

CARACTERIZAÇÃO DE ECOFÁCIES NA MARGEM CONTINENTAL NORTE BRASILEIRA – ESTADO DO CONHECIMENTO

Arthur Ayres Neto, Lívia Carvalho Falcão e Pedro Jonas Teixeira Amaral

Recebido em 30 novembro, 2007 / Aceito em 21 julho, 2008
Received on November 30, 2007 / Accepted on July 21, 2008

ABSTRACT. The present work describes the results from the compilation of geological and geophysical data, 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.

Keywords: echo-character; marine geology; sub-bottom profiling.

RESUMO. O presente trabalho descreve os resultados da compilação de dados geológicos e geofísicos, realizados na margem continental norte brasileira, publicados em artigos científicos e dissertações de mestrado, associados à aquisição de novos dados sísmicos de alta resolução, a fim de avaliar o estado-da-arte do conhecimento geológico da região em termos de ecofácies e sua relação com a geologia do fundo marinho. Os resultados mostram que os mapas de distribuição superficial dos sedimentos da região, não refletem com precisão a diversidade de ecofácies observadas nos registros de *sub-bottom profiler*, tanto na plataforma como no talude continental. Este fato indica que os processos geológicos atuantes durante a deposição do sedimento, que lhes confeririam características físicas particulares independente do tipo de sedimento, estariam também refletidos nessa diversidade de ecofácies.

Palavras-chave: ecofácies; geologia marinha; perfilagem de subfundo.

INTRODUÇÃO

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. Este estudo foi realizado, principalmente, a partir da compilação dos trabalhos realizados por Damuth (1975), Ayres Neto (1994), Costa (1997) e Grossmann (2002), 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 ecofácies e as relacionou com as características dos sedimentos que compõem o fundo marinho. Este trabalho mostrou uma distribuição bastante diversa de sedimentos, principalmente na região do talude continental. O projeto REMAC, realizado no final dos anos 1970, levantou, de forma sistemática, as características morfológicas e sedimentológicas de todo o litoral brasileiro e mostrou grande diversidade no material do fundo marinho, na margem norte brasileira. No entanto, ambos os trabalhos foram realizados em escala regional, não permitindo a identificação de variações locais na distribuição superficial dos sedimentos.

Trabalhos mais recentes (Ayres Neto, 1994; Costa, 1997; Grossmann, 2002), realizados em conjunto com outras instituições de pesquisa nacionais e internacionais, mostraram com mais detalhes a variação da cobertura sedimentar na região da plataforma continental a partir de dados sísmicos de 3,5 kHz e amostras de *piston-core* e *box-core*.

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

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende grande parte da margem continental norte-brasileira e é delimitada por um polígono cujos limites são definidos pelas latitudes 0° e 5° N e as longitudes 46°W e 52°W.

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 e 1:3143 na foz do Amazonas. A profundidade da quebra da plataforma, entre a foz do rio Amazonas e o Cabo Orange,

encontra-se a 105 m. Figueiredo et al. (1972) apontam 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 alísios.

Geologicamente, a área de estudo está situada na bacia da foz do Amazonas, cuja formação ocorreu a partir da abertura do oceano Atlântico e com a conseqüente reversão para oeste da drenagem do Amazonas, devido à elevação dos Andes. A área de sedimentação da bacia chega a 360.000 km², estendendo-se da plataforma continental (200.000 km²) ao cone profundo do Amazonas (160.000 km²).

Dois conjuntos de seqüências compõem a estratigrafia da bacia da foz do Amazonas. Na seqüência *riff* são característicos acúmulos de siliclásticos em grandes *grabens* que apresentam tafrogenia de duas ocasiões distintas: no Triássico (associação à abertura do Atlântico Norte) e no Aptiano-Albiano (120 Ma – *riff* precursor do oceano Atlântico Sul). A seqüência *riff* compreende as formações Calçoene e Caciporé (Brandão, 1990; Brandão & Feijó, 1994). Já as formações Limoeiro, Marajó, Amapá, Travosas e o grupo Pará compõem as seqüências de margem passiva, que vão do Cretáceo Superior até o Quaternário e abrangem siliclásticos finos transgressivos, arenitos e folhelhos progradantes do Cretáceo Superior, siliclásticos e carbonatos do Terciário, e siliclásticos finos progradantes do Quaternário (Schaller, 1971; Brandão, 1990; Brandão & Feijó, 1994).

Sua porção superior compreende o grupo Pará, com idade do Mioceno Médio Superior ao Recente. A sedimentação é caracterizada por areias finas e argilitos cinzas, passando a folhelhos e siltitos cinzas (Fm. Pirarucu), recobertos por areias grossas que gradam para uma associação de areias finas e grossas (Fm. Tucunaré).

O grupo Pará se acunha em direção à costa, e afina-se lentamente em direção a águas profundas (Ayres Neto, 1994). Seu depocentro principal localiza-se em frente à plataforma carbonática, e sua ocorrência estende-se sobre os Estados do Amapá e do Pará, extrapolando os limites da bacia da foz do Amazonas. O ambiente de deposição consiste em um sistema clástico terrígeno de sedimentação de plataforma e talude, visivelmente representado pelo leque submarino denominado Cone do Amazonas.

