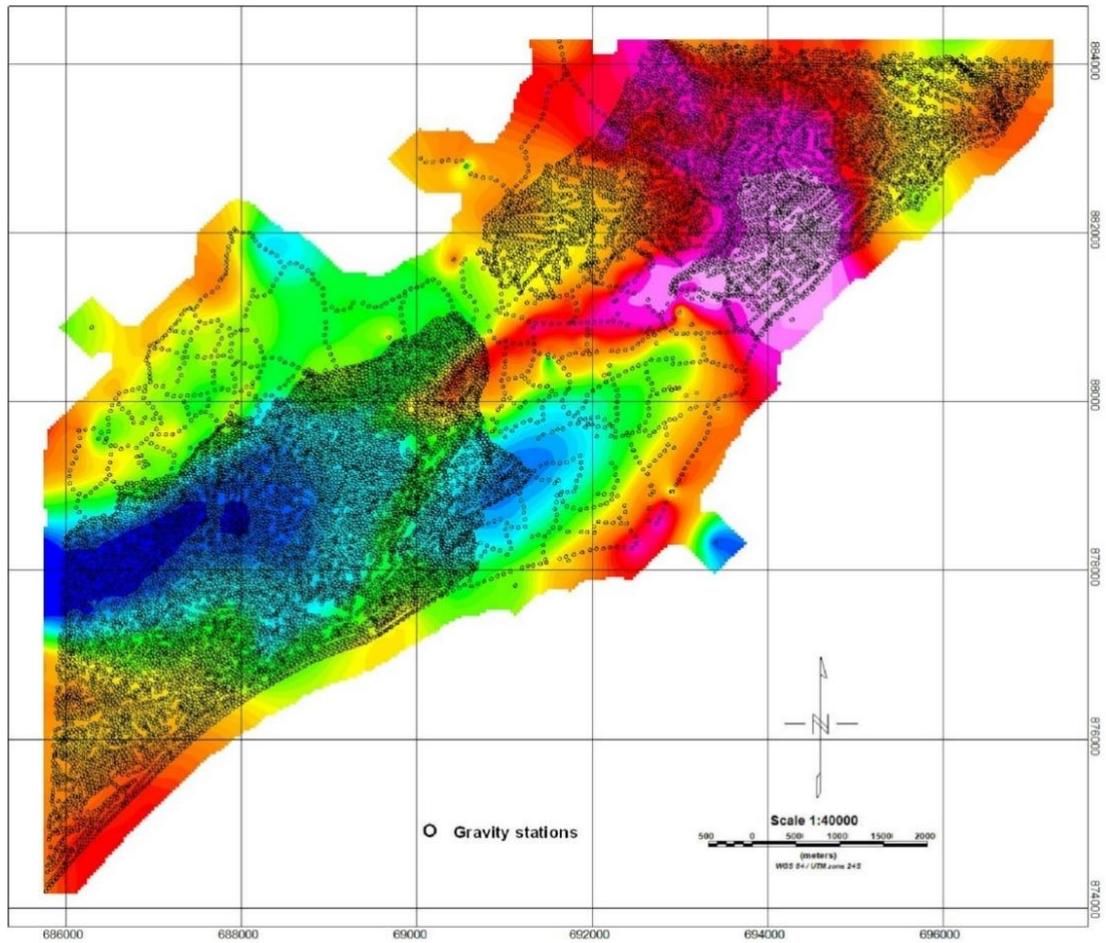
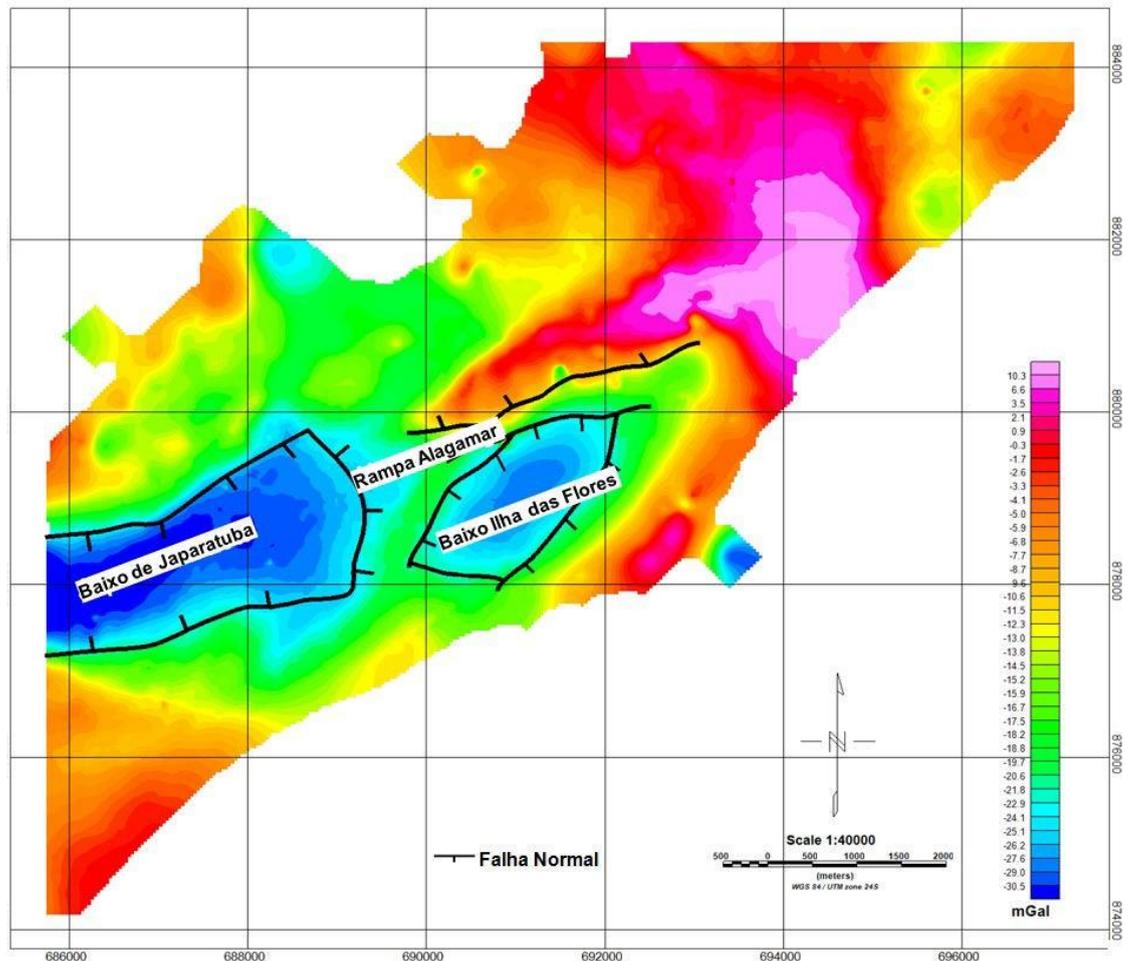


Figura 28 – Mapa de anomalia Bouguer com a distribuição das estações de gravidade.



