



# Integração de dados batimétricos no Cone do Amazonas

Luiz Carlos Torres, Izabel King Jeck & Ana Angélica Ligiéro Alberoni Tavares

Diretoria de Hidrografia e Navegação – Ministério da Marinha

## ABSTRACT

**A bibliography research was conducted in order to know previous works carried out in the Amazon Fan's area with indication about its delineation extension. It was verified that a great number of researchers has proposed similar points of view about Amazon Fan's with respect to this subject. The isobath line was the main tool used in order to reach this deal and was perfect to delineate Amazon Fan's length. On the other hand, the transversal Amazon Fan's was not clearly documented and the use of isobath line does not seem so helpful in this case. This work intends to integrate the pieces of information carried out in this previous works that have had with subject Amazon Fan's delineation extension with information obtained from bathymetric data set composed by measurements collected by Brazilian Government Program to Delineation of Its Continental Margin (LEPLAC) and other bathymetric measurements from public domain like (GEODAS – GEOPhysical Data System for Marine Geophysical Data – NGDC/NOAA, versão 3) and then to propose a light of the interpretation of the results a current Amazon Fan's geomorphologic delineation extension.**

## INTRODUÇÃO

O trabalho em questão tem por objetivo apresentar uma abordagem morfológica mais atual da área do Cone do Amazonas. Pretendendo-se com este estudo delimitar a referida feição por meio da integração de informações constantes em trabalhos anteriores realizados na área de estudo, nos quais foram empregados métodos de pesquisa diversos, com as informações batimétricas contidas em um banco digital composto por dados coletadas durante as comissões LEPLAC (Programa de Levantamento da Plataforma Continental Brasileira), dados do Projeto REMAC (Reconhecimento da Margem Continental Brasileira), dados do Projeto EQUANT e dados oriundos do banco de dados GEODAS (GEOPhysical Data System for Marine Geophysical Data – NGDC/NOAA, versão 3).

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O cone do Amazonas é uma das feições mais proeminentes da margem continental brasileira. Sua origem é descrita por vários pesquisadores (Damuth & Kuman, 1975; Milliman, 1979 e Debrabant et. alli, 1997), como consequência do soerguimento da cordilheira dos Andes durante o Mioceno médio, quando a drenagem do Amazonas teve seu sentido invertido do oceano Pacífico para o Atlântico. Em paralelo com a inversão, verificou-se uma queda no nível médio do mar da ordem de 100m, possibilitando que grandes quantidades de sedimentos se depositassem além da plataforma continental. Para Flood et. alli, 1991, a formação do cone pode ser atribuída, além das flutuações do nível do mar, à bifurcação de canais e movimentos de massa de elevadas viscosidade e densidade. O embasamento sob o cone do Amazonas é de difícil interpretação devido à grande espessura de sedimentos. A margem continental na região do cone apresenta uma morfologia bastante peculiar. A plataforma dos estados do Pará e Amapá estende-se por aproximadamente 300km a partir da foz do rio Amazonas exibindo cobertura sedimentar arenosa entrecortada por numerosos canais e apresentando a sua quebra em profundidades que variam entre 90m e 120m. O talude e a elevação são alterados pelo aporte sedimentar anômalo, que atinge centenas de quilômetros off shore.

Com base em características morfológicas e acústicas o cone do Amazonas pode ser dividido em três partes. O cone superior estende-se desde a quebra da plataforma até profundidades de 3000m. O canion submarino do Amazonas é a feição mais proeminente desta parte do cone, apresentando relevo de 500m (Kumar, 1975) desde a plataforma até a profundidade de 1500m, onde dá lugar a dois canais distributários com 200m de relevo relativo (Damuth et. alli. 1988).

O cone médio estende-se da faixa de profundidades de 3800m a 4200m. Caracteriza-se pela presença de inúmeros canais distributários flanqueados por diques marginais "leaves" que se superpõem e se coalescem lateralmente. Nesta porção do cone os processos erosionais típicos de ocorrerem em talude continental não são abundantes como na porção superior, pode-se observar contudo, algumas feições erosivas resultantes da turbulência de correntes de turbidez.

O cone inferior estende-se até a profundidade de 4800m onde se junta com a planície abissal de Demedara, apresentando reduzido gradiente. Nesta região os canais apresentam-se bastante suavizados ocorrendo extensas áreas aplainadas pelos depósitos distais da sedimentação turbidítica.

A espessura sedimentar média do cone varia de 18000m (superior/médio) a 1000m no cone inferior (Damuth, 1975). As correntes de turbidez e os fluxos de sedimentos transportam sedimentos terrígenos sobre o cone do Amazonas via canais distributários. Quantidade apreciável de sedimentos finos ultrapassaram o limite do cone inferior, depositando planície na abissal. Atualmente o cone é recoberto por uma fina camada de vaza pelágica marrom, que acompanha a morfologia e denota a ausência de sedimentação terrígena desde o término da última glaciação.