Fisiograficamente, a bacia da foz do Amazonas está dividida em plataforma continental, até a cota batimétrica de 200 m, e no cone do Amazonas, que se estende até aproximadamente 4500 m (Damuth, 1975), correspondendo em média a 45% da área total da bacia. A plataforma continental se destaca como a mais larga dentre as plataformas da margem continental brasileira,

com uma largura média que varia de 133 km, no extremo norte da área, a 330 km, em frente à foz do Amazonas (Palma, 1979).

A planície deltáica do Amazonas estende-se da linha de costa a isóbata de 40 m e possui estratos primariamente de sedimentos lamosos com intercadas arenosas. Sua frente deltáica está situada entre as isóbatas de 40 e 60 m e é a porção mais íngreme do delta submarino, com estratos convergindo em direção ao mar. O prodelta vai da base da frente deltáica até a plataforma externa, tem uma superfície de baixo gradiente e seus estratos formam uma camada fina de lama recobrimo a superfície da camada transgressiva de areia (Nittrouer et al., 1988).

Em estudos realizados por Sternberg et al. (1996), na área do prodelta (65 m 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 da área total ocupada por estas lamas variar sazonalmente, elas costumam ocorrer na foz do rio e ao norte do banco do Cabo Norte.

A distribuição superficial dos sedimentos, a noroeste da foz do rio Pará, é marcada pela presença de sedimentos terrígenos, compostos por lama na plataforma interna, passando a areias na plataforma externa. Sedimentos carbonáticos ocorrem restritos à plataforma externa e se concentram em frente à foz do rio Amazonas. A noroeste do cânion do Amazonas, as fácies carbonáticas são bem esparsas, predominando as que estão associadas a sedimentos terrígenos. Nas proximidades do cânion, ocorrem ainda recifes algais pouco desenvolvidos. Já na borda da plataforma, a partir do Cabo Orange até as proximidades da margem direita do cânion, aparecem oólitos em quantidades significativas (Milliman et al., 1975).

METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi dividida em 3 etapas. Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as relações existentes entre o comportamento de ecocaráteres e os processos sedimentares atuantes na região da foz do rio Amazonas. Eles foram baseados em estudos de sísmica de reflexão monocal, principalmente nos trabalhos de distribuição das ecofácies de Costa (1997) e Grossmann (2002), os quais mapearam os padrões dos ecos na região da plataforma continental. A segunda etapa consistiu no mapeamento dos ecocaráteres, a partir de 397,8 km de linhas sísmicas (Fig. 1) de alta resolução,

adquiridas na área em 2001 com o equipamento "Chirp III", operado em frequências de 3,5 kHz e pulsos de 5 ms. A última etapa compreendeu a interpretação integrada dos dados geofísicos e geológicos, e a confecção do Mapa de Distribuição das Ecofácies, abrangendo a região de talude e de plataforma continental.

A interpretação das linhas sísmicas foi realizada no laboratório de informática do Lagemar – UFF. Inicialmente, através do programa Geosoft, foi realizada a conversão das coordenadas geográficas para UTM. Posteriormente, os ecocaráteres foram interpretados utilizando o programa de visualização de linhas sísmicas Kingdom. A metodologia de interpretação adotada foi baseada nos trabalhos de Damuth (1975) sobre os tipos de ecocaráteres da margem atlântica equatorial.

A sísmica de alta resolução (*sub-bottom profilers* – SBP) tem sido largamente utilizada como ferramenta em geologia marinha nas investigações dos tipos de sedimentos do fundo do mar, geomorfologia submarina e processos sedimentares (Hollister & Heezen, 1972; Damuth, 1975; Damuth & Hayes, 1977, Hong & Chen, 2000, Llave et al., 2006). Os perfiladores de subfundo 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 ecofácies 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 ecocaráteres 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 será utilizado como base para a classificação e distribuição do caráter dos ecos na região da plataforma continental (Fig. 2). Para a correlação entre os ecocaráteres 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