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 29 – Mapa de anomalia Bouguer com os principais compartimentos geológicos e estruturais da Sub-Bacia de Sergipe.



Fonte: COELHO, 2017.

4.3 Interpretação Gravimétrica de Falhas

Frequentemente, a interpretação de falhas e estruturas em escala regional e/ou de reconhecimento, utilizando campos potenciais, são realizadas semi-quantitativamente por métodos de tratamento aplicados a grade de dados (LOURENÇO; MENEZES; BARBOSA, 2014). Métodos quantitativos também podem ser utilizados, mais como envolvem um procedimento lento de inversão dos dados, eles são usualmente empregados em áreas pequenas e/ou em fase de detalhe (BARBOSA; MENEZES; SILVA, 2007; ADRIANO; MENEZES; CUNHA, 2014).

No presente trabalho, para o reconhecimento do padrão de falhas regional da bacia, foi aplicado o método de detecção de borda multi-escala, ou *worming* (HORNBY; BOSCHETTI; HOROWITZ, 1999), aos dados da anomalia Bouguer.

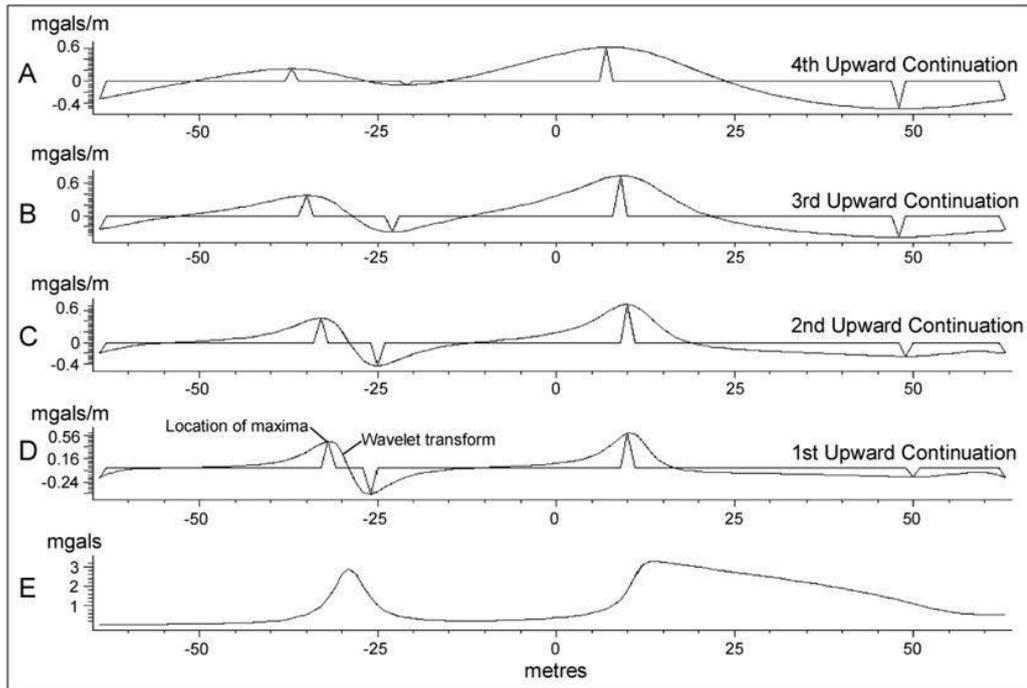
O método *worming* (Figura 30) possui uma teoria bastante simples. Consiste em estimar o gradiente horizontal dos dados gravimétricos visando identificar picos ou pontos de inclinação máxima, que correspondem aproximadamente aos limites geológicos (BLAKELY; SIMPSON, 1986). Aplica-se ao gride gravimétrico o processo de continuação para cima em diferentes níveis, de modo que anomalias de fontes mais rasas suavizem-se mais rápidos do que fontes mais profundas. Os picos de máximo são determinados em cada nível de continuação (HOLDEN et al. 2000). Por fim, a ligação de todos os picos formando um *worm* em cada nível de continuação é efetuada de acordo com um raio de busca previamente estabelecido pelo intérprete. Como resultado, obtém-se um conjunto de *worms* pseudo-3D armazenados em um arquivo vetorial (p.ex., *shapefile*).

O processamento contém vários parâmetros de controle que devem ajustados antes de executar a rotina. No presente trabalho foi utilizado 16 níveis de continuação para cima, desde 100 até 9.000 metros. Em cada nível, foi calculada a primeira derivada vertical em qualquer corte transversal apresentando o melhor resultado para o *worming* (BOSCHETTI, 2005). Foi especificada a leitura máxima de 5.000 m de distância entre os pontos de borda e um mínimo de 15 pontos consecutivos para criar um *worm*, utilizando a abordagem de (CANNY, 1986). Este procedimento minimiza o efeito de criar falsos *worms* em torno das bordas dos grids (LOURENÇO; MENEZES; BARBOSA, 2014).

O resultado da aplicação da referida tecnologia aos dados de anomalia Bouguer é mostrado sobreposto ao mapa de anomalia Bouguer (Figura 31). Na área de estudo foram mapeados vários *wormings* de direção NE-SW e NW-SE, que proporciona uma imagem de alta resolução do arcabouço estrutural da Bacia de Sergipe.

Grandes feições geológicas reconhecidas foram identificadas, principalmente as falhas sutis nas porções internas dos compartimentos, antes não identificáveis na anomalia Bouguer. Em detalhe, é possível observar uma complexa estrutura de falhamentos internos nos baixos estruturais da bacia.

