relevo submarino e a sedimentação no canal central. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 20, p. 5-15, 2003.

BLOTT, S. J.; PYE, K. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surface Processes and Landforms**, 26: 1237-1248. 2001

CATANZARO, L. F. ; BAPTISTA NETO, J. A. ; GUIMARAES, M. S. D. ; SILVA, Cleverson Guizan . Distinctive sedimentary processes in Guanabara Bay - SE/Brazil, based on the analysis of echo-character (7.0 kHz). **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 69-83, 2004

DALRYMPLE, R. W.; ZAITLIN, B. A.; BOYD, R. Estuarine Facies Models: conceptual basis and stratigraphic implications. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 62, n.6, p. 1130-1146, 1992.

DAMUTH, J.E. Echo character of western equatorial Atlantic floor and its relationship to the dispersal and the distribution of the terrigenous sediments. **Mar. Geol.** 18:17–45. 1975

GARCÍA-GARCÍA, A.; GARCÍA-GIL, S.; VILAS, F. Echo Characters and recent sedimentary processes as indicated by high-resolution sub-bottom profiling in Ría de Vigo (NW Spain). **Geo-Mar Lett**, v. 24, p. 32-45, 2004

MARTIN, L., et al. 1997. **Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo**. CPRM, 112 p.

QUARESMA, V.S.; DIAS, G.T.M.; BAPTISTA NETO, J.A.. Caracterização da ocorrência de padrões de sonar de varredura lateral e sísmica de alta frequência (3,5 e 7,0 kHz) na porção sul da Baía de Guanabara – RJ. **Revista Brasileira de Geofísica**, 18(2): 201–214. 2001

SOUZA, L. A. P. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. Tese (Doutorado em Oceanografia Química e Geológica) – Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

VERONEZ JUNIOR, P; BASTOS, A.C.; PIZZIN, B.F.; GAVA, R.D.; QUARESMA, V.S.; SILVA, C.G. Sonar de Varredura Lateral e Sísmica de Alta Resolução Aplicados no Estudo de Ecofácies na Baía de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Geofísica**, 27(3): 411-425. 2009