

## Análise Regional Geofísica e Geológica das Estruturas Profundas na Bacia de Santos

João Victor Lima<sup>1</sup> (UERJ); Webster Mohriak<sup>2</sup>

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> 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.

### Resumo

Na maioria das situações relacionadas aos estudos da Terra, um método geofísico não é suficiente para chegar a uma conclusão de uma questão específica, já que o mesmo é passivo de ambiguidades ou incertezas na interpretação. Para tal, se faz necessário que um ou mais métodos sejam integrados, gerando uma resposta que se aproxime do modelo real e com confiabilidade para que a mesma metodologia possa ser aplicada em outros casos similares. Partindo desse ponto o presente trabalho sugere a realização de uma Modelagem Gravimétrica 2-D, auxiliada por dados sísmicos e de poços, visando o mapeamento das estruturas profundas da bacia de Santos, já que o conhecimento sobre as mesmas é de grande importância para estudos tectônicos para reconstrução histórica da bacia que servem de parâmetro de entrada nos estudos de modelagem visando reconstruir os processos de geração, migração e acumulação de Hidrocarbonetos.

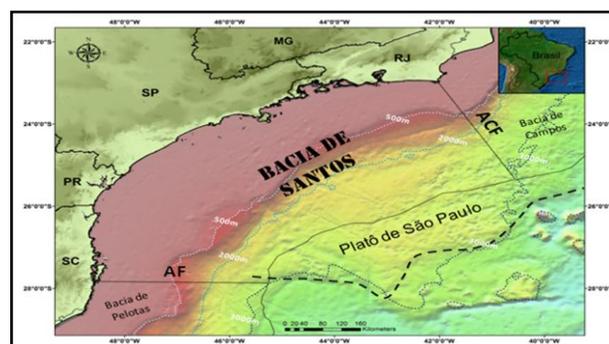
### Introdução

Localizada na margem atlântica brasileira encontra-se a Bacia de Santos (Fig.1), geologicamente delimitada ao Norte pela Bacia de Campos (Alto de Cabo Frio) e ao Sul pela Bacia de Pelotas (Alto de Florianópolis), apresentando uma área total aproximada de 350.000 km<sup>2</sup> que abrange os litorais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Essencialmente marinha, a Bacia de Santos compreende uma das maiores depressões do embasamento na costa brasileira com uma espessura sedimentar da ordem de 7 - 10 km nos maiores depocentros (Pereira & Macedo, 1990).

Morfologicamente ela se diferencia das demais bacias da margem sudeste brasileira por apresentar uma área com dimensão de cerca de 1000 km de comprimento, aproximadamente, compreendendo a área entre o sul da cadeia Vitória-Trindade até a Dorsal de São Paulo, denominada Platô de São Paulo.

Do ponto de vista do potencial petrolífero, a Bacia de Santos constitui uma importante fronteira exploratória devido às importantes descobertas relacionadas a grandes campos de gás nas décadas de 80 e 90 e aos reservatórios do pré-sal recentemente. Estes fatos, explicam o interesse demonstrado por empresas e instituições governamentais, reforçando assim importância desta bacia no contexto exploratório nacional.



AF = Alto de Florianópolis ACF = Alto de Cabo Frio — Limites Offshore

Fig.1: Localização e limites da Bacia de Santos

Trabalhos anteriores, como De Mio (2005) justificam a integração de métodos potenciais e sísmicos como a melhor metodologia a ser aplicada para entendimento regional na Bacia de Santos. Isso se deve, especificamente, pois a mesma apresenta uma espessa seção evaporítica de idade aptiana que ocasiona uma baixa qualidade no imageamento sísmico abaixo da mesma, fato que por si só abre uma série de discussões sobre os aspectos crustais e da fase rifte desta bacia.

Trabalhos como Leyden *et al.* (1971), Chang *et al.* (1992), De Mio (2005), Zalan *et al.* (2011) e Kumar *et al.* (2012), usam a modelagem gravimétrica como método para o estudo crustal na bacia de Santos.