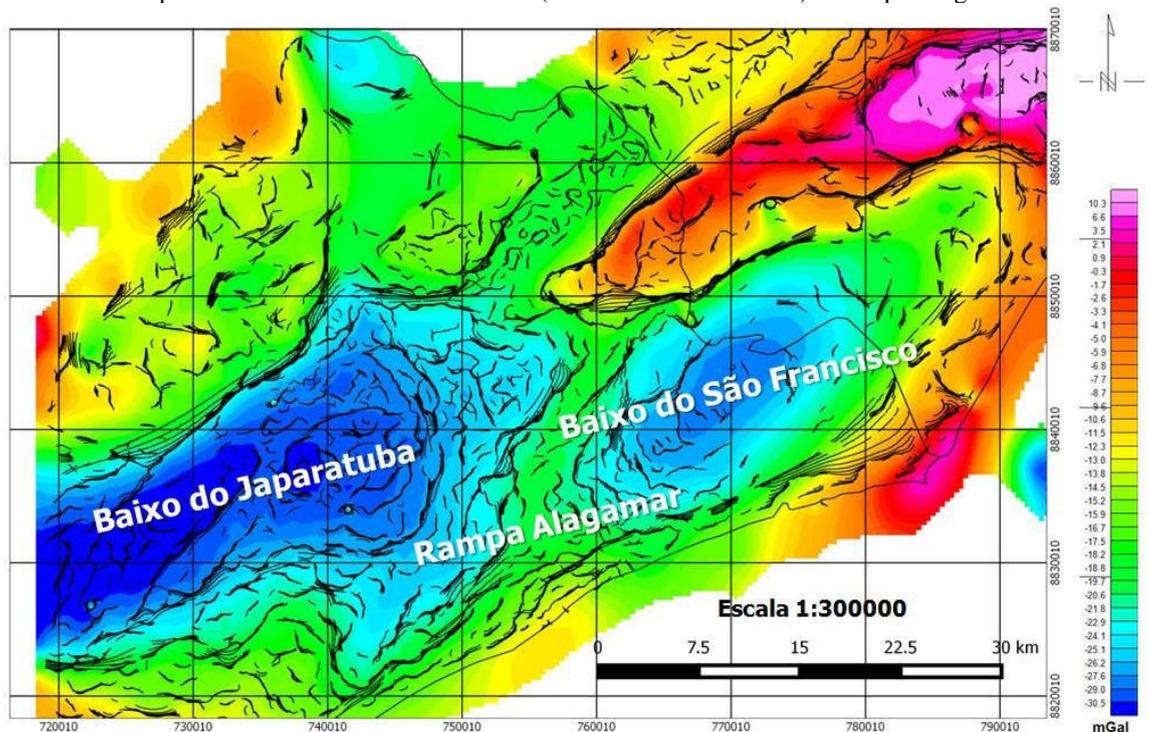
Figura 30 – Conceito do método de Bordas multi-escala *worming*.



Legenda: A, B, C, D mostram quatro escalas de continuação para cima com as bordas marcadas como picos e a derivada horizontal como linhas curvas e E exibe o perfil de gravidade.

Fonte: HOLDEN et al. 2000.

Figura 31 – Interpretação dos lineamentos gravimétricos (linhas sólida preta) sobreposto ao mapa de anomalia de Bouguer da área de estudo nos compartimentos geológicos Baixo de Japarutuba e Baixo da Ilha das Flores (Baixo do São Francisco) e Rampa Alagamar.



Fonte: COELHO, 2017.

5 INTERPRETAÇÃO SÍSMICA

A aplicação das técnicas de visualização e interpretação sísmica são cada vez mais importantes para a definição das principais feições estruturais e estratigráficas na exploração de petróleo (BROWN et al. 1986).

A análise de volumes sísmicos 3D, proporcionam a visualização de imagens extensas e sistemáticas dos dados em subsuperfície, que possibilitam exibir seções verticais, visualizar fatias de tempo e gerar superfícies dos horizontes sísmicos.

Neste sentido, a proposta do trabalho é entender a estruturação deposicional da bacia através do mapeamento dos horizontes sísmicos e análise dos mapas estruturais de modo a visualizar a superfície sísmica do horizonte de interesse, correspondente ao reservatório. Além de verificar uma série de atributos, para estimar as geometrias estruturais extraídas do dado sísmico.

5.1 Condicionamento do dado sísmico

Os dados sísmicos são tipicamente uma combinação de sinais e ruídos, e podem não refletir a imagem verdadeira em subsuperfície, devido as questões limitantes que envolvem o processo de aquisição e/ou de processamento, propriamente dito.

A etapa de condicionamento sísmico permite preservar e/ou recuperar os componentes estruturais do dado para auxiliar na interpretação sísmica e melhorar a qualidade da imagem sísmica. Neste trabalho, foram aplicadas técnicas de filtragem para obter maior continuidade lateral, ressaltar os dados coerentes e minimizar os ruídos aleatórios de alta frequência.

O filtro *dip-steeread median* foi aplicado para remover os ruídos aleatórios e realçar a continuidade lateral das reflexões, aumentando a razão sinal/ruído, conforme pode ser visualizado na Figura 32.

O processo de filtragem aplicado utilizou as informações de direção de mergulho (*dip*) e azimute, extraídos do volume sísmico de entrada original, para gerar o atributo *steering* (TINGDAHL, 1999; TINGDAHL; BRIL; GROOT, 2001), amostra do volume em tempo, referentes aos refletores pertencentes ao dado sísmico. Neste processo o *dip-steeread*

median substitui o intervalo/janela do traço sísmico de cada amostra pela mediana das amostras, no intervalo de 3x3x3.