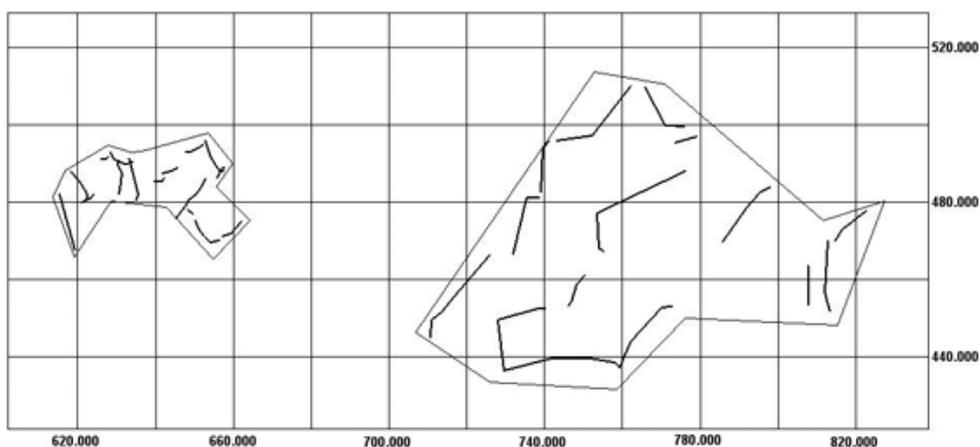


Figura 1 – Mapa de posicionamento das linhas Chirp III. Para localização regional vide Figura 2. Coordenada UTM – MC 51°W.

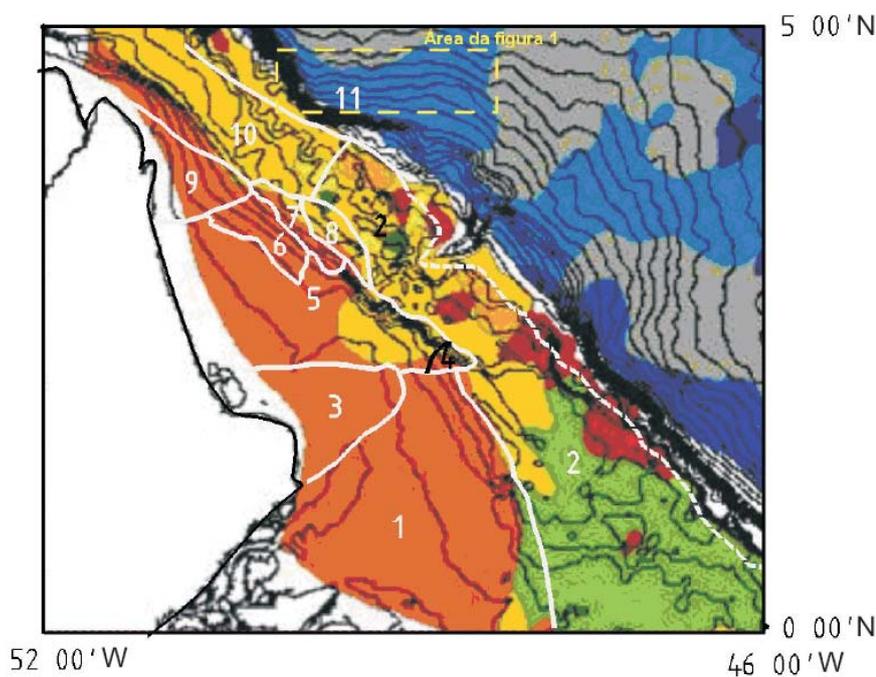


Figura 2 – Mapa de distribuição dos ecocaráteres (segundo Costa, 1997) e sua correlação com a cobertura sedimentar do fundo marinho (segundo REMAC, 1979) e batimetria na região da plataforma continental. A numeração indica os tipos de ecocaráter segundo Costa, 1997.

plataforma interna a média até a foz do rio Pará. É característico da área sob influência da sedimentação moderna promovida pelo rio Amazonas. Um outro ecocaráter, 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.

A região proximal, abrangendo planície e frente deltáica, foi classificada por Costa (1997) como “eco 1”, de caráter penetrante,

com diversos refletores em subsuperfície, contínuos, plano paralelos ou levemente divergentes em direção “offshore”. Em poucos trechos observa-se perda da continuidade lateral dos refletores, indicando a ocorrência de gás (Grossmann, 2002). De maneira geral, este eco está associado a um sedimento marcado pela intercalação de lama e silte/areia. Em profundidade, observa-se que a granulometria predominante é areia.

O “eco 2”, localizado na região intermediária e externa da plataforma continental, se apresenta altamente refletivo, sem pene-

tração e sem refletores em subsuperfície. Na região intermediária o sedimento é composto predominantemente por areia fina, apresentando-se bioturbado. Em direção a NW evidencia-se uma alternância, em profundidade, da granulometria entre silte arenoso e lama arenosa. Segundo interpretações de perfis sísmicos realizadas por Grossmann (2002), há presença de bancos de areia.

Na planície deltáica, próximo ao banco do cabo Norte, os registros obtidos foram caracterizados por um eco pouco penetrante, com um ou dois refletores em subsuperfície, às vezes descontínuos lateralmente (“eco 3”). A grande amplitude e intensidade das ondas de maré nesta região acabam por transportar os sedimentos finos, concentrando assim, os de granulometria mais grossa.

A frente deltáica foi identificada pelo “eco 4” – pouco penetrante (cerca de 15 m) e com poucos refletores em subsuperfície. Está associado a um sedimento bastante bioturbado, lamoso, que em profundidade grada para siltoso. Em direção “offshore” apresenta um caráter altamente refletivo e sem refletores em subsuperfície.

