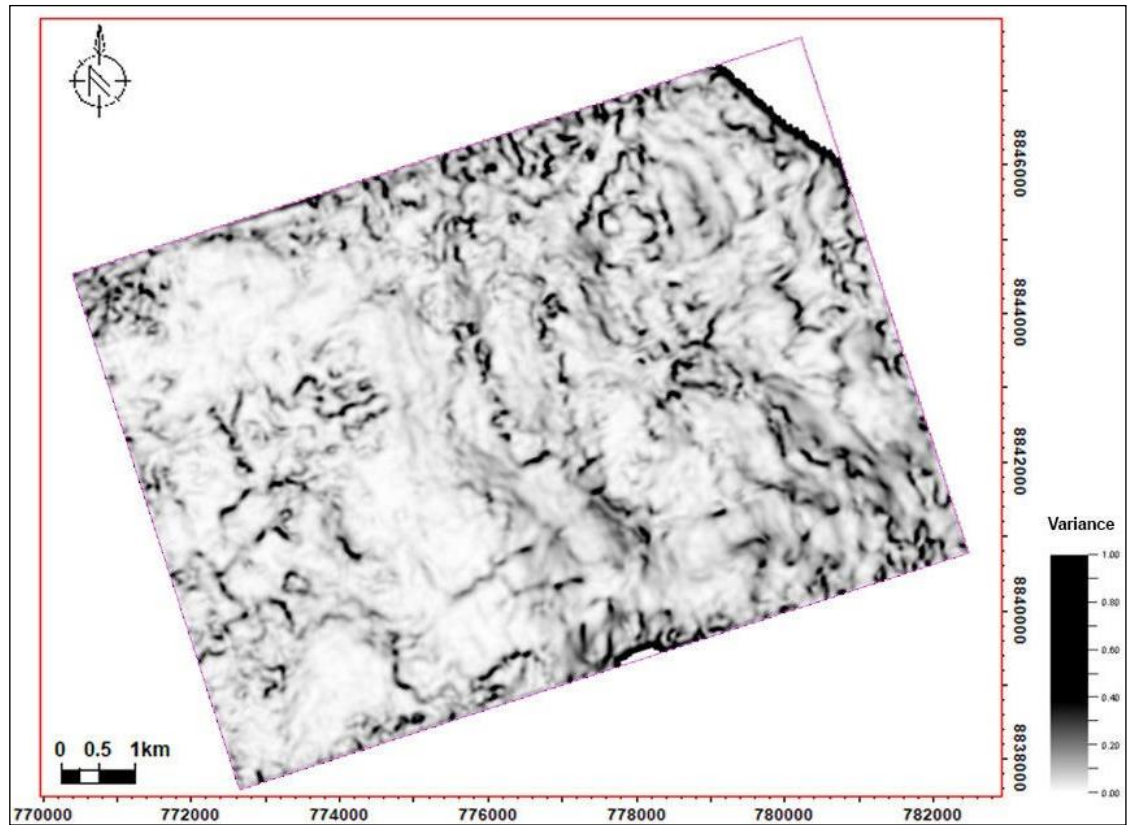


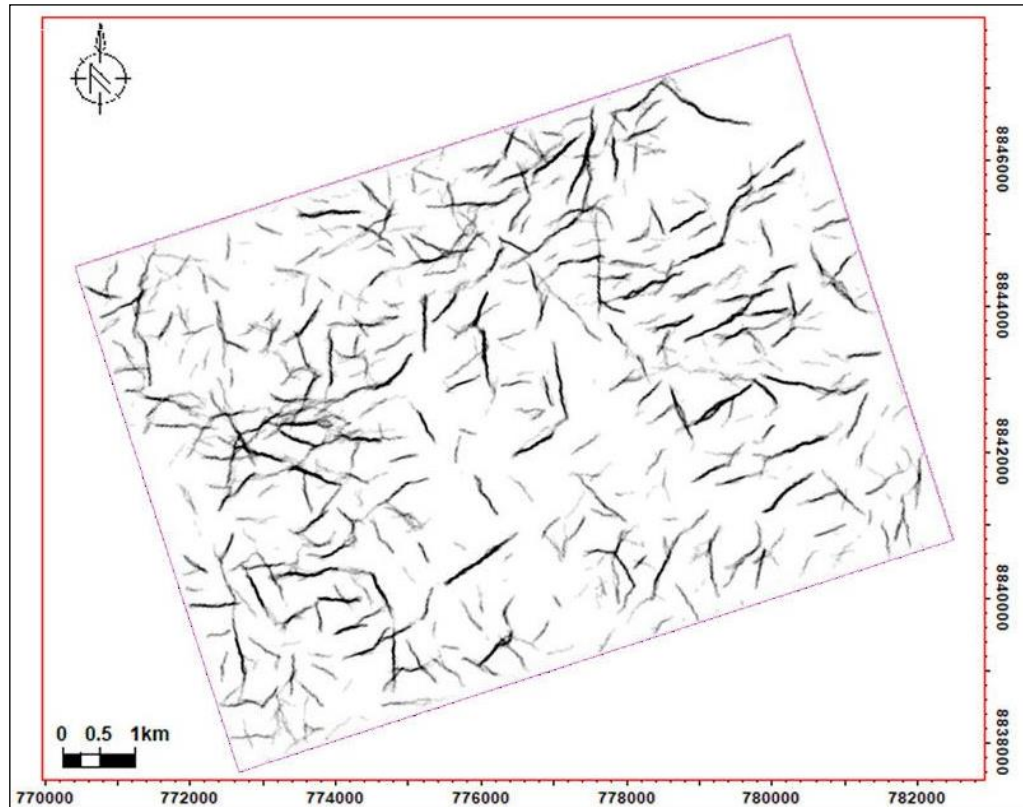
A Figura 44 mostra o *time slice* (1800 ms) no volume Brejo Grande com o atributo de variância. Na Figura 45 é apresentado o resultado do atributo *ant-tracking* aplicado sobre o cubo de variância mostrando a estrutura das falhas e fraturas associadas.

