

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Análise Morfológica da Plataforma, Talude e Sopé Continental adjacentes ao Delta do Parnaíba (PI - MA), região nordeste do Brasil

AUTORES:

Narelle Maia de Almeida, George Satander Sá Freire, Fabiano Mota da Silva, Antônio Borges Aguiar Neto e Denise Maria Santos

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal do Ceará, ANP-PRH-31, Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

Abstract

This paper aims to analyze the morphology of the continental margin adjacent to the Delta do Parnaíba, identifying geological and geomorphological structures, with the purpose of assist the exploration and exploitation of oil and gas in deep and ultra deep water. Data from Directorate of Hydrography and Navigation was obtained and softwares ArcGIS 9.3 and Surfer 8.0 were used to make eight bathymetric profiles and a digital terrain model (grid). The interpolation method selected was kriging. With analysis of morphology, it was observed the western portion of the study area is steeper than the eastern portion. Two canions were modeled. They were called Tutóia (east) and Parnaíba (west) and have initial orientation south-north. Tutóia Canion has an average width of 5,8 km and Parnaíba Canion of 5,1km.

Introdução

A progressiva abertura do Oceano Atlântico entre o leste da América e o oeste da Europa e África foi proposta por Alfred Wegener em 1912 com a Teoria da Deriva Continental, comprovada, inicialmente, pelo padrão magnético zebrado dos fundos oceânicos.

O quadro morfológico e fisiográfico do fundo oceânico atual é resultado da evolução tectônica global atuante desde a fragmentação do Supercontinente Pangea (Figura 01) e dos agentes modificadores, associados aos processos de erosão e sedimentação nas margens continentais e bacias oceânicas (Baptista Neto et al., 2004). A investigação da morfologia submarina de uma região é capaz fornecer conhecimentos sobre a evolução dos ambientes, já que a morfologia é relíquia de ambientes sedimentares relacionados com períodos de nível do mar mais baixo que o atual.

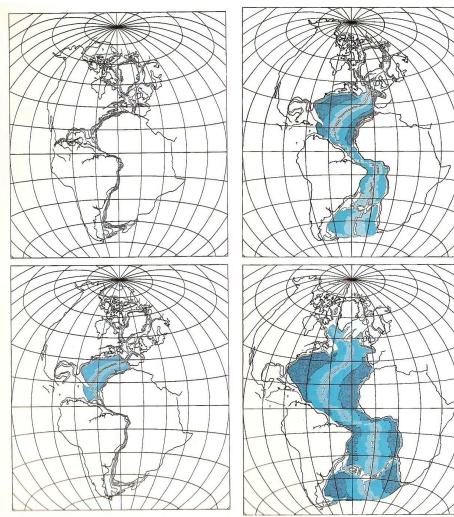


Figura 01. Reconstrução da deriva continental desde o Jurássico (165 Ma), baseado nas análises de anomalias magnéticas do Oceano Atlântico. Juntos até 165 Ma no Supercontinente Pangea, os continentes começaram sua deriva com a abertura do Atlântico Norte, seguido pela abertura do Atlântico Sul (125 Ma). (Sclater and Tapscott, 1979 *apud* Nicolas, 1995)

Devido à origem e evolução características, as bacias da margem continental brasileira têm um grande potencial de gerar e acumular petróleo. A área de estudo compreende a região adjacente (Plataforma, Talude e Sopé Continental) ao Delta do Rio Parnaíba, divisa entre os estados do Piauí e Maranhão, região nordeste do Brasil. É delimitada pelas latitudes 1° - 3°S e longitudes 41,5° - 42,5°W.

Esta área inclui a sub-bacia Piauí-Camocim que pertence à Bacia do Ceará. A mais importante característica da geologia regional é que a área está situada no prolongamento oeste da Zona de Fratura Romanche. Esta falha transformante, formada durante a abertura do oceano, é uma das mais impressionantes do planeta e domina a Megazona de Cisalhamento Equatorial (Zalán and Warne, 1985).

Este trabalho tem como objetivo analisar a morfologia da margem continental adjacente ao Delta do Rio Parnaíba, identificando feições geológicas e geomorfológicas da área e montando um banco de dados a partir de dados pré-existentes obtidos durante a pesquisa, incluindo mapas georreferenciados, a fim de auxiliar na exploração e exploração de óleo e gás em águas profundas e ultra profundas.