Na região intermediária da planície e frente deltáicas há evidências de intercalações de areia e lama, com laminações espessas. É caracterizada por um eco de penetração limitada à profundidade de ocorrência de um refletor forte, que atua como embasamento acústico (“eco 5”). Conta com refletores em subsuperfície, que aumentam em número na direção norte. Esta ecofácies foi dividida em porção norte e porção sul. Os sedimentos variam de silto arenosos na porção sul, a lamosos na porção norte.

O ecocaráter da porção sul da região distal, a sul do Cabo Caciporé, na planície deltáica (“eco 6”), é bastante penetrante, com diversos refletores plano paralelos, sobrepostos a uma extensa camada com gás, que ocupa quase toda a área desta ecofácies. Segundo análises de testemunhos, realizadas por Costa (1997), a granulometria predominante nesta região é lama.

Por outro lado, na frente deltáica e no prodelta da mesma região, o “eco 7” representou uma extensão, em direção “offshore”, do caráter do “eco 6”, porém com algumas diferenças: a ocorrência de gás passa a ser esparsa; há presença de um embasamento acústico discordante e de refletores inclinados em subsuperfície.

No prodelta desta região, a partir do ponto em que os refletores de subsuperfície do “eco 7” acunham contra o embasamento acústico, sendo exposto na plataforma externa, se inicia o “eco 8”. É caracterizado por uma superfície de fundo reflectiva, com irregularidades topográficas preenchidas por uma camada de sedimentos sísmicamente transparente, associada ao

complexo de bancos de areia, próximos à isóbata de 80 m, descritos por Palma (1979). Em direção “offshore”, esta camada desaparece e o eco se torna totalmente refletivo, sendo típico do “eco 2”.

Situado entre os cabos Orange e Caciporé, na região distal da planície e frente deltáica, o “eco 9” acusa a ocorrência de gás bem próximo da superfície de fundo, reduzindo a penetração do pulso sísmico. Os testemunhos analisados por Costa (1997) apresentam lama, com laminações finas e esparsas.

Em direção ao mar – prodelta e plataforma externa – o “eco 9” grada para o “eco 10”, onde a superfície de fundo é bem reflectiva, a penetração do pulso sísmico é de 10 a 20 m e os refletores são muito descontínuos lateralmente. Esta porção da plataforma continental é composta por sedimentos arenosos com biodetritos (Ivo & Figueiredo, 1995).

Na região de quebra da plataforma, a NE do “eco 10” situa-se o “eco 11”. Este apresenta-se com caráter penetrante, com refletores em subsuperfície inclinados em direção ao talude continental. Aparecem também, recifes de borda de plataforma, que se elevam a mais de 20 m do fundo adjacente. Alguns refletores aparecem truncados pela superfície de fundo como resultado, provavelmente, da atuação de correntes de fundo.

Talude continental

A interpretação e correlação das linhas sísmicas localizadas na área da Figura 1, situadas no talude e sopé continental, apresentaram padrões de ecos com características semelhantes aos observados na região da plataforma continental. No total foram descritas oito ecofácies, denominadas de A a H, 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 ecocaráteres com a sedimentação do fundo marinho (Fig. 3) foi realizada comparando-se a distribuição dos ecos com o mapa de sedimentos do REMAC (1979).

A primeira ecofácies (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 (Figs. 3 e 4). É observado principalmente na área leste e tem sua ocorrência limitada a isóbata de 1500 m.

A segunda ecofácies (eco B) é caracterizada pela presença de hipérboles, que estão associadas a irregularidades do fundo marinho, sem refletores definidos (Figs. 3 e 5). A amplitude de penetração do sinal vai de 13 m a 22,5 m. Esse eco é observado na área oeste em uma faixa de largura variando entre 6 km

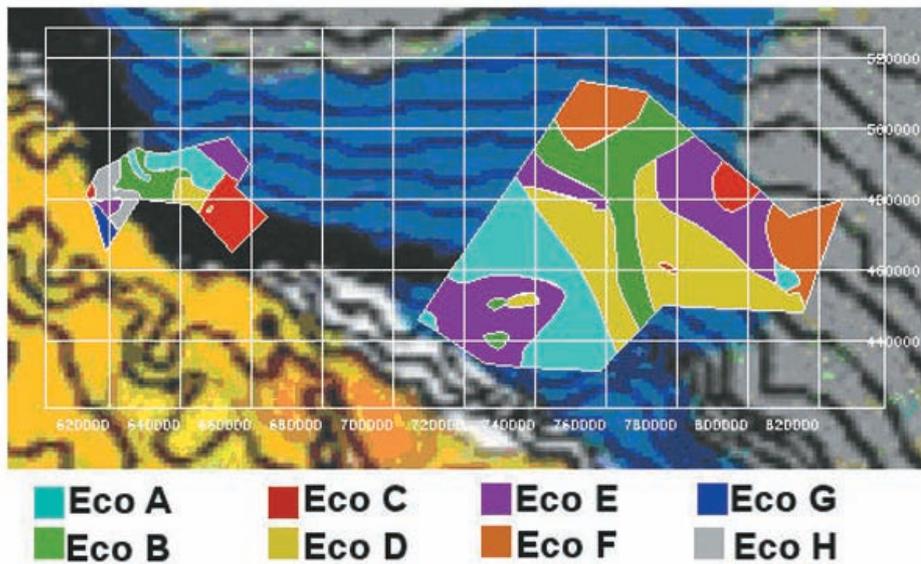


Figura 3 – Mapa de ocorrência e distribuição espacial das ecofácies na região do talude continental. Coordenada UTM – MC 51°W.