Figura 44 – Atributo de variância no volume original mostrando as principais falhas no *time slice* 1800 ms.



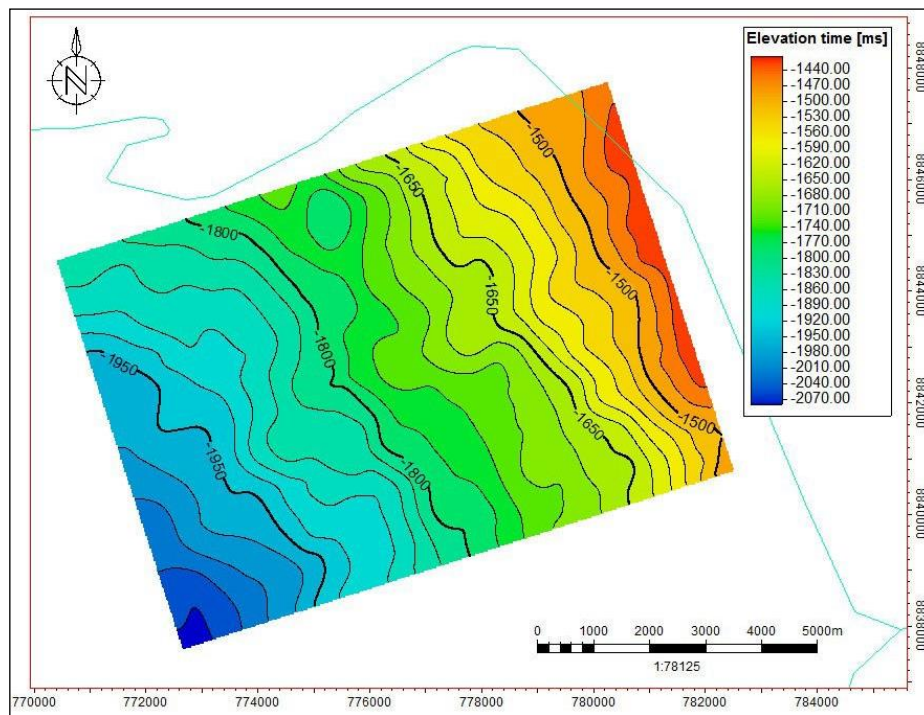
Fonte: COELHO, 2017.

Figura 45 – Volume de variância com o atributo *ant-tracking* no time slice de 1800 ms, mostrando as falhas realçadas.



