



## Caracterização de ecofacies na margem continental norte-brasileira

Arthur Ayres Neto<sup>1</sup>, Livia Falcão<sup>1</sup> & Pedro Jonas Teixeira Amaral<sup>1</sup>, 1 - Departamento de Geologia - LAGEMAR - UFF

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.*

### Abstract

The present work describes the results from the compilation of geological and geophysical informations, associated to the acquisition of new high-resolution seismic data, in order to identify the actual knowledge about the geology of the northern Brazilian continental margin. The results show that the known superficial distribution of sediments does not reflect the diversity of echo-characters observed on sub-bottom profiler data, suggesting that these are also sensitive to the geological processes acting during sedimentation.

### Introdução

Segundo Palma (1979), a Plataforma Continental Amazônica é a parte mais larga da margem continental brasileira, com uma largura média que varia de 133 km no extremo norte da área, para 330 km em frente à foz do Amazonas. A declividade tende a diminuir com o aumento da largura, sendo de 1:1267 no cabo Orange para 1:3143 na foz do Amazonas. A profundidade da quebra da plataforma na foz e no Cabo Orange encontra-se a 105 m. Figueiredo et al. (1972) aponta que a área é o palco de encontro de grandes agentes modificadores da natureza, como a descarga do rio Amazonas, as correntes de maré, a Corrente Norte Brasileira e os ventos Alíseos.

Em estudos realizados por Sternberg et al. (1996) na área do prodelta (65m de profundidade), a principal fonte de sedimentos parece ser a migração das lamas fluidas. A dinâmica sedimentar da Plataforma Continental Amazônica é controlada pela descarga fluvial do rio Amazonas, pela circulação estuarina e pela dinâmica das marés. A concentração de sedimentos em suspensão na zona de turbidez máxima (ZTM) é muito alta, podendo formar lamas fluidas (Jaeger & Nittrouer, 1995). Apesar de a área total ocupada por estas lamas variar sazonalmente, elas costumam ocorrer na foz do Rio e ao norte do banco do Cabo Norte.

O presente trabalho tem como principal finalidade levantar o estado-da-arte do conhecimento sobre as características geológicas do fundo marinho nas regiões da plataforma e talude continentais ao largo da foz do Rio Amazonas baseado em registros sísmicos de alta resolução. Este estudo foi realizado principalmente a

partir da compilação dos trabalhos realizados por Damuth (1975), Ayres Neto (1994), Costa (1997) e Grossmann (2002), trabalhos que investigaram a geologia do fundo marinho da região através da análise de registros de sísmica de alta resolução (SBP).

Damuth (1975) realizou trabalhos em escala regional, pioneiros na região, quando mapeou diferentes tipos de eco-facies e as relacionou com as características dos sedimentos que compõem o fundo marinho. Este trabalho mostrou uma distribuição bastante diversa de sedimentos do fundo marinho, principalmente na região do talude continental, tendo sido realizado em escala regional não permitindo, porém, a identificação de variações locais na distribuição superficial dos sedimentos.

Para a avaliação da região do talude continental foram utilizados dados sísmicos de alta resolução inéditos adquiridos em 2000. As eco-facies identificadas foram correlacionadas com o mapa sedimentológico da região segundo REMAC (1979).

### Metodologia

A metodologia deste estudo foi dividida em 3 etapas. Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as relações existentes entre o comportamento de ecocarateres e processos sedimentares atuantes na região da foz do Rio Amazonas, baseados em estudos de sísmica de reflexão monocanal. A segunda etapa consistiu no mapeamento dos ecocarateres a partir de 397,8 km de linhas sísmicas (figura 1) de alta resolução, adquiridas na área em 2000 com o equipamento "Chirp III", operado em frequências de 3,5 kHz e pulsos de 5 msec. A última etapa compreendeu a interpretação integrada dos dados geofísicos e geológicos, e a confecção do Mapa de Distribuição das Ecofacies abrangendo a região de talude e a plataforma continental.