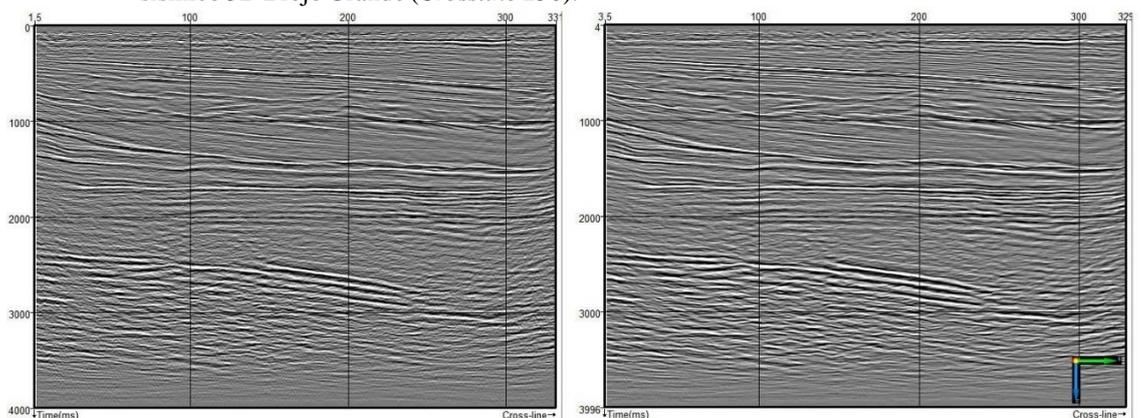
Apesar da aplicação do filtro *dip-steereadmedian* ter apresentado melhora na qualidade do dado, esta não foi suficiente para atender à resolução necessária para executar o trabalho, considerando a baixa qualidade dos dados terrestres disponíveis.

Em busca de aumentar a resolução sísmica, foi aplicado ao dado por (ROCHA, 2016), a técnica *seismic spectral blueing* (SSB) (LANCASTER; CONNOLLY, 2007) com o objetivo de obter o aumento do conteúdo espectral; melhorar a resolução sísmica sem aumentar o ruído e compensar o clareamento natural obtido durante o processamento do dado original. A aplicação da técnica SSB resultou em um aumento do espectro de frequência e na melhora da resolução sísmica dado (Figura 33 a).

Após o processamento, utilizando a técnica do *spectral blueing*, foi aplicado ao volume resultante o atributo *structural smoothing* (Figura 33 b), que consiste na aplicação do filtro gaussiano 3D, para reduzir o ruído de fundo no dado e para melhorar a continuidade espacial do sinal sísmico em refletores orientados continuamente pela estrutura.

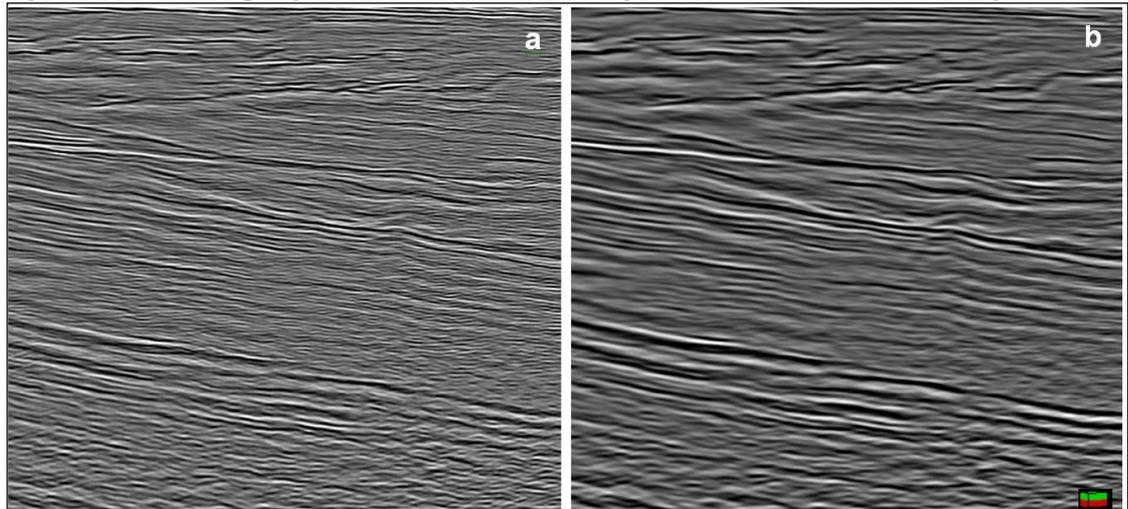
O processamento sucessivo aplicado aos dados sísmico, utilizando o filtro *dip-steeread median*, para melhorar a relação sinal-ruído; o *spectral blueing* para melhorar a resolução vertical das reflexões de alta frequência e o *structural smoothing*, para melhorar a continuidade espacial, apresentou um resultado final satisfatório, que permitiu diminuir as incertezas inerentes do dado.

Figura 32 – Comparação dos dados originais (esquerda) e dos com *dip-steeread median* (direita) no volume sísmico 3D Brejo Grande (*Crossline 250*).



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 33 – Comparação das técnicas de filtragem no volume sísmico Brejo Grande.



Legenda: a – Seção sísmica do volume *Spectral Blueing* (SSB). B – Atributo sísmico *structural smoothing* aplicado ao volume SSB.

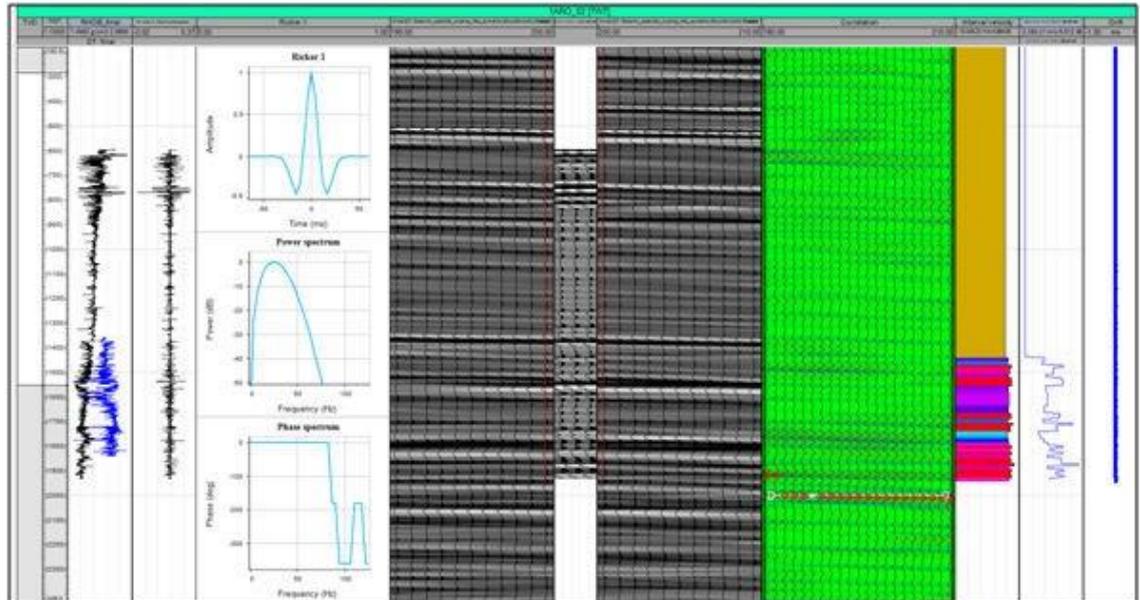
Fonte: COELHO, 2017.