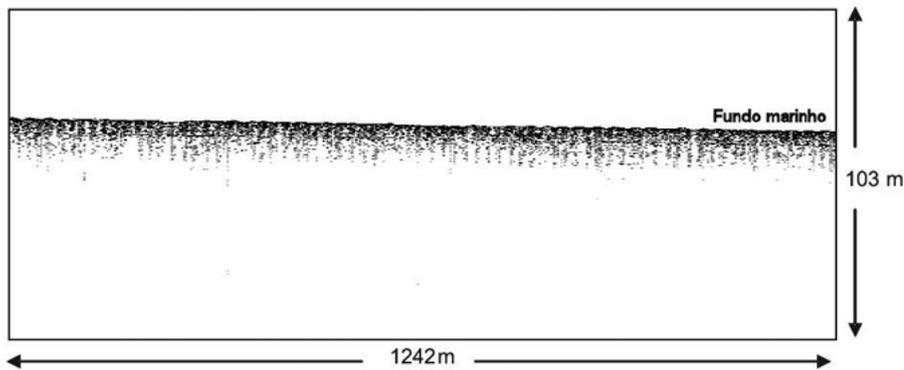


Figura 4 – Ecofácies do Tipo A encontrada no talude continental.

e 9 km, subparalela às isóbatas e entre as profundidades 200 m e 800 m e, na área leste, entre as isóbatas de 1000 m e 2000 m. Nesta última, este eco se prolonga transversalmente à orientação geral das isóbatas, em direção ao cone do Amazonas, em uma faixa de aproximadamente 12 km. As irregularidades observadas no fundo marinho, nesta região, estão provavelmente associadas a movimentos de massa submarinos, comuns nas regiões de talude continental.

O eco do Tipo C apresenta, como principal característica, uma espessa seqüência, variando entre 25 m e 45 m, de refletores sísmicos subparalelos entre si e ao fundo marinho em sub-superfície (Figs. 3 e 6). Esse conjunto de características evidencia área de sedimentação essencialmente lamosa e ausência de

eventos de erosão ou movimentação de sedimentos. É um eco de ocorrência restrita, tanto na área leste como na área oeste.

O eco D é caracterizado pela presença de uma camada transparente, logo abaixo da superfície do fundo marinho, seguida por um forte refletor contínuo lateralmente, situado a uma profundidade entre 8 m e 9 m e que funciona como embasamento acústico (Figs. 3 e 7). Esse eco é observado principalmente na área leste a partir da isóbata de 800 m. A transparência acústica observada na primeira camada sugere a presença de sedimentos arenosos na região de ocorrência desta ecofácies.

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, regula-

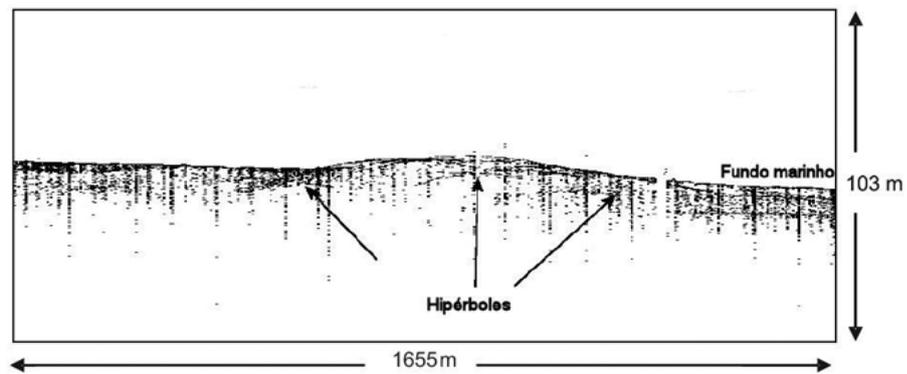


Figura 5 – Ecofácies do Tipo B encontrada no talude continental.