Metodologia

Primeiramente foi feito um levantamento de dados bibliográficos. Esta etapa foi de grande importância para os conhecimentos cartográficos, geológicos, aquisição e processamento dos dados.

Os dados obtidos (Folha de Bordo FB-500-001-75) fazem parte da base cartográfica da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN), sendo que estes dados são de uso restrito das instituições federais de pesquisas, no caso o Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada (LGMA) da Universidade Federal do Ceará (UFC). O datum utilizado foi *World Geodetic System 84* (WGS 84) em projeção cartográfica (décimos de graus). O meridiano central da área de estudo é -45° , formando assim o Sistema de Informações Geográficas (SIG) do presente trabalho.

A etapa de aquisição dos dados resultou da aquisição das coordenadas com GPS e da profundidade com o equipamento geofísico conhecido como Ecobatímetro que se baseia na medição do tempo decorrido entre a emissão de um pulso sonoro, de frequência sônica ou ultra-sônica, e a recepção do mesmo sinal após ser refletido pelo fundo do mar. Assim, os dados são do tipo XYZ (longitude, latitude e profundidade).

O processamento dos dados foi realizado nos *softwares Surfer 8.0* e *ArcGis 9.3* que geraram, respectivamente, modelo digital de terreno e mapa com isóbatas e perfis batimétricos. Em ambos *softwares* o método de interpolação selecionado foi a *krigagem* que resulta em um processo de estimação de valores de variáveis no espaço com a finalidade de simular análises de superfícies de tendências (Landim, 1998).

No *software Surfer 8.0* os dados obtidos são manipulados em uma planilha e transformado em um arquivo do tipo *grid* que pode ser submetido a várias manipulações. No caso desta pesquisa foi produzido um modelo 3D para facilitar a compreensão do comportamento geomorfológico da área estudada.

No *ArcGis 9.3* foram confeccionados mapa da distribuição dos pontos de amostragem (Figura 02), mapa das isóbatas e oito perfis batimétricos utilizando a ferramenta *3D Analyst*.

Resultados e Discussão

Os perfis batimétricos obtidos foram utilizados na descrição da morfologia da margem continental adjacente ao Delta do Parnaíba. As características de cada perfil estão organizadas na Tabela 01 que indica as coordenadas iniciais e finais, as profundidades iniciais, finais, mínimas e máximas, o comprimento e o número de pontos de cada perfil. A Figura 03 mostra a distribuição dos perfis e das isóbatas na área de estudo.

Mapa da distribuição dos Pontos de Amostragem

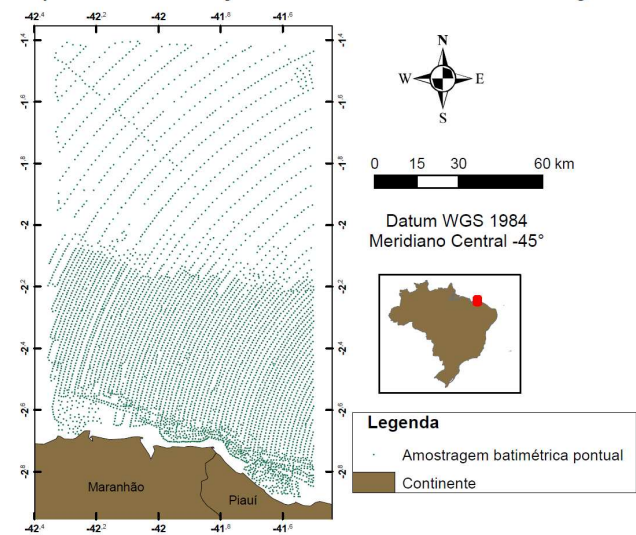


Figura 02. Distribuição dos pontos de amostragem batimétrica na área de estudo.