5.2 Amarração Sísmica-Poço

A interpretação sísmica foi orientada pela informação geológica, obtida através da calibração entre os dados sísmicos em tempo e os dados de perfil de poço em profundidade.

O volume sísmico Brejo Grande e o poço 1-ARO-02 foram utilizados como base para realizar o processo de amarração. Os perfis sônico e densidade foram utilizados para calcular a curva de impedância acústica para o poço e convolve-la com uma *wavelet* de 25 Hz para obter o cálculo do traço sísmico sintético e então, ser comparado com o dado sísmico de superfície original. Conforme pode ser visto na Figura 34, o sismograma sintético apresenta uma boa correlação com os refletores dos horizontes sísmicos. Os demais poços foram amarrados seguindo o mesmo padrão.

Figura 34– Amarração Sísmica do poço 1-ARO-02. Sismograma sintético indicado em vermelho entre a sísmica original.



Fonte: COELHO, 2017.

5.3 Interpretação Litoestratigráfica

A interpretação estratigráfica foi realizada através da análise dos horizontes sísmicos ou refletores, que consistem em reflexões contínuas de intensidades similares que se estendem lateralmente. O dado sísmico corresponde a uma série de picos e vales de amplitudes sob a forma de traço. O horizonte é definido como uma superfície que distingue camadas de rocha ou linhas de tempo (SHERIFF, 2002).

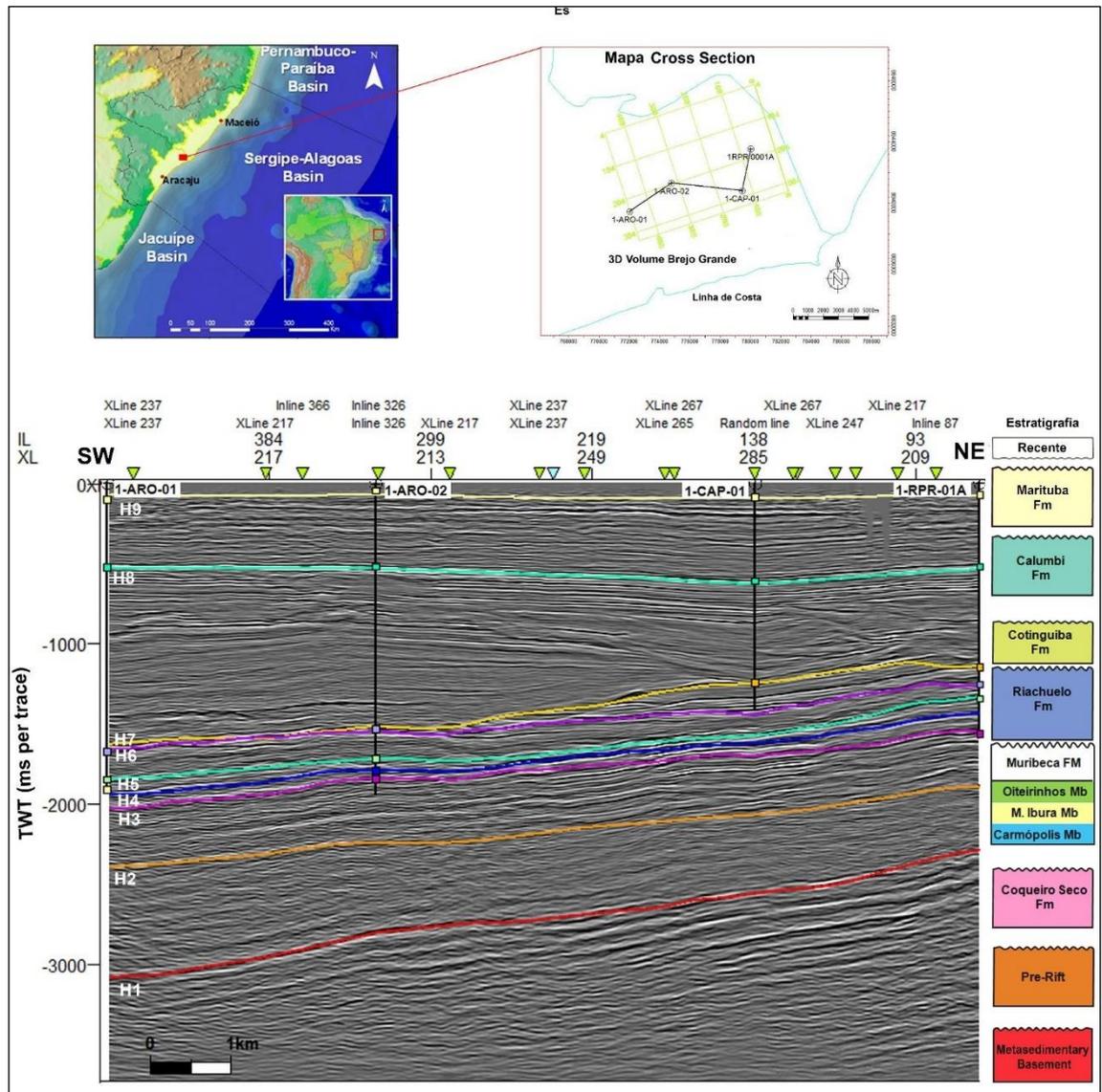
A interpretação dos horizontes sísmicos levou em consideração, a correlação da sísmica, calibrada aos dados dos poços, de acordo com os marcadores crono ou litoestratigráficos, que representam a localização dos principais limites geológicos.

A interpretação consistiu no mapeamento dos principais horizontes litoestratigráficos identificados, com base nos conhecimentos prévios das sucessões estratigráficas da Sub-Bacia de Sergipe, continuidade dos refletores sísmicos, individualização de pacotes com fácies sísmicas similares e as principais discontinuidades estruturais.