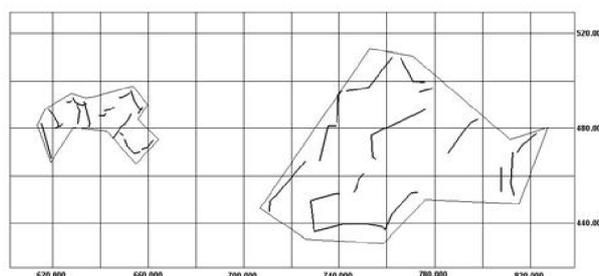


Figura 1 – Mapa de posicionamento das linhas sísmicas Chirp III.

Também foram utilizados os dados da distribuição das ecofacies de Costa (1997) e Grossmann (2002), para mapear os padrões dos ecos na região da plataforma continental.

A interpretação das linhas sísmicas foi realizada no laboratório de informática do Lagamar – UFF. Inicialmente, através do programa “Geosoft”, foi realizada a conversão das coordenadas geográficas para UTM. Posteriormente, utilizou-se o programa de visualização de linhas sísmicas “Kingdom”. A metodologia de interpretação adotada foi baseada nos trabalhos de Damuth (1975) sobre os tipos de eco-caráteres da margem atlântica equatorial.

Os equipamentos utilizados operam em frequências elevadas, o que permite uma resolução submétrica dos refletores em subsuperfície em detrimento de uma maior penetração, que em condições ideais em sedimentos lamosos, pode atingir mais de 50 metros.

As ecofacies são o resultado da interação do sinal sísmico com os sedimentos de fundo, em função do tipo de sedimento, estruturação interna e topografia do fundo do mar, refletindo os processos sedimentares de deposição / erosão ativos na região.

**Resultados**

**Plataforma Continental**

Os padrões dos eco-caráteres na região da plataforma continental foram definidos a partir de comparações dos trabalhos de Costa (1997) e Grossmann (2002). Estes foram avaliados, relacionando a distribuição geográfica dos ecos de ambos os trabalhos, que mostraram concordância em relação ao tipo de eco e sua distribuição. Devido à maior abrangência geográfica do trabalho de Costa (1997), este foi utilizado como base para a classificação e distribuição do caráter dos ecos na região da plataforma continental (figura 2).

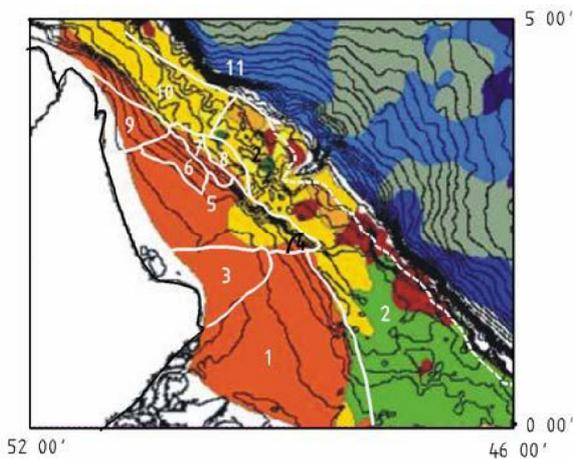


Figura 2 - Mapa de distribuição dos eco-caráteres (segundo Costa, 1997) e sua correlação com a cobertura sedimentar do fundo marinho (segundo REMAC (1979) e batimetria na região da plataforma.

Para a correlação entre os eco-caráteres e o sedimento de fundo por Costa (1997) e Grossmann (2002), foram utilizados os testemunhos coletados durante o projeto Amassed e Cruzeiro M-52 do navio de pesquisa alemão Meteor, respectivamente.

De forma geral, segundo Costa (1997), um tipo de eco com caráter penetrante e refletores em subsuperfície domina toda a plataforma interna a média até a foz do rio Pará. Um outro eco-caráter, altamente refletivo e sem refletores em subsuperfície, ocorre na plataforma externa e em toda a porção a sul do rio Pará, áreas onde a cobertura sedimentar é composta por areias marinhas relacionadas às oscilações topográficas da superfície de fundo.

**Talude continental**

A interpretação e correlação das linhas sísmicas localizada na área da figura 3 situado no talude e sopé continental, apresentou um padrão de ecos com características semelhantes aos observados na região da plataforma continental. No total foram descritas oito ecofacies, considerando-se a quantidade de refletores, a impedância acústica do assoalho e a profundidade de penetração do sinal sísmico. Em função da ausência de amostras deste estudo, a correlação dos eco-caráteres com a sedimentação do fundo marinho (figura 3) foi realizada comparando-se a distribuição dos ecos com o mapa de sedimentos de REMAC(1979).

