

breves comunicações

Modelo digital da geomorfologia do fundo oceânico do centro-sul da Bacia do Espírito Santo e norte da Bacia de Campos

Digital model of the seabed geomorphology of southern-central Espírito Santo Basin and northern Campos Basin

Simone Schreiner¹, Mariana Beatriz Ferraz Mendonça de Souza¹ e Joana Paiva Robalo Migliorelli¹

Palavras-chave: Geomorfologia | Geologia marinha | Edge | Modelo digital

Keywords: Geomorphology | Marine geology | Edge | Digital model

introdução

A descoberta dos Campos de Jubarte no norte da Bacia de Campos no ano de 2001 e de Golfinho e Canapu na porção central da Bacia do Espírito Santo em 2003 e 2004, respectivamente, foi responsável pela necessidade da construção do modelo digital do relevo nestas regiões. O desenvolvimento destes campos, e de todos os outros que foram descobertos no entorno de Jubarte, denominado de Parque das Baleias (Jubarte, Cachalote, Baleia Franca, Baleia Azul, Baleia Anã, Caxaréu, Mangangá e Pirambú), requereu um detalhado conhecimento da geomorfologia do fundo marinho para a instalação de dutos e ancoragem de unidades de produção.

Em uma sequência ao já elaborado modelo digital da Bacia de Campos (Schreiner *et al.* 2008), a equipe de Geologia Marinha da Unidade de Serviços Submarinos (E&P-SERV/US-SUB) seguiu em direção a Bacia do Espírito Santo somando dados de sísmica 3D e *site surveys* existentes desde o Sistema Turbidítico do Itabapoana, no norte da Bacia de Campos, até a região do Banco de Abrolhos, na Bacia do Espírito Santo.

Essa comunicação traz o resultado de um mosaico de batimetria convertido em modelo digital do relevo oceânico, composto por 17 projetos sísmicos 3D, além de 17 levantamentos de batimetria *multibeam*.

Diversas feições geomorfológicas podem ser observadas no talude da região, tais como: ravinas,

¹ Petrobras. Unidade de Serviços de Exploração e Produção. Serviços Submarinos. Geologia Marinha. schreiner@petrobras.com.br; mbfms.fototerra@petrobras.com.br; joanamigli.fototerra@petrobras.com.br

canais e cânions submarinos, além de deformações ocasionadas pela movimentação do sal.

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*) (Peyton *et al.* 1998). O norte da Bacia de Campos e a porção centro-sul da Bacia do Espírito Santo encontram-se parcialmente cobertos por sísmica 3D, tornando possível admirar sua bela geomorfologia evidenciada pela imagem de *edge detection* (fig. 1).

Para elaborar a imagem de *edge*, foi necessário elaborar o mosaico batimétrico do fundo do mar. Para tal, foi reunido o fundo do mar de 17 diferentes projetos sísmicos, gridados um a um. Em cada imagem gerada do fundo marinho, foi observada a qualidade do dado, valendo-se do melhor. Estes projetos sísmicos perfizeram 23.000km². Nas áreas sem cobertura de sísmica 3D ou onde havia dado de melhor resolução, usou-se batimetria *multibeam*. Estes levantamentos *multibeam* totalizaram 1.300km², coletados em 17 campanhas diferentes.

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 a seguir (tabela 1):

V1	V2	V3
V4	X	V6
V7	V8	V9

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

Apesar de os *grids* terem, originalmente, diversos tamanhos de malha devido aos vários levantamentos (malha entre 3m e 50m), o *grid* adotado, por adequação a uma escala 1: 100.000, possui espaçamento 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, devido à diferença dos datums de cada bacia, dividiu-se a área em duas partes: Espírito Santo Centro/Sul e Campos Norte. O mosaico que reuniu todas as informações sísmicas da Bacia do Espírito Santo foi feito com base no *Datum Aratu-ES*, enquanto o mosaico do norte da Bacia de Campos utilizou o *Datum Aratu-BC*.

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 e *multibeam*, somando e diminuindo, alternadamente, o valor da batimetria por uma constante.

