

Projeção dos lineamentos Paranapanema e Tietê desde o embasamento aflorante até a bacia submersa – Bacia de Santos.

Thiago Domingues Góes Lúcio*, Iata Anderson de Souza, Maria Gabriela Castillo Vicentelli

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

The Santos Basin is located on the Brazilian continental margin, its limite north is the Campos Basin and the south is Pelotas Basin. It shows a high hydrocarbon potential on discoveries found on new prospective horizons like *pré-sal* reservoirs. This study is oriented to verify the Paranapanema and Tietê lineaments from the onshore basement to the offshore basin, as well as how they are important on the hydrocarbon traps definition.

The mentioned lineaments were interpreted on the onshore region by De Souza (2008), and projected to the basin (offshore) using gravimetric, magnetometric and seismic data.

It was verified that these lineaments changed its main NW-SE direction to N70E direction in water depth higher than 140 meters. In this sense, the Paranapanema lineament is sub-divided in two structural features confirmed by seismic lines. It is important to mention, that these principal fault system are related to extensional tectonics and sometimes the apparently inverse movement of the fault would be related to strike slip faults on the *pré-salt* level, it will configure hydrocarbon traps sealed by the salt layer.

Resumo

A Bacia de Santos se localiza na margem continental brasileira, fazendo limite a norte com a Bacia de Campos e a sul com a Bacia de Pelotas. A mesma apresenta um enorme potencial na descoberta de novos horizontes petrolíferos, principalmente no pré sal. O presente trabalho pretende verificar a projeção dos lineamentos Paranapanema e Tietê, principalmente, desde o embasamento aflorante até a bacia submersa, assim se pretende analisar como eles estariam influenciando a formação de armadilhas estruturais capazes de conter hidrocarboneto.

Os lineamentos projetados foram interpretados no embasamento por De Souza (2008) e projetados para dentro da bacia submersa utilizando dados gravimétricos, magnéticos e sísmicos na região offshore.

Foi verificado que o lineamento Paranapanema não se projeta lineamente para dentro da Bacia modificando a tendência NW-SE para uma tendência N70E, dividindo o

lineamento em duas feições estruturais verificadas nas linhas sísmicas. Deve-se mencionar que estes sistemas principais estão associados a sistemas de falhas normais, e por vezes apresentam rejeitos aparente inverso (provável transcorrência associada) na camada do pré-sal, podendo configurar armadilhas neste nível seladas pela camada de sal.

Introdução

A Bacia de Santos está localizada na margem continental brasileira e compreende os litorais dos estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro. Ela se limita a norte com a Bacia de Campos através do Alto de Cabo Frio e a sul com a Bacia de Pelotas pela Plataforma de Florianópolis (Figura 1), totalizando uma área de aproximadamente 350.000 Km² sob uma lâmina d'água de 3.000 m.

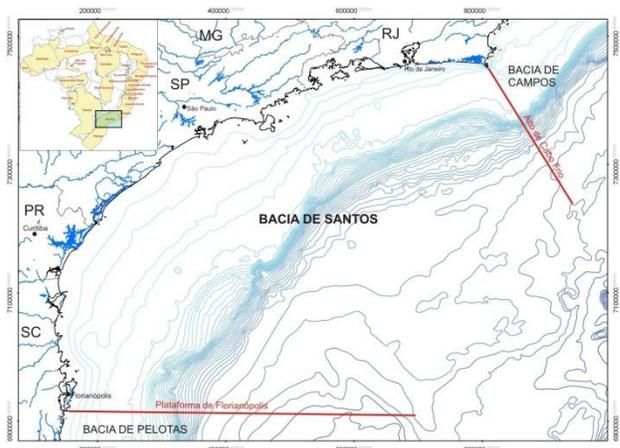


Figura 1 - Localização da Bacia de Santos, destacando seus limites com a Bacia de Campos a norte e a Bacia de Pelotas a sul.

A bacia é de margem passiva, e foi gerada durante o processo de ruptura do continente Gondwana, que teve início no Neocominiano, culminando com a abertura e separação total dos continentes americano e africano.

