

# breves comunicações

## Modelo digital da geomorfologia do fundo oceânico da Bacia de Campos

*Digital model of the seabed geomorphology of Campos Basin*

**Simone Schreiner<sup>1</sup>, Mariana Beatriz Ferraz Mendonça de Souza<sup>2</sup>, Joana Paiva Robalo Migliorelli<sup>3</sup>**

**Palavras-chave:** geomorfologia | geologia marinha | *edge* | modelo digital

**Keywords:** geomorphology | marine geology | *edge* | digital model

## introdução

Em 1991, a equipe de Geologia Marinha do E&P publicava no Informativo Exploratório do antigo Distrito de Exploração do Sudeste (DESUD/CODES) da Petrobras o Mapa Batimétrico Preliminar da Bacia de Campos com dados já disponíveis das sísmicas 3D de Albacora, Marlim, Marimbá, Corvina e Enchova Oeste, complementado por sísmica 2D e dados de poços. Começava desta forma o esforço para reunir uma base cartográfica para quaisquer estudos do fundo do mar.

Em 1994, o mesmo grupo de Geologia Marinha publicava internamente o primeiro mapa batimétrico evidenciando a fisiografia e a geomorfologia da Bacia de Campos, elaborado com maior quantidade de dados de sísmica 3D e 2D de diversos programas de aquisição sísmica marítima. Distinguiam-se ao longo do talude continental o

Grupo Nordeste de Cânions (São Tomé, Itapemirim e Almirante Câmara) e o Grupo Sudeste de Cânions (Goitacá, Tupinambá, Temiminó, Tamoio e Tupiniquim). No final da década de 90, elaborou-se em forma de pôster uma imagem batimétrica colorida e sombreada, construída a partir de dados adquiridos por batimetria de varredura por interferometria de sonar (Piauilino *et al.* 1995) e sísmica multicanal.

Hoje, passados 18 anos desde as primeiras tentativas de imagear o fundo do mar, apresenta-se nesta comunicação o resultado de um mosaico de batimetria convertido em modelo digital do relevo oceânico, composto por 37 projetos sísmicos 3D além de 12 levantamentos de *multibeam* com o complemento da batimetria de varredura por interferometria de sonar citada anteriormente. A imagem batimétrica colorida e sombreada foi substituída pelo modelo digital do terreno, pois este salienta melhor a geomorfologia.

---

<sup>1,2,3</sup> Petrobras. E&P Serviços. Gerência de Geologia Marinha. schreiner@petrobras.com.br; mbfms.fototerra@petrobras.com.br; joanamigli.tecnocoop@petrobras.com.br.

Muitas feições geomorfológicas que no passado imaginava-se existir recobertas pelas águas do Oceano Atlântico, nesta porção da margem continental brasileira, foram comprovadas bem como novas feições foram descobertas.

## a construção do modelo digital da geomorfologia

Vários trabalhos já versaram sobre a possibilidade do uso de dados de sísmica 3D para produzir modelos digitais do fundo marinho derivados de algoritmos de coerência (*dip attribute maps* ou imagens de *edge detection*) (Almeida *et al.* 2001, Peyton *et al.* 1998 e Viana *et al.* 2001). Com a Bacia de Campos praticamente toda coberta por sísmica 3D, era então uma questão de tempo poder admirar sua bela geomorfologia evidenciada pela imagem de *edge detection* (fig. 1).

Para elaborar a imagem de *edge* da Bacia de Campos, antes, foi necessário elaborar o mosaico batimétrico do fundo do mar. Para isso, foi reunido o fundo do mar de 37 diferentes projetos sísmicos, elaborados *grids* e imagens em três dimensões de um a um. Em cada uma das 37 imagens geradas do fundo marinho foi observada a qualidade do dado a fim de se utilizar o dado melhor em detrimento ao pior. Estes projetos sísmicos perfizeram 540.100km<sup>2</sup>. Nas áreas sem cobertura de sísmica 3D ou onde havia disponibilidade de dado de melhor resolução, usou-se batimetria de *multibeam*. Estes levantamentos *multibeam* totalizaram 2.300km<sup>2</sup> de 12 campanhas diferentes. No extremo leste da área, onde havia ausência de 3D ou *multibeam*, somou-se 6.000km<sup>2</sup> de batimetria de varredura por interferometria de sonar.