Após a conclusão dos mosaicos, cada um deles foi importado no programa Geomedia. Em seguida, foi feita a conversão do mosaico da parte norte da Bacia de Campos para o *Datum Aratu-ES*. Também no Geomedia, foi executado o procedimento *detect edge*. Este procedimento aplicou ao referido *grid* 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. A apresentação padrão do programa mostra uma imagem variando do preto, para os *edges* mais baixos, ao branco, para os *edges* mais altos. Invertendo a planilha de cores, obteve-se a imagem apresentada nesse 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 das bacias do Espírito Santo e Campos têm se revelado um importante estágio na compreensão da evolução geológica do Recente. A margem continental destas bacias apresenta uma geomorfologia em grande parte controlada pela tectônica salífera subjacente e pela

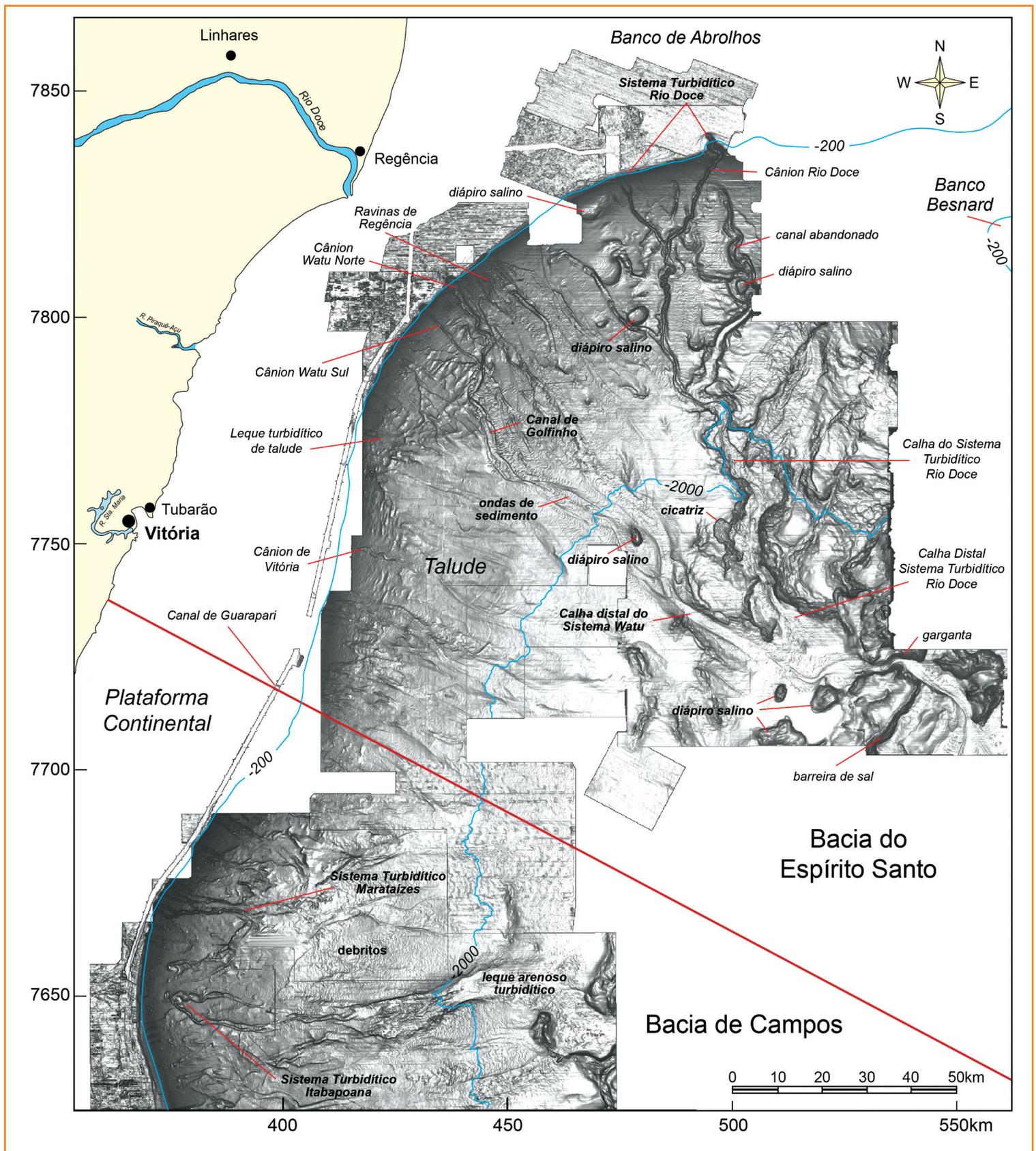


Figura 1 – Modelo digital com os nomes das principais feições geomorfológicas do fundo oceânico do centro-sul da Bacia do Espírito Santo e norte da Bacia de Campos.

Figure 1 – Digital model with the names of the main geomorphological features of central and southern Espírito Santo Basin and northern Campos Basin seabed.

geometria deposicional do Mioceno Superior. Sua construção resulta das variações do nível do mar, da remobilização de sedimentos através de movimentos de massa, da atuação de correntes de contorno, da implantação de sistemas turbidíticos associados a sistemas fluviais no continente e do controle desta drenagem pela tectônica salífera.

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 quase a totalidade dos processos atuantes na área (Kowsmann *et al.* 2000; Vicalvi e Kowsmann, 2006).