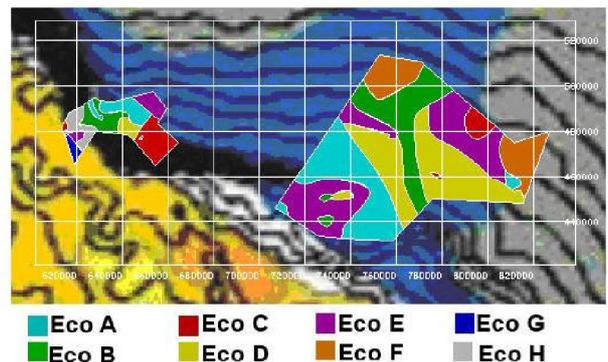


Figura 3 - Mapa de ocorrência das ecofacies na região do talude continental.

A primeira ecofacies (eco A) é caracterizada pela presença de refletores fortes e pouco definidos, com profundidades de penetração do sinal variando de 7,5 m a 13 m (figuras 3 e 4).

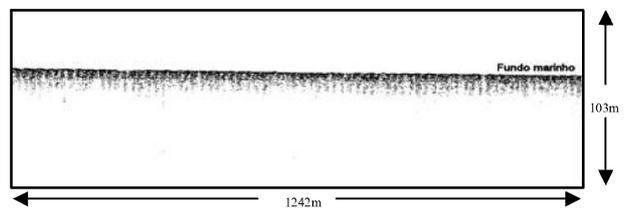


Figura 4 - Eco fácies do Tipo A encontrada no talude.

A segunda ecofácies (eco B) é caracterizada pela presença de hipérbolos, que estão associadas a irregularidades do fundo marinho, sem refletores definidos (figuras 3 e 5), provavelmente devido a movimentos de massa submarinos. A amplitude de penetração do sinal vai de 13 m a 22,5 m.

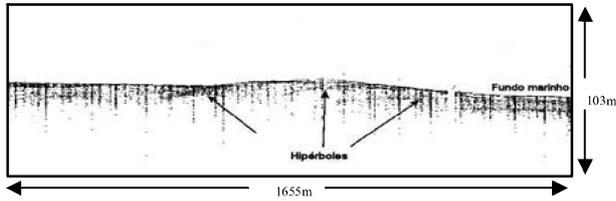


Figura 5 - Eco fácies do Tipo B encontrada no talude.

O eco do Tipo C apresenta como principal característica uma espessa seqüência de refletores sísmicos sub-paralelos entre si e ao fundo marinho em subsuperfície (figuras 3 e 6). A área é essencialmente lamosa e ausência de eventos de erosão ou movimentação de sedimentos.

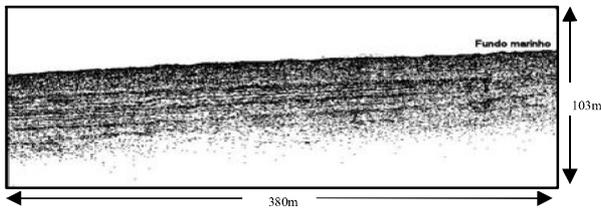


Figura 6 - Eco fácies do Tipo C encontrada no talude.

O eco D é caracterizado pela presença de uma camada transparente logo abaixo da superfície do fundo marinho, que sugere a presença de sedimentos arenosos, seguida por um forte refletor contínuo lateralmente, situado a uma profundidade entre 8 m e 9 m e que funciona como embasamento acústico (figuras 3 e 7).

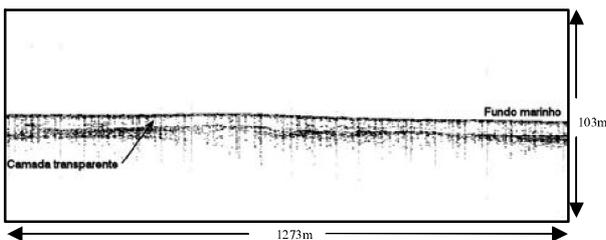


Figura 7 - Eco fácies do Tipo D encontrada no talude.