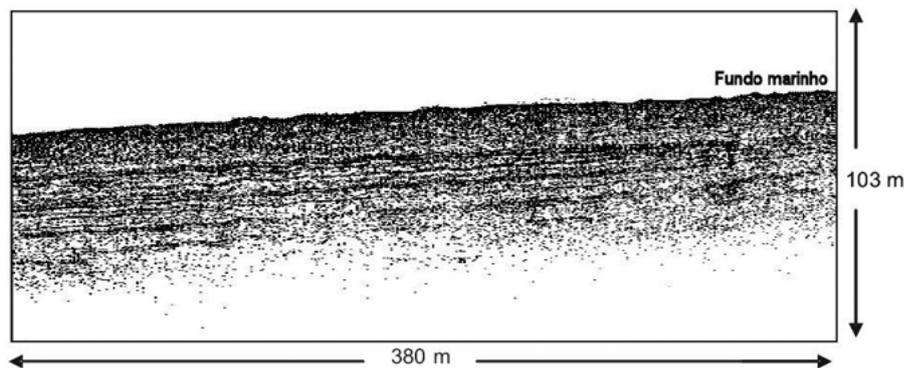


Figura 6 – Ecofácies do Tipo C encontrada no talude continental.

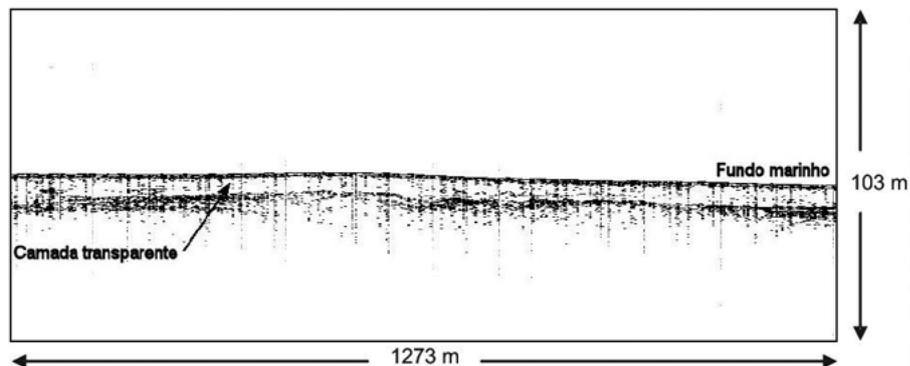


Figura 7 – Ecofácies do Tipo D encontrada no talude continental.

res e contínuos (Figs. 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.

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 (Figs. 3 e 9). A área de ocorrência

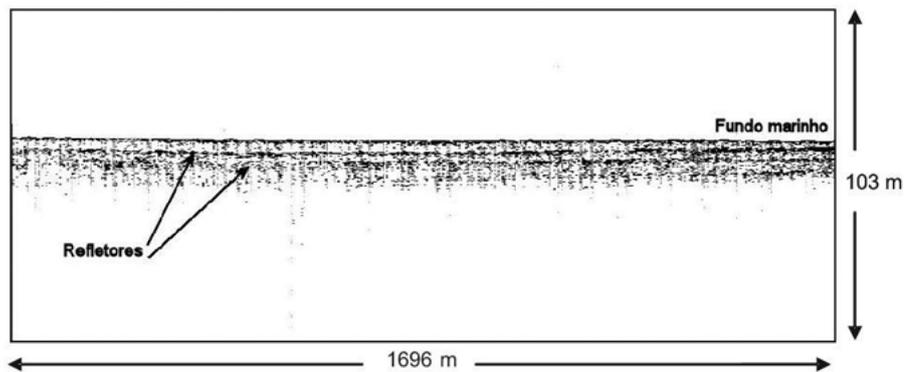


Figura 8 – Ecofácies do Tipo E encontrada no talude continental.

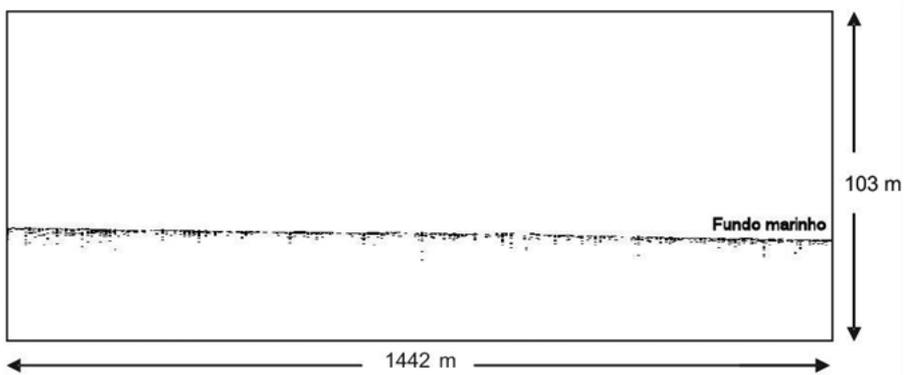


Figura 9 – Ecofácies do Tipo F encontrada no talude continental.

deste eco é bastante restrita, sendo observado exclusivamente nas partes mais distais da área leste a partir da profundidade de 1600 m.

As características acústicas das ecofácies do Tipo G são muito semelhantes às das ecofácies descritas anteriormente (Tipo F). A principal diferença é que esta última mostra uma maior penetração do sinal sísmico, da ordem de 3 m a 5 m (Figs. 3 e 10). Também de ocorrência extremamente restrita, essa ecofácies é observada exclusivamente na parte mais rasa da área oeste, acima da isóbata de 120 m.