Perfil	Coordenadas		Profundidade Inicial (metros)	Profundidade Final (metros)	Profundidade Mínima(metros)	Profundidade Máxima (metros)	Comprimento (Quilômetros)	Número de pontos
	ponto inicial	ponto final						
1	-42,261; -2,8795	-42,2565; -1,4025	-2,172	-2.932,46	-0,429	-2.932,46	164,42	433
2	-41,8988; -2,8795	-41,8988; -1,4025	-4,113	-3.051,236	-3,923	-3.051,236	164,42	432
3	-41,6126; -2,8808	-41,6126; -1,4025	-4,197	-3.091,25	-4,197	-3.091,25	164,57	432
4	-42,3556; -2,1337	-41,5001; -2,1431	-57,576	-790,772	-53,808	-884,833	164,57	432
5	-42,3556; -2,0913	-41,5001; -2,1006	-122,076	-1.473,917	-52,154	-1.536,288	95,24	249
6	-42,3556; -2,0465	-41,5001; -2,0512	-385,127	-1.803,453	-194,13	-1.849,404	95,24	250
7	-42,3556; -2,7743	-41,5032; -2,7743	-13,989	-17,621	-12,9972	-21,565	95,24	250
8	-42,3556; -2,4972	-41,5001; -2,4972	-21,12	-19,931	-14,362	-25,504	95,24	250

Tabela 01. Características dos perfis batimétricos levantados.

Os perfis apresentaram comprimentos entre 95,24 e 164,57 km e foram registradas profundidades entre 0,429 e 3.091,25 metros.

Com relação à declividade da área, observou-se que, entre os perfis de orientação sul-norte, o perfil 1 é mais íngreme que os perfis 2 e 3 (Figura 04). Isto também é percebido por uma maior concentração de isóbatas na parte oeste da área de estudo de onde foi extraído o perfil 1. As Figuras 3 e 4 mostram que a suavidade dos perfis aumenta a medida que se direcionam a leste, pois o perfil 3 é mais suave que o 2 que é mais suave que o perfil 1. Portanto, a porção leste da área de estudo tem a declividade mais suave que a porção oeste.

Os perfis 1, 2 e 3 apresentam uma morfologia característica de margem continental passiva, onde é possível diferenciar as três províncias fisiográficas típicas das margens continentais do tipo Atlântico: Plataforma Continental, Talude Continental e Sopé continental (Figura 04).

Mapa das Isóbatas da região adjacente ao Delta do Parnaíba (PI-MA)