A evolução tectônico-sedimentar desta bacia pode ser dividida em três fases principais, segundo Pereira et al. (1986) e Pereira & Feijó (1994) elas seriam a fase rifte, fase de transição e fase de margem passiva. Já segundo o Boletim de Geociências da Petrobras de 2007 elas seriam divididas em sequencia rifte, sequencia pós-rifte e sequencia drifte, sendo essa ultima proposta subdividida em muitas outras subsequências.

Segundo Nunes et al. (2004), a seqüência rifte inicia-se com derrames basálticos neocominianos designados de Formação Comburui, que serviram praticamente como embasamento para o preenchimento sedimentar

posterior. Com a diminuição da atividade vulcânica, os grandes espaços criados pela tafrogenia foram preenchidos por sedimentos lacustres barremianos, designados de Formação Guaratiba. A transição da fase rifte para o estágio marinho franco ocorreu num ambiente marinho restrito, com a formação de planícies de sabkha, marcando o início da fase de subsidência tectônica. Foram depositados espessos pacotes evaporíticos denominados de Formação Ariri, de idade Aptiano-Eoalbio. Após a fase evaporítica, teve início a separação efetiva dos continentes, com o desenvolvimento da cadeia Mesoatlântica e a entrada definitiva do mar.

A estreita passagem do mar evaporítico ampliou-se, dando lugar à deposição de uma extensa plataforma carbonática rasa, cujos depósitos são denominados de Formação Guarujá, de idade mesoalbio. Durante o Albiano Superior a contínua transgressão marinha tornou o ambiente progressivamente mais profundo, o que fez com que os carbonatos fossem substituídos por intercalações rítmicas de calcilutitos, margas e folhelhos, os quais designam a Formação Itanhaém. Ao longo da linha de costa albiana, sistemas clásticos do tipo "fandeltas" foram desenvolvidos, de modo a interdigitarem-se lateralmente com os carbonatos da Formação Guarujá e com os pelitos da Formação Itanhaém.

Durante o Neocretáceo ocorreu o soerguimento da área fonte da bacia de Santos, a Serra do Mar, o que ocasionou um grande afluxo de sedimentos à bacia, que como consequência manteve a bacia num ambiente continental e de mar raso. Nesse período, nas porções mais proximais da bacia, depositaram-se espessas cunhas de conglomerados e arenitos, designados Formação Santos, e arenitos de ambiente marinho raso, designados de Formação Juréia. Nas porções mais distais foram depositados os folhelhos orgânicos da Formação Itajaí-Açu. As rochas da Formação Iguape foram depositadas num ambiente de plataforma carbonática, com influência de leques aluviais nas áreas mais proximais. Nas porções médio-distais da bacia, foram depositados folhelhos e arenitos finos turbidíticos intercalados, designados de formação Marambaia. Os depósitos siliciclásticos do Quaternário, em forma de leques costeiros, foram designados de Formação Sepetiba.

Em 2007 a Petrobras publicou uma nova carta estratigráfica para a Bacia de Santos (Figura 2), promovendo algumas mudanças em relação à coluna proposta por Pereira & Feijó em 1994.

Importância da Área

A Bacia de Santos se tornou mundialmente conhecida após anunciada a grande quantidade de óleo e gás descoberta na porção rifte de seus sedimentos, ou pré sal.

Esse volume de hidrocarboneto ainda não foi totalmente mensurado, entretanto já se sabe que os números já superaram as expectativas, elevando o Brasil a um novo patamar no que diz respeito aos grandes produtores de hidrocarbonetos mundiais, se tornando um de seus principais representantes.