A ecofácies do Tipo H é caracterizada por uma camada relativamente espessa de refletores sísmicos, plano-paralelos entre si e ao fundo marinho, como nos ecos Tipos C e E. No entanto, diferentemente destes dois, esta ecofácies apresenta eventuais ausências do sinal que podem indicar uma provável presença de gás de origem biogênica nos sedimentos de fundo (Figs. 3 e 11). A penetração do sinal sísmico é bastante irregular, variando entre 7,5 m a 22 m. É observado exclusivamente na região de plataforma continental externa e na parte superior do talude da área oeste.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

No trabalho de Damuth (1975), a descrição dos eco-caráteres, ao longo da plataforma continental, ficou restrita a apenas um tipo. Em contrapartida, ao analisarmos os dados apresentados por Costa (1997) e Grossmann (2002), se observa uma grande variação nos padrões das ecofácies por toda a plataforma continental. Essa diferença se deve, principalmente, ao número de amostras coletadas e à escala dos levantamentos regional e semi-regional, realizados respectivamente por Damuth (1975), Costa (1997) e Grossmann (2002). 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 configuração 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, de uma maneira geral, se observa que todos os ecos des-

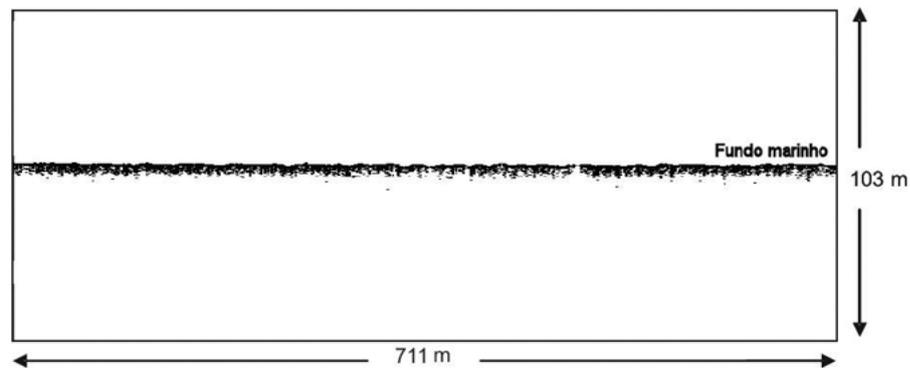


Figura 10 – Ecofácies do Tipo G encontrada no talude continental.

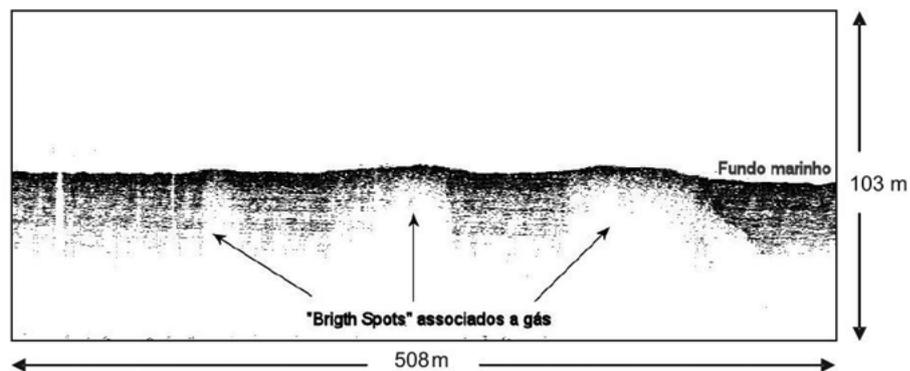


Figura 11 – Ecofácies do Tipo H encontrada no talude continental.

critos, 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 pelo REMAC (1979), onde se observa que toda a região de talude e sopé continental é dominada por sedimentos lamosos. A ecofácies do Tipo F, devido basicamente a sua área de ocorrência, estaria relacionada a sedimentos arenosos de borda de plataforma. De forma semelhante, a ecofácies do Tipo G também estaria associada a sedimentos arenosos, mas neste caso específico, esses sedimentos teriam sua gênese associada a correntes de turbidez e/ou movimentos de massa, principais mecanismos de transporte de sedimentos grossos em direção as partes mais profundas do oceano.

A partir dos resultados desta pesquisa é possível concluir 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 pro-

priamente ditas. Outro item importante é que o levantamento efetuado permite reconhecer que as ecofácies refletem não somente a geologia do fundo marinho, mas também os processos sedimentares que atuavam durante a deposição do material.

Futuros trabalhos na região devem considerar as questões acima, durante o dimensionamento da escala de levantamentos geofísicos e de coleta de amostras na região. Além disso, sugere-se que estudos sedimentológicos mais detalhados, visando principalmente a caracterização do processo de sedimentação, devem ser conduzidos nas amostras coletadas. A combinação destas ações permitirá não somente um zoneamento geológico mais detalhado da região, mas também da identificação dos processos geológicos/sedimentológicos dominantes em cada trecho.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi produzido dentro do âmbito do projeto PIATAM Oceano em cooperação com a Petrobras.