## DADOS UTILIZADOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados dados batimétricos adquiridos pelas comissões LEPLAC-DHN-DELTA (DHN, 1997), LEPLAC-VI e LEPLAC-VIII. Estes dados foram adquiridos com ecobatímetro Atlas-Krupp e posicionados por GPS. São considerados dados confiáveis por seguirem um padrão de coleta uniforme e apresentarem pequenas adaptações em relação aos parâmetros internacionalmente aceitos. Perfazem cerca de 12.000 km de dados. Os dados batimétricos oriundos do GEODAS foram adquiridos em cruzeiros geofísicos, aproximadamente 120 comissões patrocinadas por diversas instituições de pesquisa, em épocas distintas, com métodos e objetivos diferentes, o que implica em uma qualidade duvidosa para os dados. A pesquisa bibliográfica proporcionou a base para a interpretação dos dados.

## METODOLOGIA APLICADA

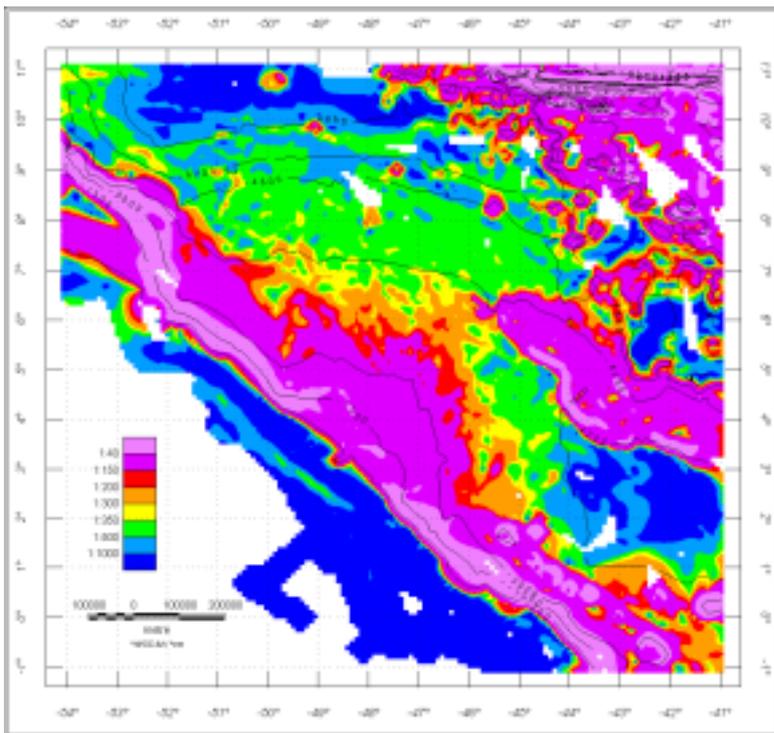
O primeiro passo foi uma pesquisa bibliográfica em estudos publicados sobre a região em questão. Foi constatada uma tendência em delimitar o cone de uma forma semelhante por todos os autores consultados. Como cada trabalho foi fruto do emprego de métodos de investigação diversos, esta heterogeneidade nos resultados era de certa forma esperada.

A batimetria apresenta-se como uma poderosa ferramenta para caracterizar a geomorfologia do leito marinho. Assim, foi criado um banco de dados batimétricos englobando todos os dados. Como abordado anteriormente, os dados oriundos do GEODAS não dispõem de qualidade confiável, foi então efetuada uma análise e depuração destes, por meio da observação dos cruzamentos de linha. Quando possível, esta comparação foi efetuada com os dados do LEPLAC, que devido às características de aquisição, são de excelente qualidade, sendo então utilizados com padrão para o banco de dados. Dessa forma foi possível se fazer uma avaliação dos dados obtidos no GEODAS e estabelecer um controle de qualidade geral para a batimetria inserida no banco de dados. Nos pontos onde ocorreram discrepâncias, as profundidades do banco de dados GEODAS eram linearmente ajustadas às profundidades coletadas no LEPLAC ou desprezadas. No caso em que os dados GEODAS apresentassem problemas, quando a recuperação não era possível, toda a linha foi descartada.