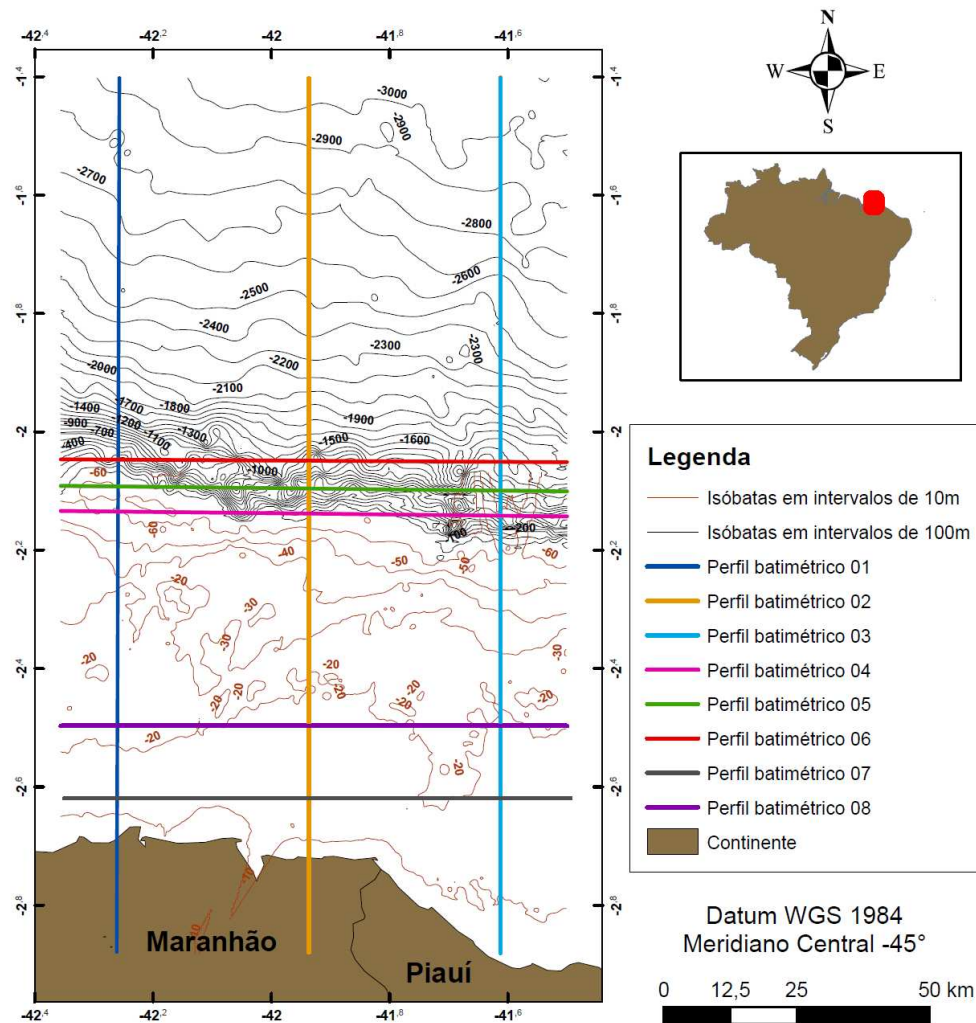


Figura 03. Distribuição das isóbatas e dos perfis batimétricos que foram confeccionados.

O padrão das isóbatas e os perfis batimétricos da área de estudo evidenciaram a presença de relevos negativos, configurando dois canais submarinos (Perfis 04, 05 e 06; Figura 05) que neste trabalho foram denominados de Cânion Tutóia (mais a oeste) e Cânion Parnaíba (mais a leste).

O cânion Tutóia tem uma profundidade máxima de 600 metros e uma largura média de 5,8 km. O cânion Parnaíba pode chegar a 500 metros de profundidade e tem uma largura média de 5,1 km. Ambos foram modelados a partir da quebra da Plataforma Continental, que na área de estudo situa-se a 70 metros de profundidade, e podem ser considerados como continuidades dos paleocanais do Rio Parnaíba.