Fonte: COELHO, 2017

Figura 46 – Mapa estrutural em tempo do horizonte do topo da Formação Coqueiro Seco no volume sísmico Brejo Grande.



Fonte: COELHO, 2017

5.5 Interpretação Estrutural

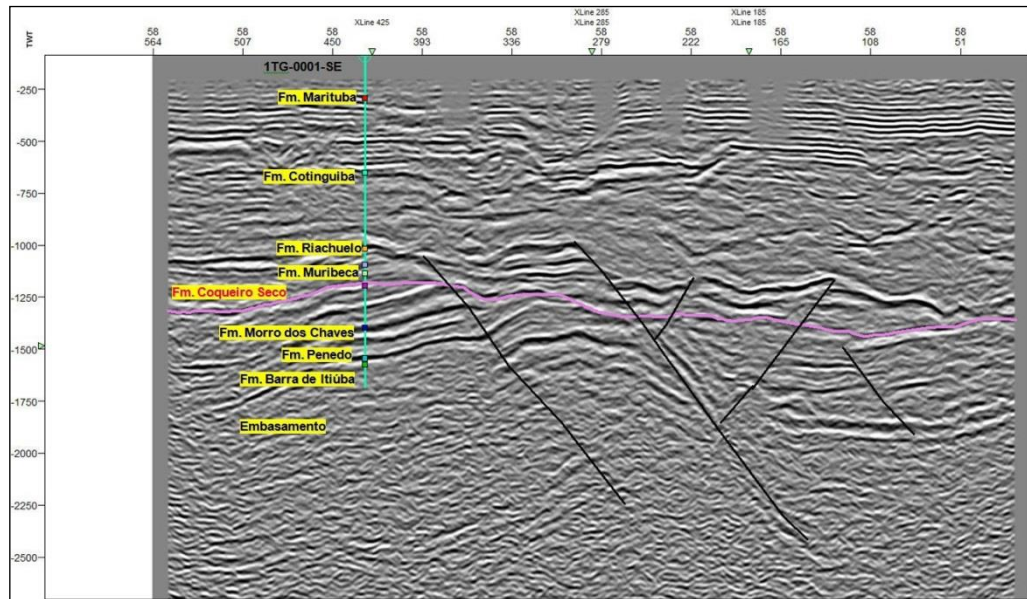
A caracterização do arcabouço estrutural da Sub-Bacia de Sergipe foi realizada nos volumes sísmicos Brejo Grande e Tigre Ponta Mangues através da análise dos mapas estruturais em tempo gerados na superfície sísmica do horizonte no topo da Formação Coqueiro Seco. Esta formação foi identificada como o principal intervalo de interesse para o reservatório, baseada na interpretação litoestratigráfica e levantamento bibliográfico prévio, que configura a unidade como potencial geradora/reservatório.

Na área do volume sísmico Brejo Grande, situado na porção mais profunda da bacia, nota-se o controle estrutural concordante ao *strike* geral da bacia SW-NE com tendência de maior profundidade na direção SW e menor na direção NE, conforme apresentado na Figura 46.

A seção sísmica interpretada do volume Tigre Ponta Mangues localizado na região mais rasa da bacia, próximo ao compartimento tectônico Rampa Alagamar (Figura 47), mostra as principais formações geológicas calibradas com o poço 1TG-0001SE e o horizonte da Formação Coqueiro Seco. Nesta área é observado o estilo estrutural de falhas normais, dispostas em meio grabens, concordantes com as falhas regionais de *strike* SW-NE resultantes do rifteamento ocorrido na Bacia.