O mapeamento dos horizontes sísmicos foi realizado com as devidas interpolações e o controle de qualidade para correção das incoerências observadas na interpretação. O entendimento da estruturação dos horizontes sísmicos possibilitou obter uma melhor visualização da geologia da bacia; delimitar as principais sequências litoestratigráficas e

discordâncias regionais. Desse modo, foi possível interpretar 9 (nove) horizontes no volume sísmico Brejo Grande identificados da base para o topo por H1 a H9, associados às sequências deposicionais correlatas as fases tectônicas da bacia: sinéclise, pré-rifte, rifte, pós-rifte e drifte (Figura 35).

Figura 35 – Seção sísmica interpretada a partir dos horizontes mostrando a sequência deposicional litoestratigráfica associada às fases tectônicas da Sub-Bacia de Sergipe.



Fonte: COELHO, 2017.

As fases sinéclise e pré-rifte foram interpretadas pelo padrão sísmico dos refletores, a partir do conhecimento regional prévio, pois os poços não alcançaram tais profundidades. O horizonte H1 corresponde ao embasamento metassedimentar da bacia, marcado por estratificação observada na sísmica. O horizonte H2 foi interpretado como discordância pré-rifte.

A fase rifte apresenta truncamento erosivo no topo, denominado discordância Pré-Neo-Alagoas. É representada na seção pela litoestratigrafia da Formação Coqueiro Seco, composta por folhelhos lacustres, identificada pelo horizonte H3, que corresponde ao topo da Formação Coqueiro Seco.

A fase pós-rifte é identificada pelas rochas da Formação Muribeca, composta por intercalações de folhelhos, siltitos e conglomerados, subdividida pelos membros Carmópolis (base), Ibura (folhelhos intercalados com halita) e Oiteirinhos no topo. Os horizontes H4 e H5 correspondem a Formação Muribeca, na base o Membro Carmópolis, seguida pelo Membro Ibura, presente no poço 1-ARO-01 e no topo o Membro Oiteirinhos.

A fase drifte é representada pelas formações Riachuelo, Cotinguiba, Marituba e Calumbi. O horizonte H6 corresponde a Formação Riachuelo, que está presente em dois poços, Membro Taquari no poço 1-ARO-02 e no poço IDF-01 Membro Angico. O horizonte H7 corresponde ao topo da Formação Cotinguiba, que representa a base da discordância Pré-Calumbi, seguida pelos horizontes H8 e H9, que correspondem as Formações Calumbi e Marituba, respectivamente.

5.4 Interpretação e Análise de Atributos Sísmicos

A interpretação sísmica, em geral, para a determinação das características geológicas em detalhe, é limitada para inferir feições, como: falhas, zonas fraturadas, camadas pouco espessas e a identificação da presença ou não de hidrocarbonetos. Entretanto, tais feições podem ser destacadas através da extração dos atributos sísmicos, que permitem melhorar ou quantificar as características de interesse para a interpretação, não possíveis de identificar no dado sísmico original em amplitude (CHOPRA; MARFURT, 2007).

Há uma série de atributos utilizados para auxiliar a interpretação de falhas e fraturas (CHOPRA; MARFURT, 2007); (KHAIR et al. 2012). Em avaliações de reservatórios, devido a escala de trabalho, a determinação de atributos chaves, dentre os principais atributos sísmicos, é fundamental para obter uma melhor previsão e caracterização dos reservatórios.

Usualmente são aplicados aos dados adquiridos em levantamentos *pos-stack* os atributos para extrair informações dos dados de refletividade, que permitem melhorar ou quantificar as características geológicas de interesse para a interpretação, não possíveis de identificar no dado sísmico original (CHOPRA; MARFURT, 2007).

O atributo sísmico corresponde a qualquer medida matemática de interesse, derivada de dados sísmicos (TANER, 2001) como por exemplo, medidas de tempo, amplitude e frequência (SHERIFF, 2002).

Os atributos são classificados como físicos e geométricos (CHOPRA; MARFURT, 2007). Os geométricos melhoram a visibilidade das características geométricas dos refletores sísmicos, tais como: o atributo *dip*, azimute, curvatura, coerência, variância, envelope e *ant-tracking*. Já os atributos físicos, como amplitude, fase e frequência podem ser relacionados à litologia em subsuperfície (JIBRIN et al. 2014).

O objetivo desta etapa do trabalho foi analisar os melhores atributos para auxiliar na identificação de falhas e fraturas naturais que possam ter afetado os possíveis reservatórios na área de estudo.

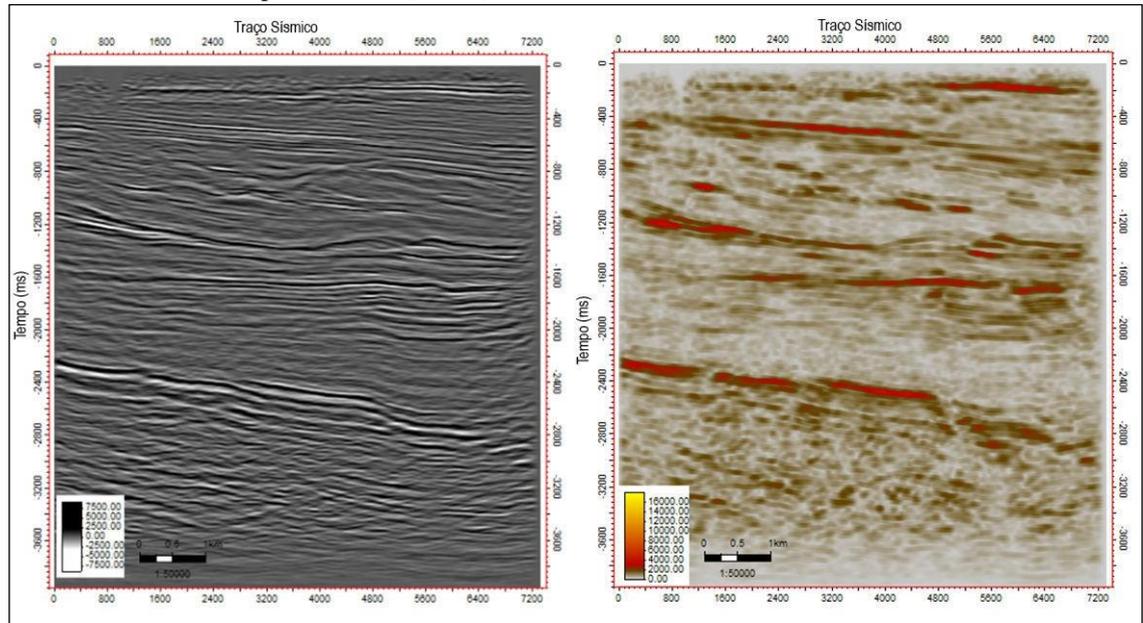
No presente estudo foram aplicados os atributos de amplitude RMS, envelope do traço e TecVa (Técnica Volume de Amplitudes) para identificar os grandes pacotes litológicos e discordâncias da Bacia. E os atributos de descontinuidade sísmica: variância combinado ao atributo *ant-tracking* para realçar as descontinuidades estruturais.