A quinta ecofácies (eco E) identificada nos registros sísmicos é caracterizada pela presença de dois refletores sísmicos de forte amplitude, plano-paralelos entre si e ao fundo marinho, regulares e contínuos (figuras 3 e 8). Atingem profundidades, respectivamente, de 5,25 m e 9 m. Este eco assemelha-se ao eco C, porém com menor

penetração do sinal sísmico, indicando sedimentação lamosa, sendo observado de forma dispersa e sem controle batimétrico nas duas áreas mapeadas.

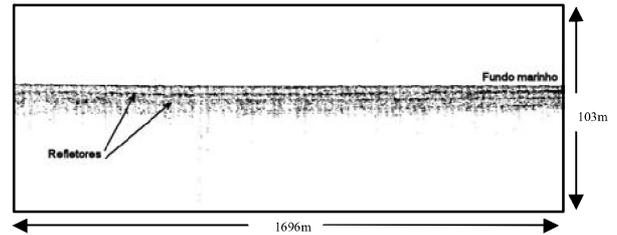


Figura 8 - Eco fácies do Tipo E encontrada no talude.

A ecofácies do Tipo F é caracterizada pela ausência de refletores sísmicos subsuperficiais e fundo marinho pouco definido. Apenas na camada mais superficial é possível visualizar a presença do sinal sísmico, com uma pequena espessura chegando, no máximo, a 1,5 m (figuras 3 e 9).

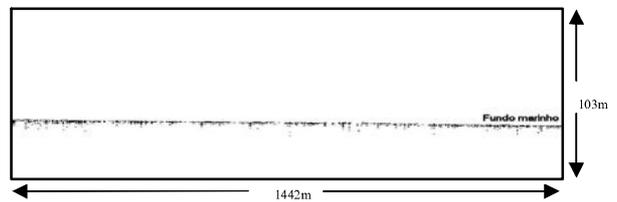


Figura 9 - Eco fácies do Tipo F encontrada no talude.

A ecofácies do Tipo G é muito semelhante à do Tipo F. A principal diferença é que esta última mostra uma maior penetração do sinal sísmico, da ordem de 3 m a 5 m. Sua ocorrência é extremamente restrita, sendo observada exclusivamente na região oeste em áreas rasa, acima da isóbata de 120 m (figuras 3 e 10).

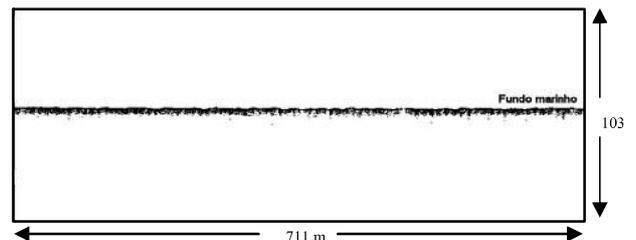


Figura 10 - Eco fácies do Tipo G encontrada no talude.

A ecofácies do Tipo H é caracterizada por uma camada relativamente espessa de refletores sísmicos, plano-paralelos entre si e ao fundo marinho. Esta ecofácies apresenta eventuais ausências do sinal que podem indicar uma provável presença de gás de origem biogênica nos sedimentos de fundo (figuras 3 e 11).

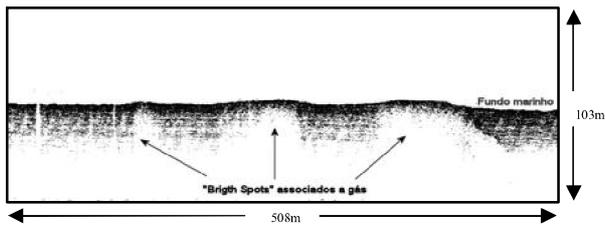


Figura 11 - Eco fâcies do Tipo H encontrada no talude.