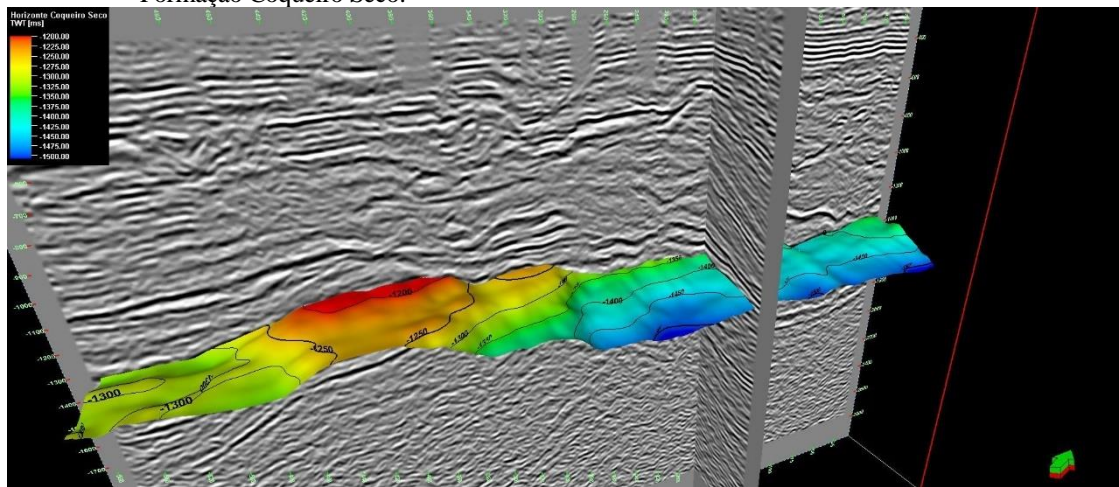
Na Figura 48 é apresentada a visualização 3D da superfície do horizonte de interesse, da Formação Coqueiro Seco. E o mapa estrutural em tempo, apresentando maior profundidade na direção NW e mais raso na direção SW (Figura 49).

Figura 47 – Seção sísmica interpretada no volume sísmico Tigre Ponta Manguês, mostrando o horizonte do topo da Formação Coqueiro Seco e as falhas regionais da Bacia.



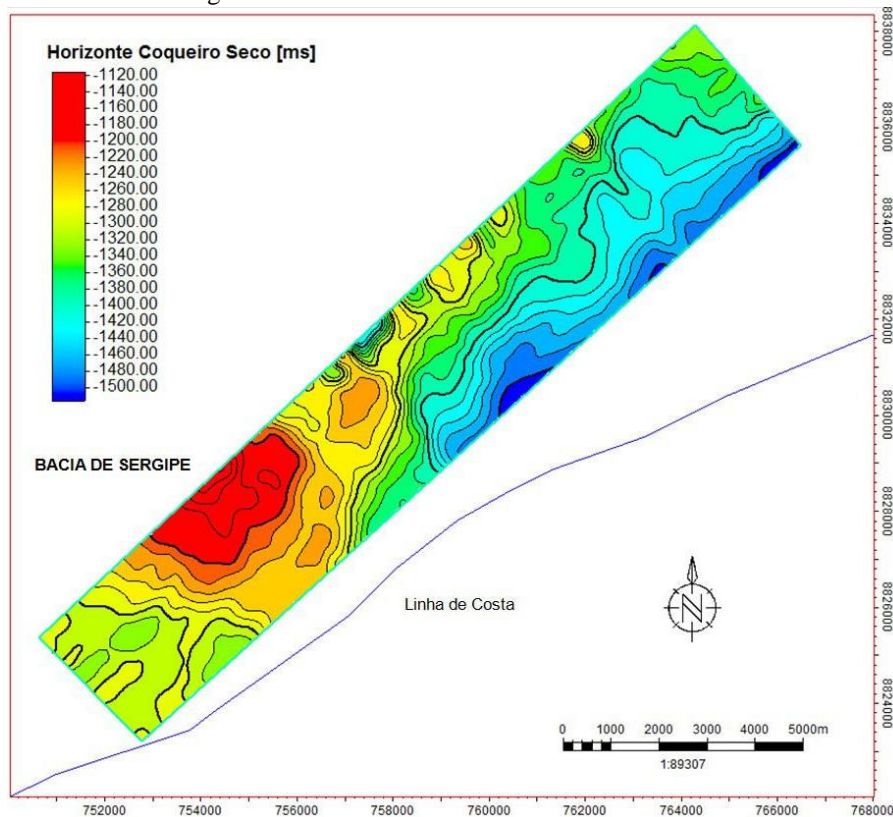
Fonte: COELHO, 2017.

Figura 48 – Volume sísmico 3D Tigre Ponta Manguês, mostrando a superfície do horizonte do topo da Formação Coqueiro Seco.



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 49 – Mapa estrutural em tempo da superfície do horizonte do topo da Formação Coqueiro Seco no volume sísmico Tigre Ponta Manguês.