A imagem de *edge detection* foi construída a partir da aplicação do cálculo  $X = \sqrt{A^2 + B^2}$  no *grid* batimétrico do fundo do mar.

Onde:

$$A = (V1 + 2V6 + V9) - (V1 + 2V4 + V7);$$

$$B = (V1 + 2V2 + V3) - (V7 + 2V8 + V9),$$

tendo como referência a matriz mostrada na tabela 1.

V1	V2	V3
V4	X	V6
V7	V8	V9

Tabela 1

Matriz da fórmula de *edge detection* (filtro de Sobel) onde **V** significa o valor da batimetria e **X** o valor resultante do cálculo.

Table 1

Matrix formula of *edge detection* (Sobel filter) where **V** means the value of bathymetry and **X** the value resulting from the calculation.

A fórmula de *edge detection* ou filtro de Sobel tem como base a descontinuidade do gradiente, e mede o quão rápido o valor do *pixel* muda com as distâncias, nos eixos x e y. O filtro é direcional e é sensível a ambas descontinuidades, horizontal e vertical.

Apesar de originalmente terem os diversos *grids*, malhas diferentes (malhas entre 3 e 500m), o *grid* adotado, por adequação a uma escala 1: 100.000, tem espaçamento igual entre colunas e linhas, de 100m. O método de gridagem de cada dado foi o *inverse distance weighting* (IDW), utilizando o padrão do programa Sigeo da Petrobras, com raio máximo de pesquisa de 12 celas e número mínimo de seis octantes.

Para gerar o mosaico de batimetria e avaliar a qualidade dos dados de maneira mais fácil, dividiu-se a Bacia de Campos em três grandes áreas (central, norte e sul) com uma margem de sobreposição de 1 km. Nas regiões de sobreposição das celas, usou-se o valor médio dos nós.

Mesmo com tantos recursos computacionais, foi necessário um esforço minucioso e artesanal para corrigir as diferenças nos valores de profundidade existentes entre os diversos projetos sísmicos 3D, *multibeam* e interferometria de sonar, ora somando-se ora diminuindo-se o valor da batimetria por uma constante.

Corrigidos todos os desníveis gerados durante a elaboração do mosaico, o fundo do mar foi inserido no programa *Geomedia*, onde é executado o procedimento *detect edge*. Este procedimento aplica ao *grid* do fundo do mar a expressão matemática descrita anteriormente, gerando como resultado a imagem vista na figura 1. Uma vez gerado o modelo do *edge*, o ajuste de cores é o último passo. Por *default*, a imagem é mostrada na escala de cores que varia do preto para os *edges* mais baixos ao branco para os *edges* mais altos. Invertendo-se a planilha de cores, consegue-se a imagem como ela é apresentada neste trabalho, onde o preto representa os *edges* mais altos e o branco, os mais baixos.

## a geomorfologia

O entendimento da geomorfologia marinha do Talude Continental e do Platô de São Paulo da Bacia de Campos tem se revelado um importante estágio na compreensão da evolução geológica do recente. A margem continental da Bacia de Campos apresenta uma geomorfologia em grande parte controlada pela tectônica salífera subjacente e pela geometria