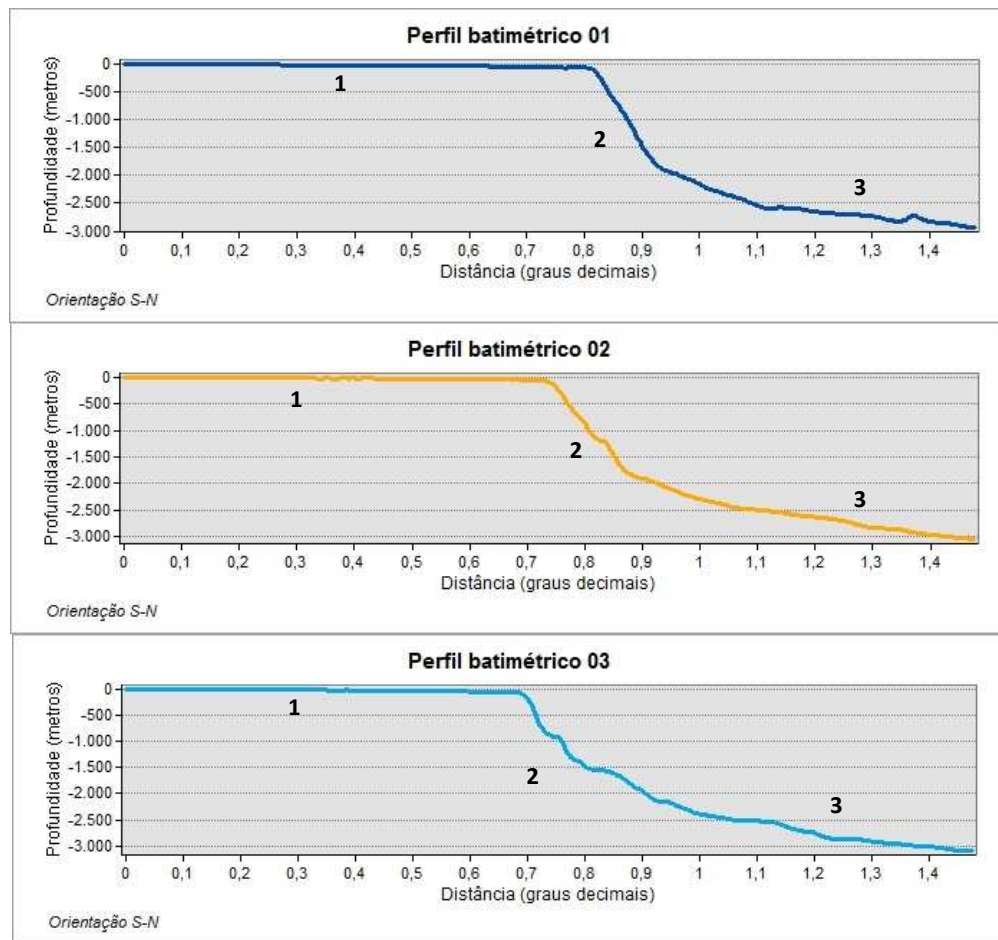
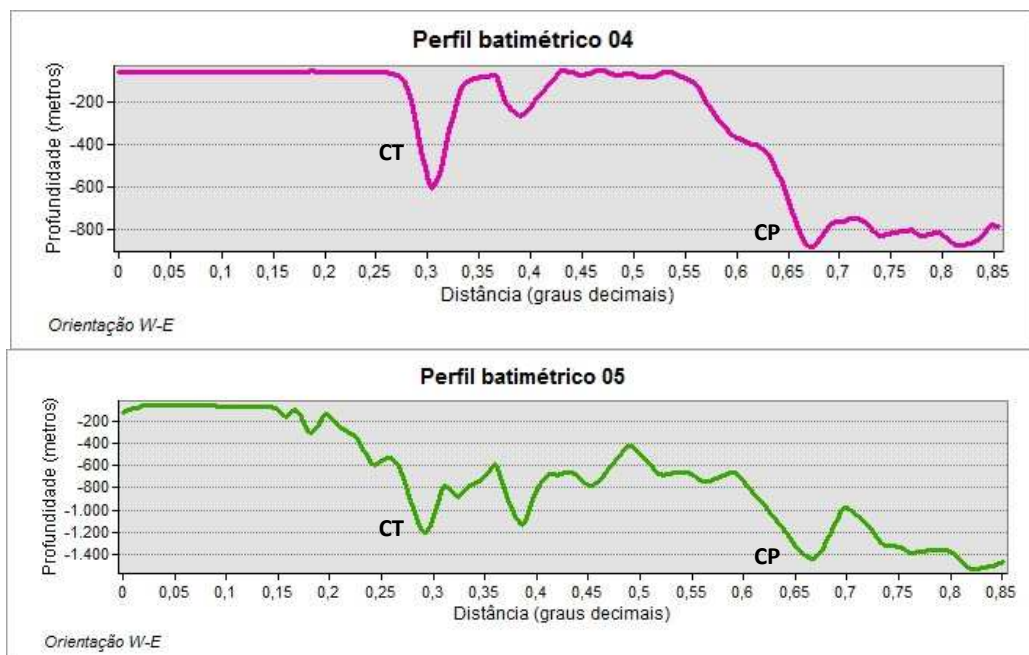


Figura 04. Perfis batimétricos 01, 02 e 03 de orientação sul-norte com morfologia característica de margem passiva, onde é possível diferenciar plataforma, talude e sopé continental. (1 = plataforma continental; 2 = talude continental; 3 = sopé continental).



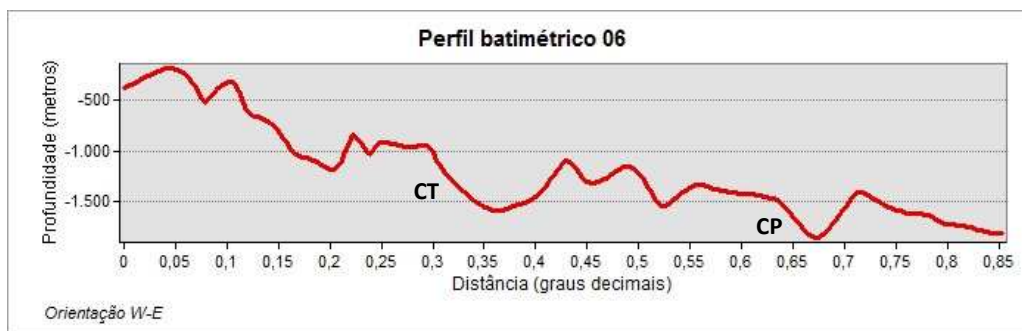


Figura 05. Perfis batimétricos 4, 5 e 6 com canais Tutóia e Parnaíba em destaque. (CT = Cânion Tutóia; CP = Cânion Parnaíba).