5.4.1 Atributo Amplitude RMS

O atributo de amplitude RMS (*Root Mean Square*) corresponde ao cálculo da raiz quadrada da média das amplitudes, extraídos a partir do traço sísmico dentro da janela de análise, definida com a largura de n amostras que permite captar variações no sinal sísmico (CHOPRA; MARFURT, 2007). Os contrastes das impedâncias acústicas entre as camadas podem ser expressas pelo atributo RMS para ressaltar descontinuidades, canais e mudanças de pacotes litológicos, tanto pelo efeito de anomalias amplitude RMS positivas, maior ou igual a zero.

O contraste de impedância acústica é marcado pelas baixas ou altas amplitudes. Geralmente pacotes compostos por areias, indicam amplitudes sísmicas altas, enquanto litologias argilosas, como os folhelhos apresentam amplitudes mais baixas (ZENG et al. 1998). A resposta sísmica obtida pelo atributo RMS na seção de direção *dip* (*inline* 198) pode ser comparada na Figura 36.

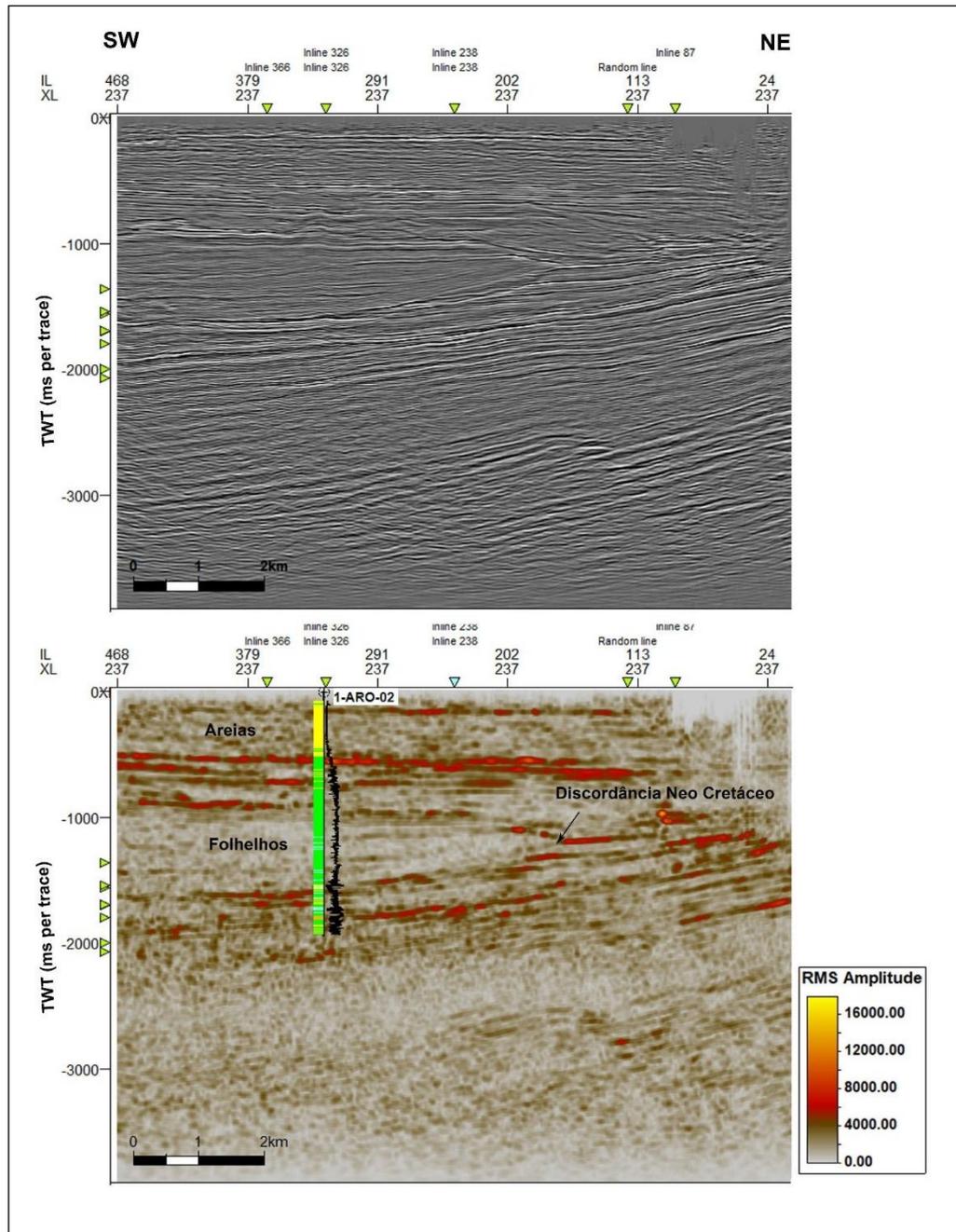
Figura 36 – Seção sísmica *inline* 198 mostrando a comparação entre o dado original (esquerda) e o atributo amplitude RMS (direita).



Fonte: COELHO, 2017.

A interpretação sísmica na *inline* 237 é apresentada na (Figura 37), utilizando o volume sísmico extraído RMS e os perfis litológicos e *gamma ray* do poço 1-ARO-02. Na seção é possível identificar a intercalação dos pacotes arenosos e argilosos bem marcados com picos de amplitude positivas, alternados entre as superfícies de discordância que controlam a deposição na Bacia. As discontinuidades estruturais notáveis da Bacia de Sergipe que foram ressaltadas são: discordância Calumbi do Neo-Cretáceo e as falhas do embasamento.

Figura 37 – Interpretação sísmica do atributo RMS na *crossline* 237, baseada na litologia e *gamma ray* do poço 1-ARO-02 mostrando as discordâncias, falhas e pacotes litológicos.