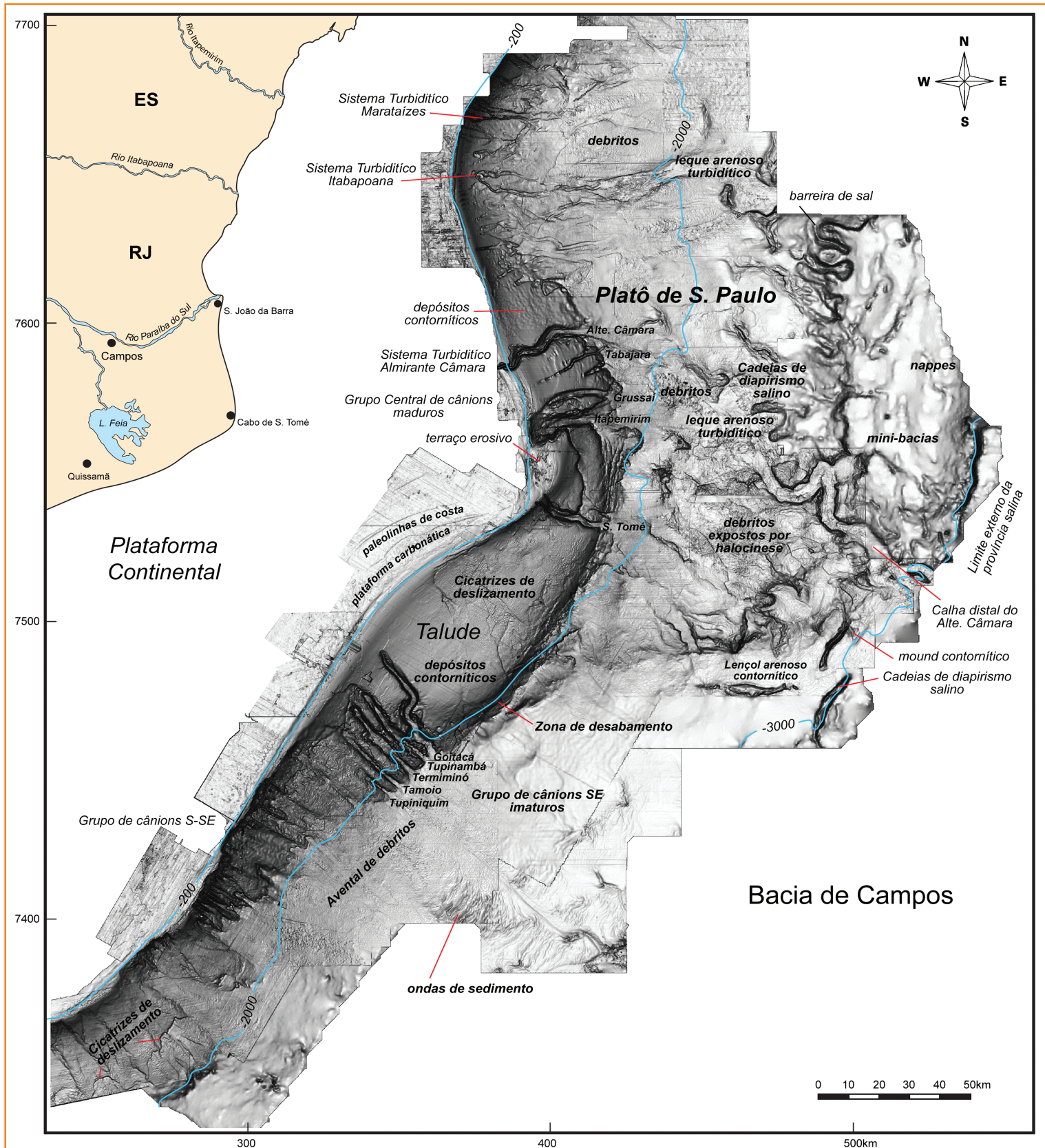


Figura 1 – Modelo digital da geomorfologia com os nomes das principais feições geomorfológicas do fundo oceânico da Bacia de Campos.

Figure 1 – Geomorphological Digital Model with the names of the main geomorphological features of Campos Basin seabed.

deposicional do Mioceno Superior. Sua construção resulta das variações do nível do mar, da atuação de correntes de contorno, da remobilização de sedimentos, da geologia estrutural e da implantação de sistemas turbidíticos associados a sistemas fluviais no continente. Por meio de uma sistemática de amostragem e datação do fundo marinho, através de *piston* cores, constatou-se que esta geomorfologia representa uma visão do final do Pleistoceno, e que a elevação do nível do mar durante o Holoceno interrompeu a quase totalidade dos processos atuantes na área.