O cânion Parnaíba inicia-se com uma orientação sul-norte (Figura 06) e, partir da isóbata de 1.700 m, o canal muda de orientação para SE-NW até 2.100 m, de onde vai até 3.000 m segundo o *trend* SW-NE.

A análise dos oito perfis batimétricos permitiu observar irregularidades no terreno, representados por relevos positivos e negativos. Exemplos típicos são os perfis 4, 5, 6, 7 e 8. Nestes dois últimos (Figura 07), o paleovale Parnaíba é observado antes da quebra da plataforma continental, já que estes perfis foram confeccionados antes da isóbata de 30 metros. Logo, esta feição é considerada um paleocanal com conexão evidente com o continente, pois em termos evolutivos, os relevos negativos estão associados à drenagem continental em períodos de níveis do mar mais baixos que o atual (Summerhayes et al., 1976; França, 1976; Ramsay, 1994).

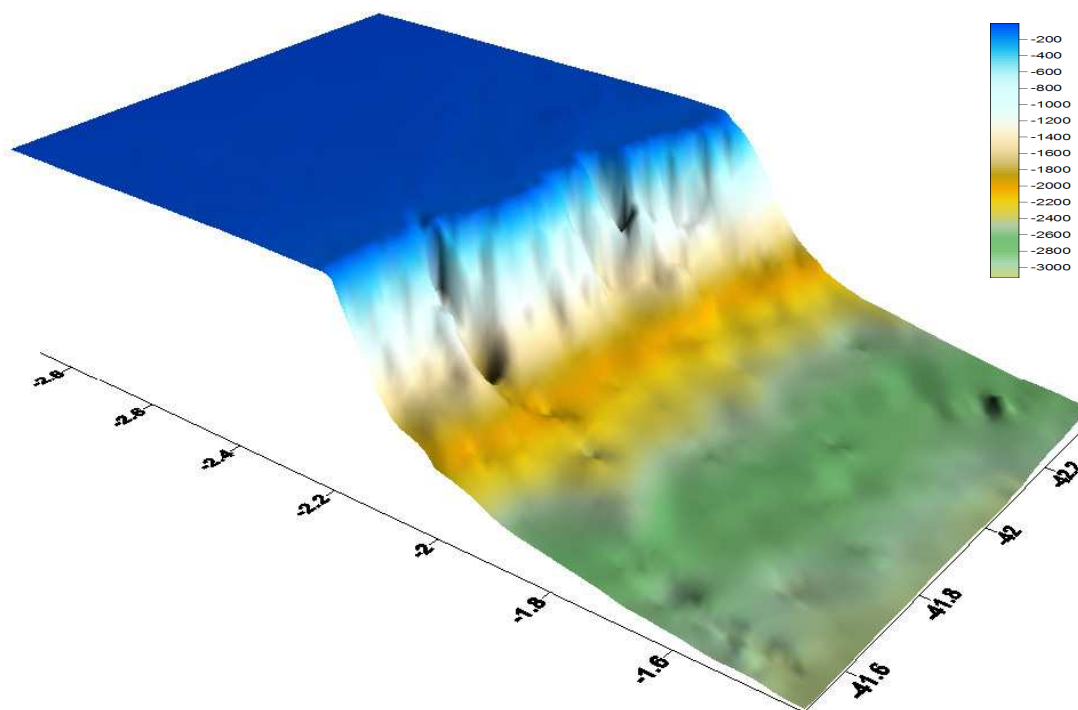


Figura 06. Modelo digital do terreno da região adjacente ao Delta do Rio Parnaíba com a modelagem de cânions a partir da quebra da plataforma continental que se situa a 70 metros de profundidade.