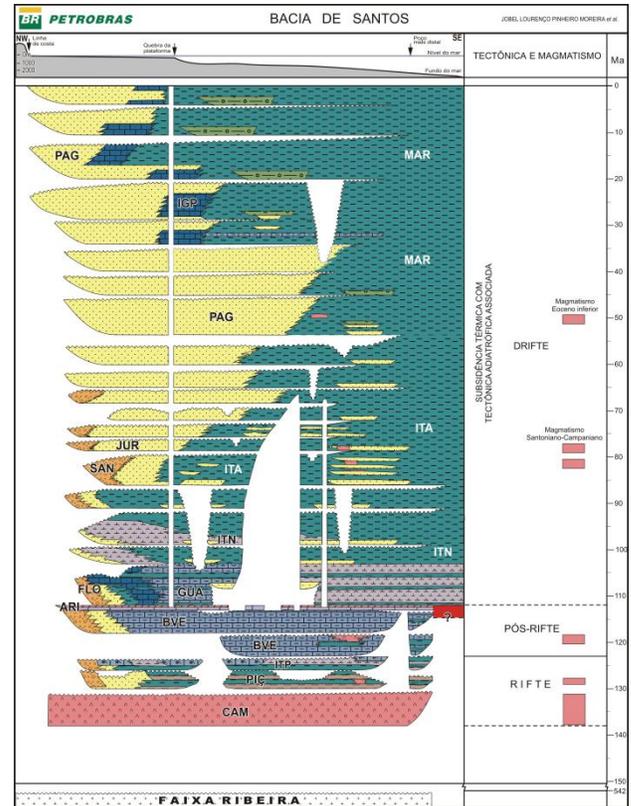


Figura 2 - Proposta mais atual da estratigrafia da Bacia de Santos, apresentada em 2007 pelo Boletim de Geociências da Petrobras.

Objetivos

Esse trabalho tem como essencial caracterizar o regime tectônico atuante na porção central da Bacia de Santos a partir do auxílio de dados de subsuperfície em zona offshore (sísmica 2D e dados de poços) juntamente com dados de superfície do embasamento continental (imagens SRTM e Landsat), sendo estudados principalmente os alinhamentos Paranapanema e Tietê, fazendo sua relação com os traços estruturais da bacia, como áreas de falha que possam gerar depocentros ou trapas estruturais capazes de formar reservatórios economicamente viáveis para exploração futura.

Métodos

Para a exequibilidade deste projeto, foram necessárias quatro fases de atividades, sendo elas: Levantamento bibliográfico, sensoriamento remoto, interpretações geofísicas e integração dos dados.

Na primeira etapa foram levantados dados sobre a Bacia de Santos e a relação com seu embasamento emerso adjacente. Procurou-se nesta etapa definir principalmente parâmetros genéticos e estratigráficos da bacia, para uma melhor contextualização de todo o processo seguinte.

Para a porção emersa da área de estudo, foram utilizadas imagens SRTM e Landsat, nas quais foram possíveis extrair feições estruturais como lineamentos, fraturas, falhas e foliações.

Quanto aos dados geofísicos, foram utilizadas dez seções sísmicas e informação de dez poços contendo dados de raio gama, sônico, densidade, resistividade e descrição de testemunho, além do auxílio de mapas gravimétricos e magnetométricos. Os dados sísmicos de reflexão, bem como os dados dos poços foram fornecidos pelo BDEP, administrada pela ANP, no qual cedeu as informações através da política de gratuidade para as universidades (Figura 3).

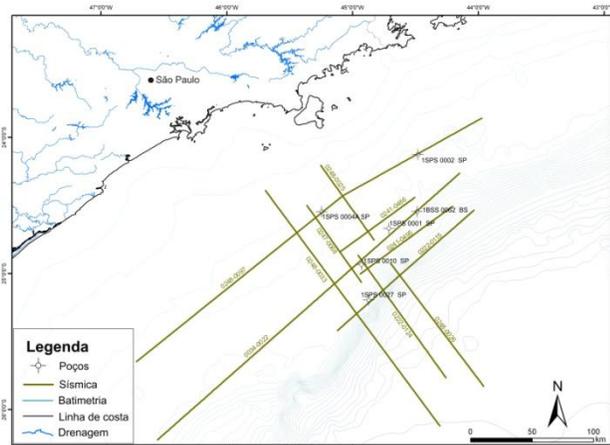


Figura 3 - Distribuição dos poços e linhas sísmicas estudadas na Bacia de Santos.