### Discussão e Conclusões

No trabalho de Damuth (1975), a descrição dos ecocarâteres ao longo da plataforma continental ficou restrita a apenas um tipo. Em contrapartida, ao analisarmos os dados apresentados por Costa (1997) e Grossmann (2002), observa-se uma grande variação nos padrões das ecofácies por toda a plataforma continental. Essa diferença deve-se principalmente ao número de amostras coletadas e à escala dos levantamentos, regional e semi-regional. A marcante compatibilidade entre os trabalhos de Costa (1997) e Grossmann (2002) corrobora a diversidade de ecofácies presente na região da plataforma continental amazônica, apresentando assim uma figura mais próxima da realidade de um ambiente deltáico e dinâmico.

Da mesma forma, a interpretação dos dados sísmicos de alta resolução adquiridos em 2000 na região do talude continental, mostrou a mesma diversidade de ecofácies quando comparada ao trabalho de Damuth (1975) na mesma região. No entanto, observa-se que todos os ecos descritos, com exceção dos ecos F e G, apresentam características acústicas que indicam sedimentação lamosa. Esse fato está de acordo com o mapa de distribuição superficial de sedimentos apresentados por REMAC (1979) onde observa-se que toda região de talude e sopé continental é dominada por sedimentos lamosos. A ecofácies do tipo F estaria relacionada a sedimentos arenosos de beira de plataforma. Já a do tipo G também estaria associada a sedimentos arenosos, mas com sua gênese associada a correntes de turbidez e/ou movimentos de massa, principais mecanismos de transporte de sedimentos grosseiros em direção as partes mais profundas do oceano.

O que se pode concluir a partir dos resultados desta pesquisa é que a geologia do fundo marinho na região do delta do rio Amazonas, assim como nos trechos de plataforma e talude continental adjacente, é mais complexa do que se imaginava. Essa complexidade estaria refletida mais nos processos geológicos atuantes na região do que nas características físicas dos sedimentos propriamente ditas. Outro item importante é o reconhecimento de que as ecofácies refletem não somente a geologia do fundo marinho, mas também os processos sedimentares que estavam atuando durante a deposição do material.

### Referências

- Ayres Neto, A. 1994. Avaliação das condições de estabilidade de fundo marinho na região do delta submarino do rio Amazonas. Universidade Federal Fluminense, Dissertação de mestrado, 82pp.
- Costa, E. A. (1997) - Caracterização de Ecofácies e Processos Sedimentares da Plataforma Continental Amazônica. Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ. p. 23-35 (Dissertação de Mestrado).
- Damuth, J. E. (1975) - Echo Character of the Western Equatorial Atlantic Floor and its Relationship to the Dispersal and Distribution of Terrigenous Sediments. *Marine Geology*, n.18, p.17-45.
- Figueiredo Jr., A. G., Nittrouer, C.A., Costa, E. A. 1996. Gas-charged sediments in the Amazon submarine Delta. *Geo-Marine Letters*, v.16, p.31-35.
- Figueiredo, A. G., Gamboa, L. A. P., Gorini, M. A., Alves, E. C. 1972. Natureza da sedimentação atual do Rio Amazonas testemunhos e geomorfologia submarina, canyon Amazonas testemunhos submarinos. *Anais XXVI Cong. Bras. De Geologia*, v.2, p.51-56.
- Grossmann, G. S. (2002) - Processamento e Interpretação de Dados Sísmicos de Parasound no Delta Submarino do Amazonas. Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói – RJ. p. 4-14 (Dissertação de Mestrado).
- Jaeger, J. M. & Nittrouer, C. A. 1995. Tidal controls on the formation of fine-scale sedimentary strata near the Amazon River mouth. *Marine Geology*, v.125, 259-281.
- Palma, J. J. J. (1979) - Geomorfologia da Plataforma Continental Norte Brasileira. *Serie Projeto Remac*, v.7, p. 25-51
- Quaresma, V. S., Dias, G. T. M. & Baptista Neto, J. A. (2000) - 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. *Rev. Bras. Geof.*, Ago 2000, vol.18, no.2, p.201-214. ISSN 0102-261X
- REMAC, 1979 – Margem continental norte – mapa faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma, e da sedimentação quaternária no oceano profundo. Rio de Janeiro, PETROBRAS, CENPES, DINTEP, série projeto REMAC no. 8.
- Sternberg, R. W., Cacchione, D. A., Paulson, B., Kineke, G. C., Drake, D. E. 1996. *Continental Shelf Research*, v.16(5/6), p.697-715