O Complexo Vulcânico de Abrolhos limita este modelo digital ao norte e o Sistema Turbidítico Itabapoana, ao sul. O vulcanismo de Abrolhos resultou no alargamento da Plataforma Continental, hoje chamada, neste local, de Banco de Abrolhos (Sobreira e França, 2006). Sua expressão mais conhecida são pequenas ilhotas que afloram perto da costa, chamadas de Arquipélago dos Abrolhos (França, 1979), porém, não foram contempladas neste trabalho por se encontrarem mais ao norte do limite da figura 1.

Na figura 1, estão contidos os nomes das principais feições geomorfológicas reconhecidas. Seguindo a imagem de norte para o sul, podemos observar o Sistema Turbidítico Rio Doce (Brush, *et al.* 2004; Bischoff e Lipski, 2008) encaixado no Banco de Abrolhos e se desenvolvendo ao longo do talude e Platô de São Paulo e o Sistema Turbidítico Watu (Hercos *et al.* 2008; Hercos e Schreiner, 2006), que se desenvolve desde a borda da Plataforma Continental com os Cânions Watu Norte e Watu Sul até uma calha distal, onde irá se unir ao Sistema ao Turbidítico Rio Doce. No talude, na altura da cidade de Regência, se observam as Ravinas de Regência, e mais ao sul os Cânions de Vitória e Guarapari (França, 1979). Já ao norte da Bacia de Campos, se encontram o Sistema Turbidítico Marataízes (Hercos *et al.* 2005) e o Sistema Turbidítico Itabapoana (Hercos e Schreiner, 2007).

agradecimentos

Aos geólogos Renato Oscar Kowsmann e Cízia Mara Hercos, pelas sugestões, revisão do texto e exemplo de dedicação ao estudo da geologia marinha.

À Huri de Sousa Barbosa, pela edição da legenda da figura 1. À Capitão-de-Fragata Ana Angélica Ligiéro Alberoni Tavares, da Seção de Geomorfologia do Centro de Hidrografia da Marinha, pelas orientações sobre como nomear as feições da margem continental. Aos colegas da Exploração, pela cessão dos dados sísmicos tão vitais ao Grupo de Geologia Marinha e aos colegas de trabalho, pelas interpretações da geomorfologia aqui apresentadas.

referências bibliográficas

BISCHOFF A. P.; LIPISK M. Estilos arquiteturais de turbiditos na Bacia do Espírito Santo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 44., 2008, Curitiba.

Expanded abstracts... Paraná: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008.

BRUSH, E.; FIDUK, J. C.; LOVE, F.; GIBBS, P.; BRINK-LARSEN, S.; FARROW, G. **The Rio Doce Canyon System in the Northern Espírito Santo Basin, Offshore Brazil.** A model for interpreting ancient deep-water sand transportation fairways. Search and Discovery Article, 2004.

FRANÇA, A. M. C. Geomorfologia da Margem Continental Leste Brasileira e da Bacia Oceânica Adjacente. **Série Projeto REMAC**, n. 7, 1979, Rio de Janeiro, p. 89-127.

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.; SCHREINER, S. Os diferentes cenários deposicionais de águas profundas das bacias do Espírito Santo e Norte de Campos e seu potencial como análogos. In: SEMINÁRIO DE INTERPRETAÇÃO EXPLORATÓRIA DA PETROBRAS, 4., 2007, Vitória. **Resumos expandidos...** Espírito Santo: Petrobras, 2007.

HERCOS, C. M.; SCHREINER, S. Sedimentação, estratigrafia e morfologia de uma porção do talude continental da Bacia do Espírito Santo In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju.

Expanded abstracts... Sergipe: Sociedade Brasileira de Geologia, 2006.

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.

KOWSMANN, R. O.; BORGES, H. V.; VICALVI, M. A. Piston cores from the SE Brazil continental slope. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, Rio de Janeiro, 2000. **Proceedings...** Rio de Janeiro, 2000. CD- ROM.

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.

SCHREINER, S.; SOUZA, M. B. F. M.; MIGLIORELLI, J. P. R. Modelo digital da geomorfologia do fundo oceânico da Bacia de Campos. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 157-160, nov. 2007/maio 2008.

SOBREIRA, J. F. F.; FRANÇA, R. L. Um modelo tectono-magmático para a região do Complexo Vulcânico de Abrolhos. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 143-147, nov. 2005/maio 2006.

VICALVI, M. A.; KOWSMANN, R. O. Application of foraminiferal biostratigraphy to the assessment of submarine geohazards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF FORAMINIFERA – FORAMS, 2006, Natal, Brazil. **Anais...** Natal, September, 2006.