Os dados foram todos analisados e interpretados no LISG (Laboratório de Interpretação de dados Sísmicos e Geológicos) localizado na UNESP - Rio Claro.

Resultados

Quando analisados os dados gravimétricos e magnéticos da área estudada, verificou-se sobre o mapa magnetométrico (Figura 4), que a continuidade dos lineamentos Paranapanema e Tietê não é linear para dentro da Bacia submersa, sendo que os mesmos modificam seu rumo em lâmina de água aproximada de 140 metros.

Outra observação importante é relacionada ao fato do lineamento Paranapanema se subdividir em dois lineamentos, definidos neste trabalho como lineamentos A e B e apresentados nas figuras 4 e 5.

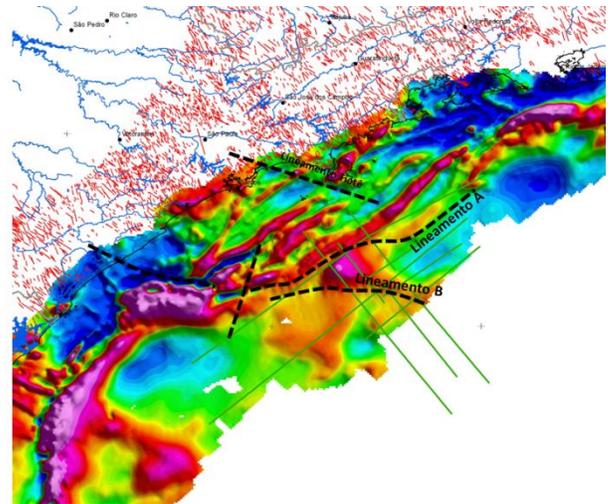


Figura 4 - Mapa magnetométrico com lineamentos principais interpretados.

No mapa gravimétrico (Figura 5), são verificados os lineamentos, embora eles não sejam tão claros quanto no mapa magnetométrico. Ao projetar os lineamentos sobre o dado sísmico (Figura 6) é confirmado nas linhas sísmicas que o lineamento A corresponde com uma falha única e o lineamento B é um sistema de falhas normais que poderia estar configurando armadilhas de hidrocarboneto para toda a seqüência rift em lâmina de água de menos de 200 metros.

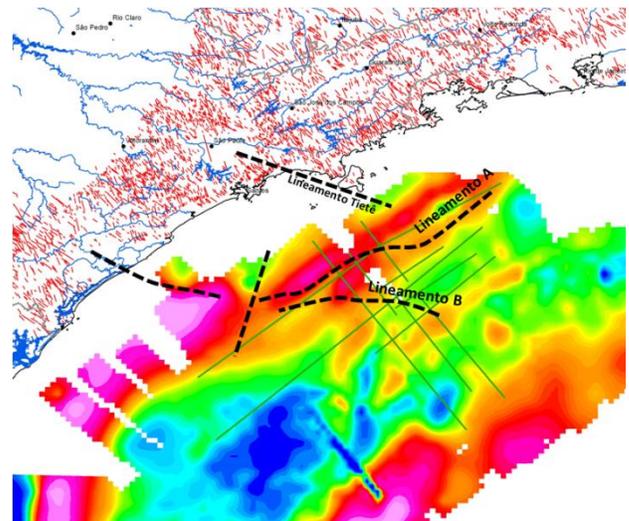


Figura 5 - Mapa gravimétrico com os lineamentos principais interpretados.