Devido a grande extensão da área de estudo os dados disponíveis não apresentavam uma padronização de distribuição espacial, e dessa forma, verificou-se uma concentração de informações na porção “oeste” da área em relação à menor concentração verificada no setor “leste”. Essa limitação apresentada pelo banco não chegou a comprometer os resultados alcançados. O banco de dados batimétrico totalizou aproximadamente 342.000 informações batimétricas, as quais foram então apresentadas sob a forma de mapas batimétricos de gradiente e de contorno, com o intuito de, juntamente com as provenientes da pesquisa bibliográfica, contribuir para uma apresentação atualizada do cone do Amazonas.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

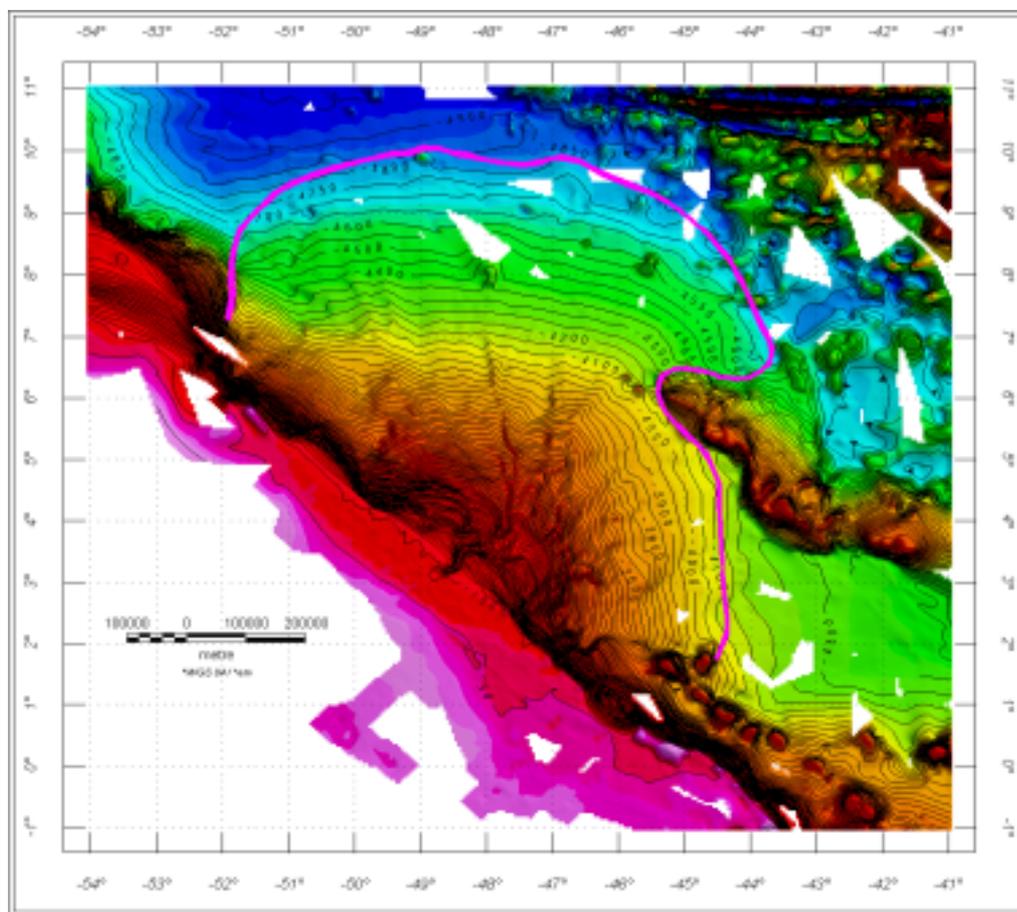
A partir do banco de dados batimétricos foram produzidos dois mapas: mapa de variação total da inclinação do fundo mar (gradiente) e o mapa de contorno batimétrico (composto por isóbatas afastadas de 50m), Figuras 1 e 2, respectivamente. As informações retiradas de ambos os mapas se complementam e assim pode-se ter uma melhor idéia da geomorfologia da feição estudada. A desenvolvida plataforma da região adjacente à foz do rio Amazonas encontra-se evidenciada na Figura 2 entre as isóbatas de 50m e 100m. O grande espaçamento verificado entre essas duas linhas também se manifesta na Figura 1, atribuindo para essa área um baixo gradiente.