Fonte: COELHO, 2017.

5.5.1 Avaliação das Falhas Sísmicas

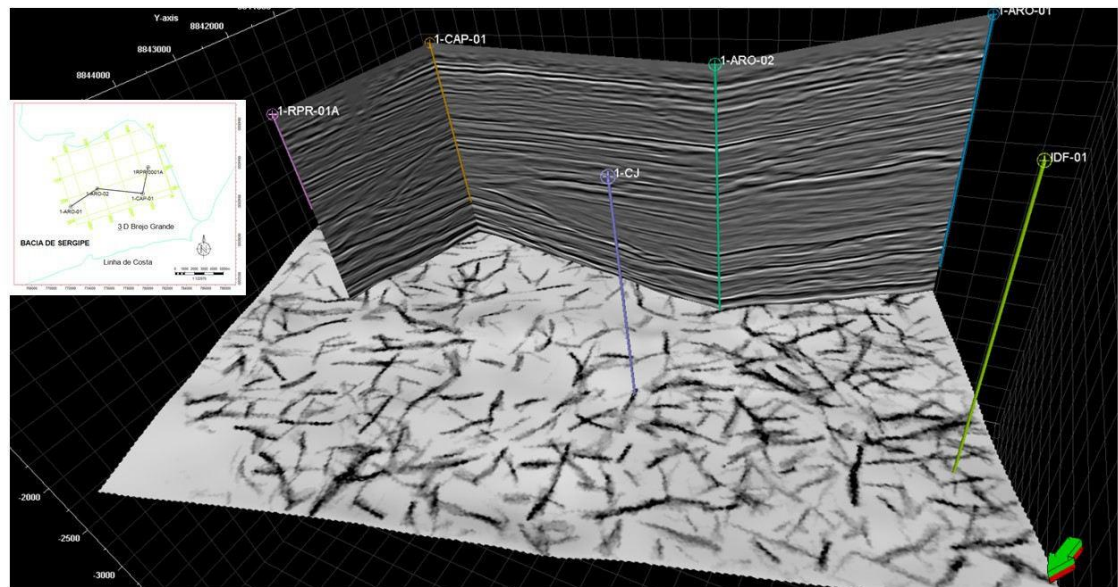
Nesta etapa do trabalho, procedeu-se a análise da resposta dos atributos sísmicos aplicados anteriormente, que melhor evidenciasse o padrão estrutural em escala de detalhe.

Dentre os atributos sísmicos testados, o volume sísmico resultante do multi-atributo *ant-tracking* apresentou a melhor resposta para identificar e rastrear as falhas e fraturas geológicas, que não eram bem visíveis anteriormente na sísmica. A análise do fraturamento natural utilizando, o *ant-tracking* foi realizada na superfície sísmica do horizonte da Formação Coqueiro Seco.

Nas Figuras 50 e 51 é possível visualizar os volumes sísmicos com o mapa de atributos gerados na superfície sísmica, mostrando a distribuição sistemática das falhas com intenso grau de fraturamento, nas superfícies do embasamento, pré-rifte e rifte.