A partir desse cenário, o presente trabalho sugere a aplicação de uma modelagem gravimétrica 2-D, auxiliada por dados sísmicos e de poços provenientes de campanhas realizadas na região, visando o mapeamento e caracterização das estruturas profundas na Bacia de Santos e sustentando ou não os modelos já existentes.

### Metodologia

Usualmente, estudos sobre a estruturação profunda das bacias sedimentares são realizados nas etapas iniciais de exploração das mesmas, no qual o

objetivo é um rápido *overview* em escala regional visando à caracterização da bacia em foco.

De acordo com Araújo (2005), diferentes estratégias podem ser aplicadas quando há disponibilidade de uma grande quantidade de dados de natureza diferentes, sejam eles provenientes de estudos geofísicos ou geológicos. Uma estratégia seria a criação de um modelo para cada parâmetro e então, a realização da interpretação dos diferentes modelos de forma independente; neste caso, a integração ocorreria apenas na etapa final.

Outra solução seria a geração de um modelo derivado da inversão conjunta de todos os diferentes grupos de dados; neste caso, a integração começaria a partir dos dados iniciais e continuaria, progressivamente e interativamente, nos processos de inversão e interpretação.

Baseado nisso, foi optada pela escolha da modelagem gravimétrica direta, no qual através de um processo de tentativa e erro, onde as densidades e formas geométricas das fontes são assumidas e o valor de gravidade é calculado e comparado ao observado (Castro, 2005). Os parâmetros do modelo são alterados até que a anomalia calculada a partir dele seja ajustada satisfatoriamente aos dados observados.

Sendo assim, há a necessidade de um conhecimento a priori da região para que o primeiro modelo gerado seja o tão próximo possível do real. Para tal, a integração se torna necessária, sendo feita através das seguintes etapas:

- Avaliação dos mapas regionais;
- Interpretação dos dados sísmicos e poços;
- Geração dos modelos Gravimétricos.

#### Base de dados

Para o projeto, são utilizados dados e mapas provenientes de anomalia free-air, pois a mesma se equivale à anomalia Bouguer em área oceânica, já que a superfície topográfica está, neste caso, no mesmo nível do mar e que coincidente de forma geral com a superfície do geoid. Sendo assim, foi feito o download do banco de dados público Sandwell, D. T., and W. H. F. Smith (2009), adquiridos pelo satélite Geosat e ERS-1 altimetry

Os dados sísmicos incluem por três grandes linhas dip que atravessam a Bacia de Santos, desde o domínio de águas rasas, até as águas profundas (Oeste-Leste), apresentando offsets médios a longos, de forma a retratar as características da bacia nas porções norte, central e sul (Fig.2). Após a escolha destas, linhas perpendiculares (strike) foram escolhidas, para o entendimento lateral (Norte-Sul) da bacia, tanto em domínio raso, quanto profundo. Os poços exploratórios encontram-se sobre ou próximo a essas linhas (Fig.2).

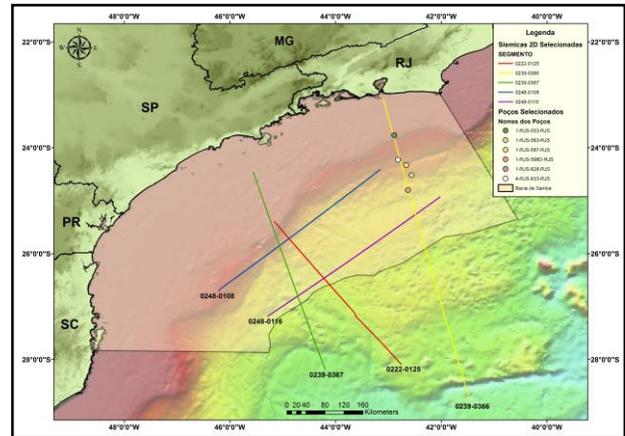


Fig.2: Mapa com a localização de todos os dados

#### Software

Diferentes softwares foram utilizados durante o projeto sendo cada um fundamental e com função específica. Na etapa de gerenciamento e interpolação de dados foi utilizado o software Oasis Montaj, no qual os dados gravimétricos foram gridados e carregados nos ArcGIS gerando o mapa regional de anomalia free-air (Fig3).