**Figura 1:** Mapa de inclinação do fundo marinho (gradiente)

A divisão do cone segundo características geomorfológicas e acústicas (Damuth et al., 1975; Damuth & Kumar, 1983; Manley & Flood, 1988; Damuth et al., 1988 e Araújo, 1994), foram retratadas em ambos os mapas. O mapa de contorno reproduziu com considerável resolução a geomorfologia da área retratando os canais distributários e os deslocamentos de massa ocorridos no cone superior. O mapa de gradiente endossa essa geomorfologia, quantificando nessa região (quebra da plataforma até a profundidade de 3000m) as maiores declividades observadas em toda a feição. No cone médio os registros de processos usuais de ocorrerem em região de talude ainda são observados, porém em com menor frequência que na parte superior. Isso já era de se esperar pois as isóbatas apresentam um razoável intervalo e a inclinação do fundo é mais suave, traduzindo um ambiente, relativamente de menor energia que o anterior. O cone médio apresenta seu limite externo nas proximidades da isóbata de 4200m. O limite do cone do Amazonas é dado pela região denominada cone inferior. Esse limite distal varia de 4700m (Manley & Flood, 1988 e Damuth et al., 1988), passando por 4800m (Damuth et al., 1983) até 4850m (Damuth et al., 1975). Para efeito desse trabalho, adotou-se a isóbata de 4850m como limite do cone. Esse limite atinge localmente à regiões de inclinação 1:1000, alcançando a planície abissal de Demedara. Os limites laterais do cone não puderam ser definidos por uma única isóbata. Na porção nordeste o limite é condicionado pela barreira estrutural representada pela elevação do Ceará. Nas porções noroeste e sudeste, procurou-se demarcar a região com gradientes variando de 1:300 a 1:1000 (Damuth & Kumar, 1975). Essas considerações foram incorporadas no mapa batimétrico apresentado na figura 2 apresentando a delimitação do cone do Amazonas.

**Figura 2:** Mapa de contorno batimétrico. A linha grossa encarnada apresenta o limite proposto para o cone do Amazonas



## CONCLUSÕES

Foi observado uma concordância nas interpretações de diversos autores sobre a referida feição. Os dados batimétricos obtidos propiciaram a integração do conhecimento da geomorfologia na região contribuindo para a delimitação do cone do Amazonas.

À luz dos dados disponíveis a aplicação da metodologia adotada possibilitou obter como resultado um produto que congrega tanto elementos de ordem quantitativa (isóbatas e regiões de iso gradiente) quanto de ordem qualitativa (processos erosionais e feições associadas) retirados do banco de dados batimétricos retratando dessa forma a delimitação física e geomorfológica da área de estudo.

Essa delimitação geomorfológica para a feição cone do Amazonas entretanto não tem a pretensão de ser única e por

assim considerar, encontra-se credenciada a receber contribuições geofísicas diversas a fim de compor um modelo mais robusto, consistente e melhor representativo da referida feição.

#### AGRADECIMENTOS

À Diretoria de Hidrografia e Navegação e ao Comitê Executivo do LEPLAC pelo apoio prestado na realização desse trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, Tereza Cristina Medeiros de. *Seismostratigraphic Interpretation of the Amazon Continental Margin in View of Sea Level Changes and Subsidence of the Sea Floor*, Tese de Doutorado, Kiel Alemanha, 1994.
- Damuth, Jonh E. & Kumar, Maresh. *Amazon Cone: Morphology, Sediments, Age and Growth Pattern*. In: *Geological Society of America, Bulletin* V 86, p. 863-878, 1975.
- Damuth, John E., Kolla, Venkatarathan., Flood, Reger D., Kowsmann, Renato., Monteiro, Marcelo C., Gorini, Marcus A., Palma, Jorge J.C. & Belderson, Robert H. *Distributary Channel Meandering and Bifurcation Patterns on The Amazon Deep-Sea Fan as Revealed By Long-Range Side-Scan Sonar (GLORIA)*. In: *Geology*, V 11, p. 94-98, 1983.
- Damuth, John E., Flood, Roger D., Kowsmann, Renato., Belderson, Robert H. & Gorini, Marcus A. *Anatomy and Growth Pattern of Amazon deep-sea Fan as Revealed by Long-Range Side Scan Sonar (GLORIA) and High Resolution Seismic Studies*. In: *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, V 72, N 8, p. 885-911, 1988.
- Debrabant, P., Lopez, M. & Chamley, H. *Clay mineral distrution and significance in Quaternary sediments of the Amazon Fan*. In: *Flood, R.D., Piper, D.J.K., Klaus, A., & Peterson, L.C (Eds.), Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 155*, 1997.
- DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação, Ministério da Marinha. *Relatório Final do Processamento e Interpretação dos dados batimétricos para a determinação do Pé do Talude Continental e da Isóbata de 2500 metros na Margem Continental Norte Brasileira – Cone do Amazonas. Relatório Interno*, 101 páginas, 1997.
- Manley, P.L. & Flood, R.D. *Cyclic Sediment Deposition within Amazon Deep-Sea Fan*. In: *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, V 72, N 8, p. 912-925, 1988.
- Melo, Josué Camargo. *Elementos de Estratigrafia*. In: T.A. Queiroz, Editor, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.