Na figura 1 estão contidos os nomes das principais feições geomorfológicas tanto as mais consagradas como o Sistema Turbidítico Almirante Câmara e o Grupo Sudeste de Cânions (Hercos *et al.* 2008, Machado *et al.* 2004; Viana *et al.* 1999) quanto as mais recentemente estudadas como o Sistema Turbidítico Itabapoana, o Sistema Turbidítico Marataízes (Hercos *et al.* 2005) e as paleolinhas da costa (Della Giustina, 2006).

## agradecimentos

Ao geólogo Renato Oscar Kowsmann, pelas valiosas sugestões, revisão crítica do texto e contribuições devido ao seu profundo conhecimento de geologia marinha da margem continental brasileira. Aos geólogos Adriano Roessler Viana e Dennis James Miller, pela revisão da figura 1 e a Huri de Sousa Barbosa, pela edição da legenda. Aos colegas de trabalho da E&P-SERV/US-SUB/GM de hoje e aos que por aqui já estiveram, pelo legado do mapeamento minucioso do fundo marinho destes 37 projetos de sísmica 3D, aqui utilizados.

## referências bibliográficas

ALMEIDA JR., W.; VIANA, A. R.; ALMEIDA, C. W.; SILVA, F. B.; GAMBÔA, L. A. P. Improving Seafloor Mapping of Brazilian Offshore Deepwater by the use of 3D Seismic. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 7., 2001, Salvador. **Expanded abstracts...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geofísica, 2001. p. 1578-1579.

DELLA GIUSTINA, I. D. **Sedimentação carbonática de algas vermelhas coralíneas da plataforma continental da Bacia de Campos:** um modelo carbonático análogo para o Terciário. 2006. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006.

HERCOS, C. M.; KOWSMANN, R. O.; CASTRO, F. C. C.; SCHREINER, S.; VIANA, A. R.; MACHADO, L. C. R. Contrasting Modern Turbidite System SE Brazil Margin, In: AAPG INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION, 2008, Cidade do Cabo. **Proceedings...** Tulsa: American Association Petroleum of Geology, 2008.

HERCOS, C. M.; SILVEIRA, M. A. S.; MERSCHMANN, M. A. C. Caracterização do Sistema Turbidítico Marataízes, tectonicamente controlado – FM: Carapebus moderna, Bacia de Campos. In: SEMINÁRIO DE INTERPRETAÇÃO EXPLORATÓRIA DA PETROBRAS, 5., 2005, Búzios. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: Petrobras, 2005.

MACHADO, L. C. R.; KOWSMANN, R. O.; MURAKAMI, C. Y.; SCHREINER, S.; MILLER, D. J.; PIAUILINI, P. O. Geometria da porção proximal do sistema deposicional turbidítico moderno da Formação Carapebus, Bacia de Campos: modelo para heterogeneidades de reservatório. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 287-315, maio/nov. 2004.

PEYTON, L.; BOTTJER, R.; PARTYKA, G. Interpretation of incised valleys using new 3-D seismic techniques: a case history using spectral decomposition and coherency. **The Leading Edge**, Tulsa, v. 17, n. 9, p. 1294-1298, Sep. 1998.

PIAUILINO, P. O. V.; MALDONADO, P. R.; FONSECA, L. E. N. Aquisição de dados sonográficos, batimétricos e de perfis de alta frequência na Bacia de Campos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 4., 1995, Rio de Janeiro. **Resumos expandidos...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1995.

VIANA, A. R.; ALMEIDA JR., W.; MACHADO, L. C. R. Different styles of canyon infill related to gravity and bottom current processes : examples from the upper slope of the SE Brazilian margin. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 6., 1999, Rio de Janeiro. **Expanded abstracts...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 1999.

VIANA, A. R.; ALMEIDA, C. W.; SCHREINER, S.; HERCOS, C. M.; ALMEIDA JR., W.; MACHADO, L. C. R.; MILLER, D. J.; MACHADO, R. P. Improving interpretation of seafloor geology from the integration of conventional marine geology tools and 3D seismic. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE BRAZILIAN GEOPHYSICAL SOCIETY, 7., 2001, Salvador. **Expanded abstracts...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geofísica, 2001.