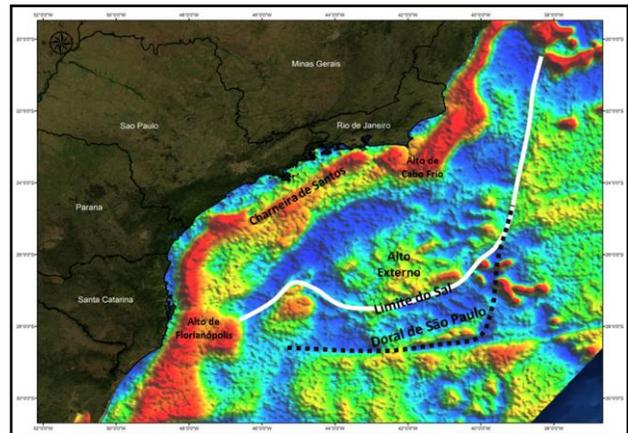


Fig.3: Mapa de anomalia gravimétrica ar-livre evidenciando as principais feições da bacia de Santos

Na etapa da interpretação sísmica e de modelagem gravimétrica, foi utilizado o software Fugro LCT que apresenta ambas as interfaces que se integram ao longo do processo.

#### Geração dos Modelos

Através das interfaces do Fugro LCT, os horizontes interpretados, que são usados como input para o modelo gravimétrico, geram os polígonos iniciais para a modelagem. Esses polígonos iniciais são resultados da interpretação dos topos e bases das fases Rife, Transicional e Pós-Rife, sísmicos auxiliada pelos dados de poços. Além disso, aproximações da profundidade da Moho através do modelo de Airy e da análise do comprimento de onda do dado gravimétrico são adicionadas aos modelos iniciais.

## Resultado

Após a geração dos modelos básicos, a presença de *misfit*, aponta a necessidade de alteração, no qual estudos mostram que como a densidade, a dimensão das estruturas causa influência direta nos valores da anomalia gravimétrica free-air, no qual:

- Mudanças crustais na ordem de 15-50 km podem gerar mudanças de até 100 mgals.
- Mudanças da profundidade do embasamento causada por falhas geram mudanças na ordem de 10 mgal, a depender do sedimento que está sobreposto a esse embasamento.
- Para corpos formados por rochas sedimentares, as diferenças não passam da ordem de 5 mgals, no qual as maiores influências estão em regiões com domos ou muralhas de sal e grabens da ordem de 1 – 5 km de profundidade.

Baseados nesses conceitos, os modelos foram revistos, no qual as diferentes abordagens foram aplicadas visando identificar a que melhor se adapta, uma vez observado o sinal calculado e o medido.

Sendo assim, a seguir os modelos finais mostrando as distribuições de densidades e litologias de cada linha. Nota-se que por questões relacionadas à qualidade de dado e fins de simplificação, diferenças entre os valores calculados e medidos são percebidas, mas de maneira geral, os maiores comprimentos de ondas (caracter regional) foram bem representados pelos modelos.

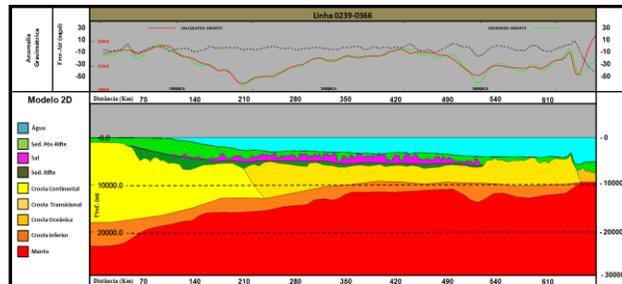


Fig.4: Modelo gravimétrico final 0239-0366 com a indicação das estruturas rasas e profundas.