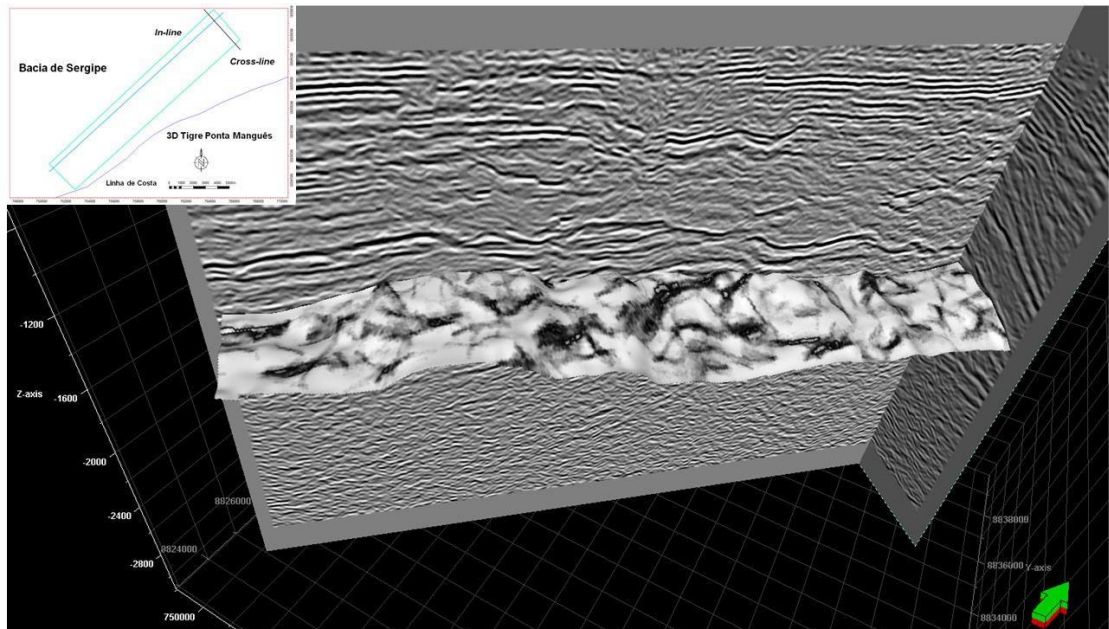
A presença de fraturas naturais nas rochas geradoras corresponde a um fator fundamental para prever a distribuição e a intensidade do fraturamento nos reservatórios, que podem favorecer ou não no desempenho da produção.

Figura 50 – Visualização 3D do mapa de atributo *ant-tracking* no horizonte alvo Coqueiro Seco com a distribuição dos poços no volume sísmico Brejo Grande.



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 51 – Visualização 3D do mapa de atributo *ant-tracking* no horizonte alvo Coqueiro Seco no volume sísmico Tigre Ponta Manguês.



Fonte: COELHO, 2017.

5.6 Correlação das Falhas Gravimétricas e Sísmicas

Na execução do trabalho foram realizadas interpretações das principais feições estruturais da Bacia de Sergipe, utilizando métodos sísmicos e potenciais para verificar a hipótese da influência das falhas na deposição dos folhelhos geradores/reservatórios e na geração das zonas de fraturamento nos mesmos.

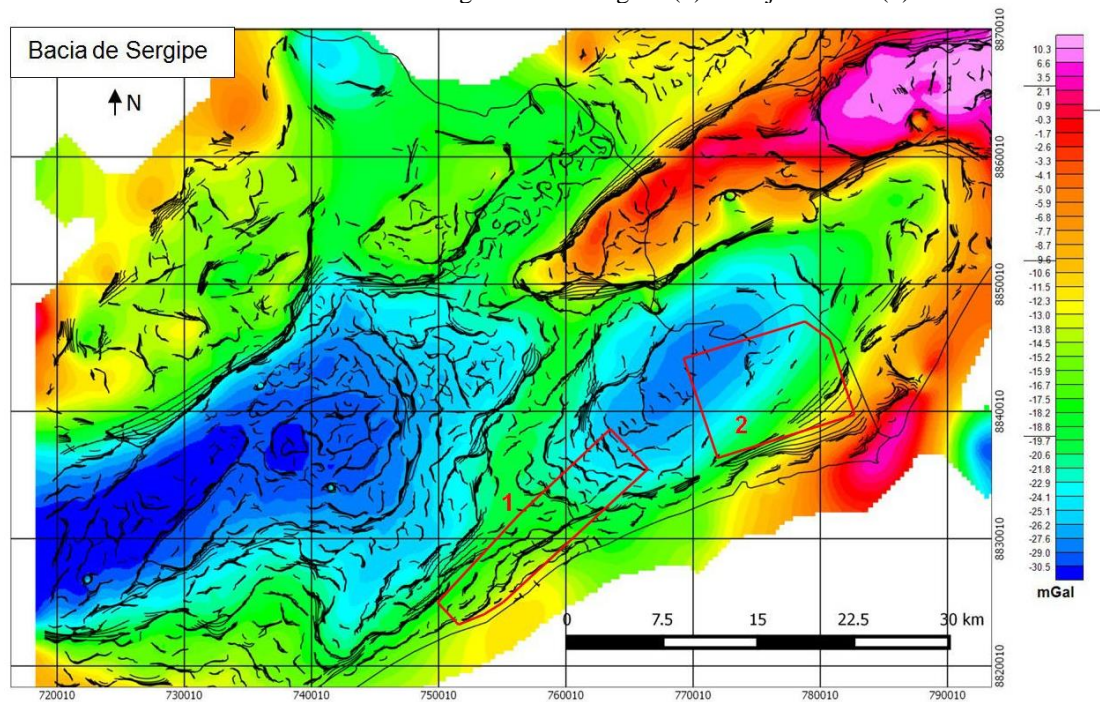
A interpretação em alta resolução dos dados gravimétricos foi realizada utilizando a abordagem das bordas multi-escala para identificar as anomalias associadas às falhas. Tal método pressupõe que os menores níveis de continuação para cima correspondem a fontes gravimétricas rasas, próximas à superfície, enquanto os níveis mais elevados as fontes mais profundas.