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, 82 p.
- BRANDÃO JASL. 1990. Revisão e atualização estratigráfica das bacias da Foz do Amazonas e Pará – Maranhão. Relatório interno da Petrobras. 119 p.
- BRANDÃO JASL & FEIJÓ FJ. 1994. Bacia da Foz do Amazonas. Boletim de Geociências da Petrobras, 8(1): 91–99.
- COSTA EA. 1997. Caracterização de Ecofácies e Processos Sedimentares da Plataforma Continental Amazônica. Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado, 180 p.
- DAMUTH JE. 1975. Echo Character of the Western Equatorial Atlantic Floor and its Relationship to the Dispersal and Distribution of Terrigenous Sediments. *Marine Geology*, 18: 17–45.
- DAMUTH JE & HAYES DE. 1977. Echo character of East Brazilian continental margin and its relationship to sedimentary processes. *Marine Geology*, 24: 73–95.
- FIGUEIREDO AG, GAMBOA LAP, GORINI MA & ALVES EC. 1972. Natureza da sedimentação atual do Rio Amazonas testemunhos e geomorfologia submarina, canyon Amazonas testemunhos submarinos. Anais XXVI Cong. Bras. de Geologia, 2: 51–56.
- GROSSMANN GS. 2002. Processamento e Interpretação de Dados Sísmicos de *Parasound* no Delta Submarino do Amazonas. Departamento de Geologia da Universidade Federal Fluminense – UFF. Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado, 100 p.
- HOLLISTER CD & HEEZEN BC. 1972. Geologic effects of ocean bottom currents: western North Atlantic. In: GORDON AL (Ed.). *Studies in Physical Oceanography*, 2, Gordon & Breach, New York, NY, 37–66.
- HONG E & CHEN S. 2000. Echo characters and sedimentary processes along a rifting continental margin, northeast of Taiwan. *Continental Shelf Research*, 20: 599–617.
- IVO JMF & FIGUEIREDO AG. 1995. Textura e concentração de minerais pesados dos sedimentos da Plataforma Continental do Amazonas. Anais do XI Simpósio de Sedimentologia Costeira, 237–240.
- JAEGER JM & NITTROUER CA. 1995. Tidal controls on the formation of fine-scale sedimentary strata near the Amazon River mouth. *Marine Geology*, 125: 259–281.
- LLAVE E, SCHÖNFELD J, HERNÁNDEZ-MOLINA FJ, MULDER T, SOMOZA L, DÍAZ DEL RÍO V & SÁNCHEZ-ALMAZO I. 2006. High-resolution stratigraphy of the Mediterranean outflow contourite system in the Gulf of Cadiz during the late Pleistocene: The impact of Heinrich events. *Marine Geology*, 227: 241–262.
- MILLIMAN JD, SUMMERHAYES CP & BARRETO HT. 1975. Quaternary sedimentation on the Amazon continental margin: a model. *Geological Society of American Bulletin*, 86: 610–614.
- NITTROUER CA, ALEXANDER CR, KOWSMANN RO & De MASTER DJ. 1988. High-Resolution Seismic Stratigraphy of the Amazon continental Shelf. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, Pará, 2: 466–480.
- PALMA JJC. 1979. Geomorfologia da Plataforma Continental Norte Brasileira. Série Projeto REMAC, 7: 25–51.
- REMAC. 1979. Coleção de Mapas – Mapa Faciológico dos sedimentos superficiais da plataforma e da sedimentação quaternária no oceano profundo – Margem continental Norte.
- SCHALLER H. 1971. Estratigrafia preliminar da Bacia Sedimentar da Foz do Amazonas. Anais do 25º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 189–202.
- STERNBERG RW, CACCHIONE DA, PAULSON B, KINEKE GC & DRAKE DE. 1996. Observations of sediment transport on the Amazon subaqueous delta. *Continental Shelf Research*, 16(5/6): 697–715.

NOTAS SOBRE OS AUTORES

Arthur Ayres Neto. Geólogo formado pela UFRJ e doutor em Geofísica Marinha pela Universidade de Kiel, Alemanha. Principais interesses concentram-se nas áreas de geologia e geofísica marinha aplicadas a problemas de engenharia e meio ambiente com ênfase na estabilidade de taludes submarinos.

Lívia Carvalho Falcão. Estudante de graduação em Geofísica na Universidade Federal Fluminense desde 2005. Desenvolveu em seu projeto de Iniciação Científica o estudo em questão e estagiou na Starfish Oil & Gas. Áreas de interesse: geofísica aplicada a métodos sísmicos e potenciais.

Pedro Jonas Teixeira Amaral. Estudante de graduação em Geofísica na Universidade Federal Fluminense, com interesse na área de geofísica marinha ambiental. Participou de projeto de Iniciação Científica financiado pelo CNPq.