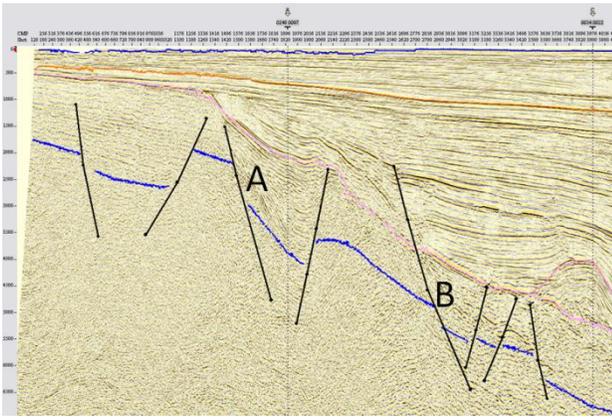


Figura 6 – Seção sísmica exibindo as feições estruturais A e B, que geram falhas normais na porção do embasamento e dos sedimentos do pré-sal.

Conclusões

A partir da integração de dados de lineamentos obtidos da interpretação de imagens de satélite SRTM e Landsat, com dados sísmicos, gravimétricos e magnéticos, pode-se concluir que os lineamentos Paranapanema e Tieté não se projetam linearmente para dentro da Bacia de Santos, modificando a tendência clara NW-SE para uma tendência N70E, sendo que o lineamento Paranapanema se divide em duas feições estruturais verificadas nas linhas sísmicas, onde uma é caracterizada por ser uma falha única, e a outra mais ao sul é composta por um sistema de falhas normais que por vezes apresenta rejeitos aparente inverso (provável transcorrência associada) na camada do pré-sal, podendo configurar armadilhas neste nível seladas pela camada de sal e em lâmina de água inferior à 200 metros.

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Formação de Recursos Humanos para Setor de Petróleo e Gás – PRH-05-ANP/PETROBRAS pelo auxílio financeiro por meio de bolsa de estudo e pela implantação de todo o suporte necessário do Laboratório de Interpretação Sísmica e Geológica (LISG). A Landmark Graphics que cedeu diversos módulos do programa Landmark através do Grant Educacional. A ANP/BDEP que forneceu os dados geofísicos para realização do trabalho, através da política de gratuidade para universidades.

Referências Bibliográficas

CHANG, H. K, KOWSMANN RO, FIGUEREDO AMF & BENDER AA. Tectonics and stratigraphy of the East Brazil rift system: an overview. *Tectonophysics*, n.213, p. 97–138, 1992.

HASUI Y., OLIVEIRA, M. A. F. de. Província Mantiqueira. Setor Central. In: F. F. M. de Almeida, Y. Hasui. O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, Blücher, p. 308-344, 1984.

HASUI, Y., OLIVEIRA, M.A.F. Província Mantiqueira. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. (Coordenadores), O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1984.

HASUI, Y. 2008. Província Mantiqueira. In: C.D.R. Carneiro, Y. Hasui, A. Barterelli (Coords.), Geologia do Brasil. Oficina de Textos.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS-NETO, M.; SILVA, L.C.; TROUW, R.; JANASI, V. 2004. A Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. (eds). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. Beca Produções Culturais Ltda, São Paulo.

MACEDO, J.M., Evolução estrutural da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. 1987. 173f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1987.

MACEDO, J.M. Evolução Tectônica da Bacia de Santos e áreas continentais adjacentes. Revista Geociências da Petrobrás. Rio de Janeiro, v.3, n.3, p.159-173, 1989.

OJEDA, H.A.O. Structural framework, stratigraphy and evolution of Brazilian marginal basins. AAPG Bulletin, v.66, n° 6, p.732-749, 1982.

PEREIRA, M.J., FEIJÓ, F.J. 1994. Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8(1):219-234.

SOUZA, I. A. de. Falhas de transferência da porção norte da Bacia de Santos interpretadas a partir de dados sísmicos: sua influência na evolução e deformação da bacia. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

Moreira J.L.P. et al. 2007. Cartas Estratigráficas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8(1):219-234.

TROUW, R.A.; HEILBRON, M.; RIBEIRO, A.; PACIULLO, F.; VALERIANO, C. M.; ALMEIDA, J.C.H.; TUPINAMBÁ, M.; ANDREIS, R.R. The central segment of the Ribeira Belt. In: CORDANI, U.G, MILANI, E.J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds.): Tectonic evolution of South America, Rio de Janeiro, 31st International Geological, 2000.