A metodologia de identificação de falhas (descontinuidades estruturais) aplicada aos dados gravimétricos, descritos no capítulo 4, permitiu obter uma informação primária e a visualização em alta resolução do quadro estrutural da Bacia em escala regional.

Na Figura 52 é apresentado o mapa das falhas gravimétricas recuperadas, sobrepostas ao mapa Bouguer e a localização dos levantamentos 3D Brejo Grande e Tigre Ponta Manguês utilizados na interpretação sísmica. Este mapa reflete as principais falhas regionais bem marcadas de direção NE-SW, que delimitam os altos e baixos gravimétricos e os falhamentos internos sutis de direção NW-SE que ocorrem predominantemente nos baixos gravimétricos. Podemos observar na área do volume sísmico Brejo Grande uma menor resposta das falhas gravimétricas, que ocorre devido ao menor adensamento das estações de levantamento gravimétrico, comparada as demais áreas da bacia, como por exemplo, no volume sísmico Tigre Ponta Manguês, localizado em uma porção mais rasa da Bacia, que apresenta maior cobertura da resposta das falhas gravimétricas.

A aplicação da metodologia de mapeamento de falhas utilizando a interpretação sísmica, resultante do multi-atributo *ant-tracking* possibilitou caracterizar a distribuição das falhas em detalhe.

Figura 52 – Mapa de falhas gravimétricas sobrepostas ao mapa Bouguer com localização dos levantamentos sísmicos 3D Tigre Ponta Manguês (1) e Brejo Grande (2).