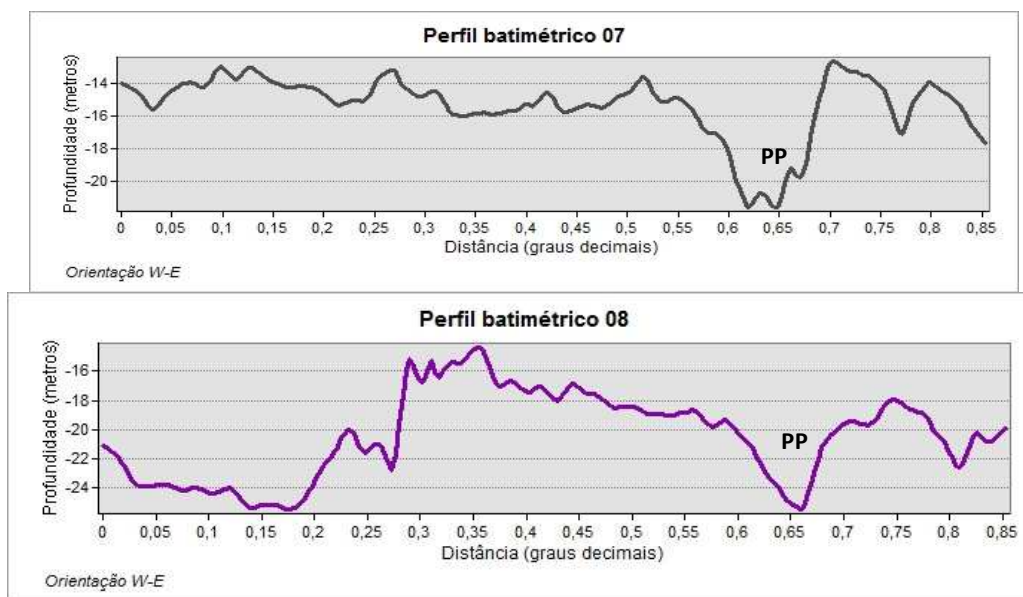


Figura 07. Perfis batimétricos 7 e 8 com evidências do paleovale Parnaíba, tendo então conexão com continente, já que estes perfis foram confeccionados entre a isóbata de 10 e 30 metros. (PP = Paleovale Parnaíba).

Conclusões

A análise dos oito perfis batimétricos e do modelo digital de terreno permitiu observar que a porção oeste da área de estudo é mais íngreme que a porção leste. Além disso, observou-se irregularidades no terreno representados por relevos positivos e negativos. Os dois principais relevos negativos foram aqui chamados de Cânions Tutóia (a leste) e Parnaíba (a oeste) que possuem orientação inicial sul-norte e têm, em média, 5,8 e 5,1 km de largura. Pretende-se ainda melhorar a qualidade do processamento dos dados com o intuito de modelar paleovales na plataforma continental.

Agradecimentos

Os autores agradecem à ANP – PRH31.

Referências Bibliográficas

- Baptista Neto, J.A. et. al. 2004. **Introdução à Geologia Marinha**. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 279p.
- França, A.M.C. 1976. **Sedimentos superficiais da margem continental nordeste brasileira**. Revista Brasileira de Geociências, 6 (2): 71–88.
- Landim, P.M.B. 1998. **Análise Estatística de Dados Geológicos**. Fundação Editora da UNESP. São Paulo. 128p.
- Nicolas, A. 1995. **The mid-oceanic ridges**. Mountains Below Sea Level. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Translator Thomas Reimer. Germany. 199p.
- Ramsay, P.J. 1994. **Marine geology of the Sodwana Bay shelf, southeast Africa**. Marine Geology, 120: 225–247.
- Sclater, J.G. & Tapscott, C. 1979. **La derive des continents**. Bélin ed., 106-119.
- Summerhayes, C.P., Fainstein, R. & Ellis, J.P. 1976. **Continental margin off Sergipe and Alagoas, Northeast Brazil: a reconnaissance geophysical study of morphology and structure**. Marine Geology, 20: 345–361.
- Zalán and Warme, 1985. **Tectonics and sedimentation of the Piauí-Camocim sub-basin, Ceará Basin, offshore northeastern Brasil**. Petrobras, Série Ciência-Técnica-Petróleo 17, Rio de Janeiro, Brasil.