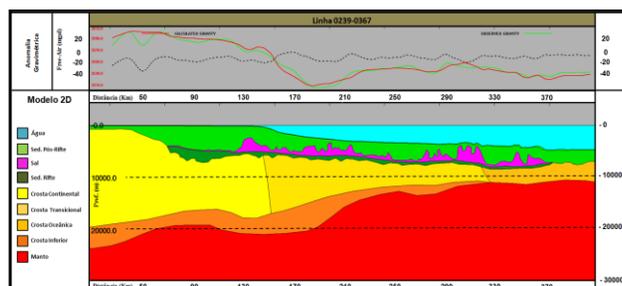


Fig.5: Modelo gravimétrico final 0239-0367 com a indicação das estruturas rasas e profundas.

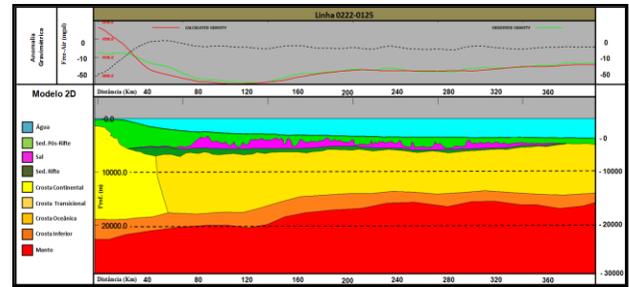


Fig.6: Modelo gravimétrico final 0222-0125 com a indicação das estruturas rasas e profundas.

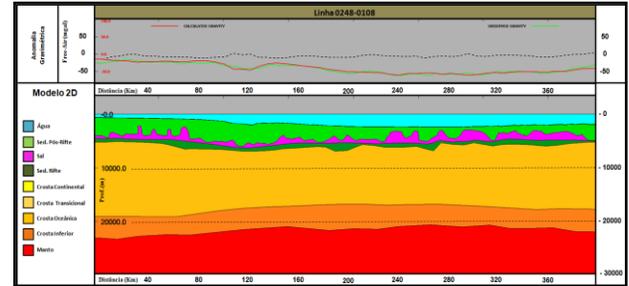


Fig.7: Modelo gravimétrico final 0248-0108 com a indicação das estruturas rasas e profundas.

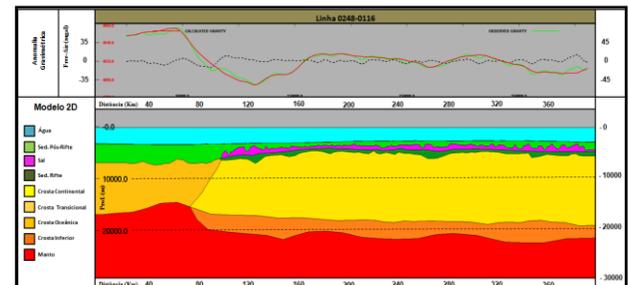


Fig.8: Modelo gravimétrico final 0248-0116 com a indicação das estruturas rasas e profundas.

## Conclusão

A modelagem gravimétrica realizada com dados gravimétricos free-air adquiridos sobre as linhas 0239-366 / 367, 022-125 e 0248-108/116, auxiliadas por dados sísmicos e de poços na bacia de Santos, mostraram-se satisfatórias quando analisado as espessuras crustais resultantes e as zonas de contato entre os diferentes tipos de crosta e de passagem para o manto, inicialmente desconhecida pela baixa resolução da sísmica de reflexão.

Do ponto de vista exploratório, a presença de uma espessura crustal considerável ao longo das linhas até a passagem definitiva para a crosta oceânica, com a presença de altos do embasamento, abre a possibilidade de *plays* em águas ultra-profundas e fora dos limites matírimos da bacia de Santos. Contudo devido a natureza dessa região e sua distância em relação as áreas fontes, diminui a chance de termos rochas geradoras, como também a presença de bons reservatórios siliciclásticos. Observa-se, entretanto a