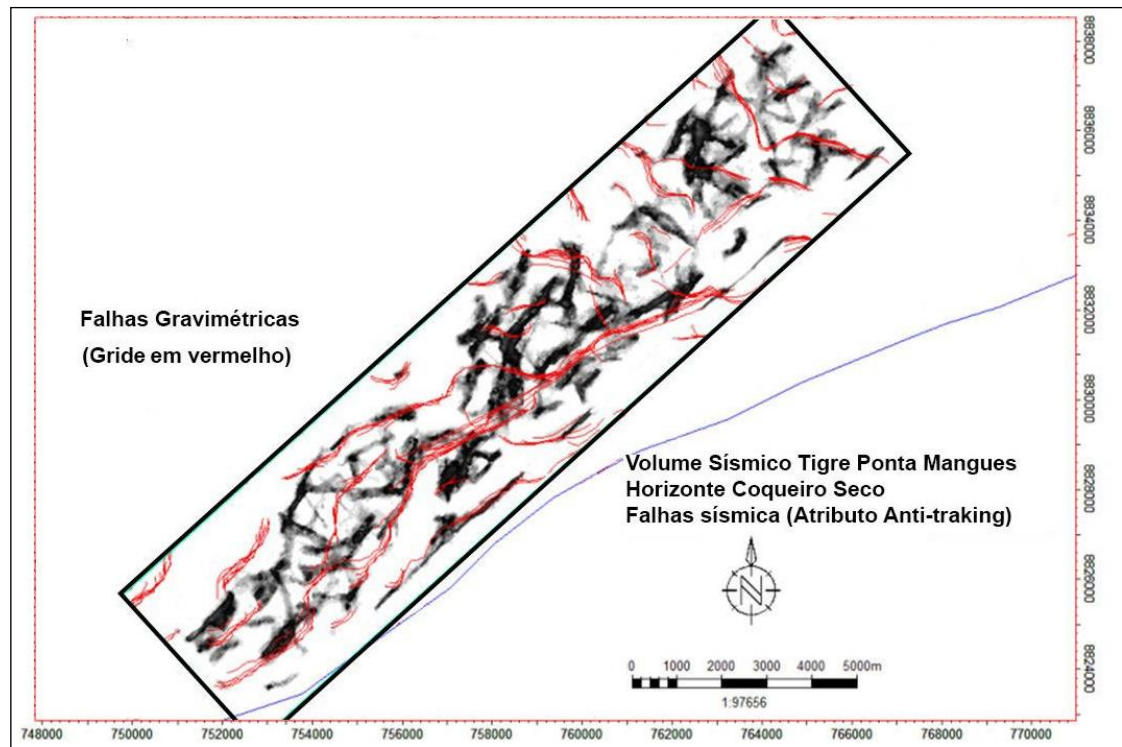


Fonte: COELHO, 2017.

A correlação entre as discontinuidades estruturais identificadas por falhas obtidas tanto na gravimetria, como na sísmica é apresentada na Figura 53. Este mapa mostra as falhas na superfície sísmica da Formação Coqueiro Seco sobrepostas ao gride das falhas gravimétricas. Observa-se duas tendências gerais de falhas que podem ser correlacionadas, uma de direção NW-SE, e outra de direção NNE-SSW, mostrando correspondência das principais direções entre as falhas mapeadas pelos dois métodos, apesar das diferenças de escalas de cada método.

A correlação entre as falhas mapeadas na sísmica e na gravimetria permite estabelecer a metodologia gravimétrica como importante ferramenta na exploração, uma vez que na fase de exploração regional pode ser possível fazer uma seleção de áreas mais favoráveis à existência de falhamentos na bacia. A análise foi realizada apenas no volume sísmico Tigre Ponta Manguês, por apresentar maior recuperação das falhas gravimétricas em relação ao volume Brejo Grande.

Figura 53 – Mapa de falhas gravimétricas em vermelho sobrepostas a superfície sísmica da Formação Coqueiro Seco no volume Brejo Grande.



Fonte: COELHO, 2017.

6 INVERSÃO SÍSMICA

As técnicas de inversão de dados sísmicos são utilizadas na indústria de exploração de petróleo para a caracterização de reservatórios de hidrocarbonetos, devido ao aumento da resolução, obtidas com a inversão. Os resultados obtidos pela inversão permitem uma melhor interpretação das principais feições geológicas associadas aos *plays* exploratórios e auxilia na geração de modelos geológicos, identificação em detalhe das características e distribuição das fácies do reservatório e na definição dos *sweet-spots* para a pesquisa exploratória (VEEKEN et al. 2002).

A inversão sísmica constitui uma ferramenta de transformação dos dados sísmicos de reflexão, que fornecem apenas informações da interface entre as camadas, em propriedades intervalares quantitativas estimada da camada de rocha (PENDREL, 2006). Um dos principais parâmetros obtidos pela inversão sísmica é a impedância acústica, que constitui o produto da densidade pela velocidade compressional entre dois meios distintos (camadas de rochas) e, deste modo, representa as propriedades físicas da rocha que podem ser correlacionadas com os valores de impedância acústica (SHERIFF, 2002). Usualmente a impedância acústica apresenta relações empíricas associadas à fácies litológicas, e a propriedades petrofísicas como porosidade, preenchimento dos poros e outros fatores, que auxiliam nas análises das propriedades dos reservatórios (LATIMER; DAVIDSON; RIEL, 2000).

Para a solução dos problemas de inversão dos dados sísmicos, o modelo de impedância acústica pode ser gerado utilizando a abordagem determinística ou probabilística, que podem apresentar uma série resultados ou modelos a partir do mesmo dado para explicar a resposta sísmica. Os métodos de inversão adotados, independentes da abordagem, buscam os resultados mais semelhantes entre a sísmica original e o modelo sintético gerado e ainda como fator de escolha estão diretamente ligados ao tipo de dados disponível, custo do projeto e a geologia da área.

O método utilizado no trabalho apresenta a inversão sísmica para impedância acústica segundo a abordagem determinística, utilizando a metodologia baseada em modelo (*Model-based inversion*), para obter a distribuição de fácies litológicas.