Fonte: COELHO, 2017.

5.4.2 Atributo Amplitude Instantânea Envelope

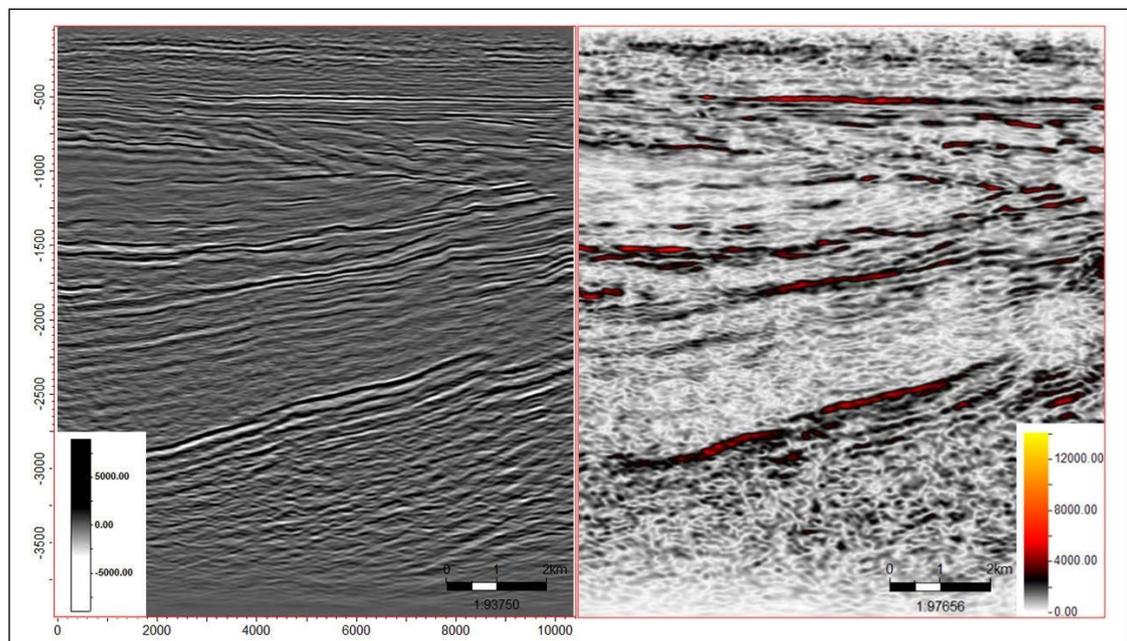
O atributo Amplitude Instantânea consiste na amplitude da energia do traço sísmico. É uma função com pequenas variações que conecta os picos de maiores amplitudes da onda ou de intensidade de reflexão (TANER; KOEHLER; SHERIFF, 1979).

O atributo envelope realça os contrastes de impedância lateral. É utilizado na identificação dos limites litoestratigráficos, discordâncias e canais.

A aplicação do atributo envelope permitiu ressaltar as superfícies de discordância e identificar as feições do rifte. Este atributo aplicado na seção sísmica *crossline* 167 pode ser verificado na Figura 38.

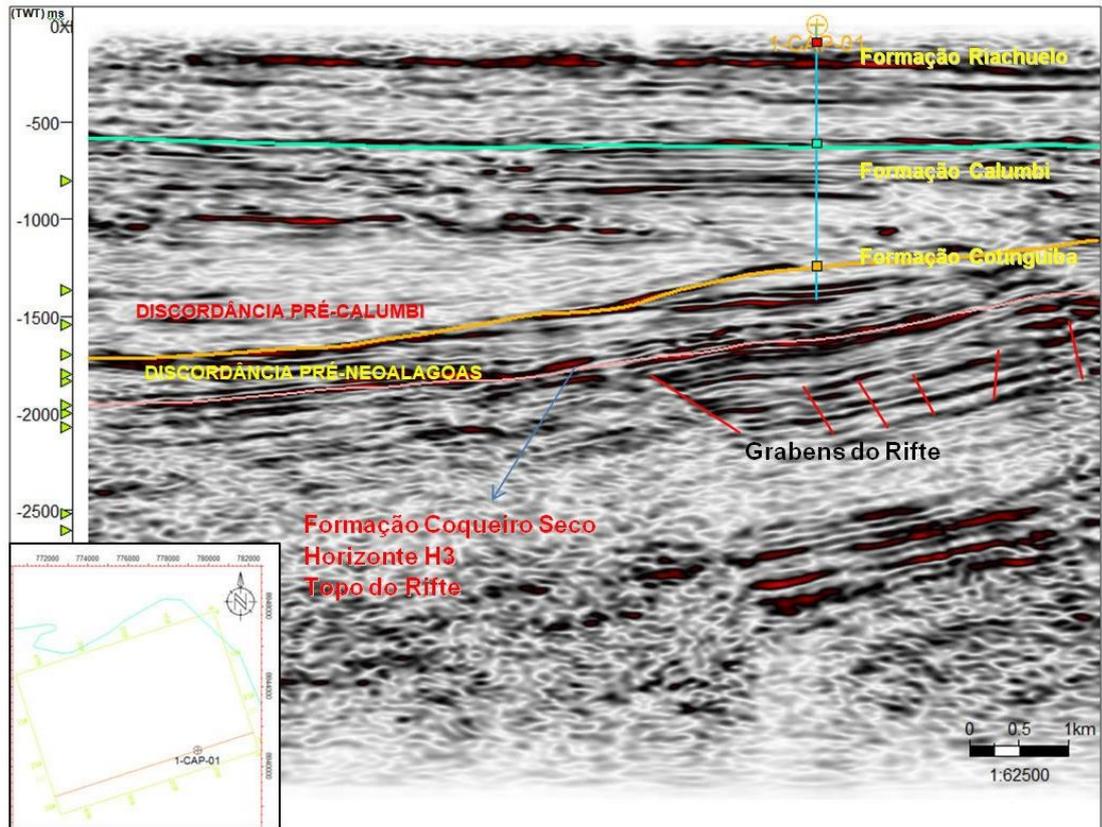
A interpretação sísmica da seção, utilizando o atributo envelope foi baseada nas feições e na correlação com o poço 1-CAP-01. Foi possível identificar a discordância Pré-Calumbi, situada no topo do horizonte da Formação Cotinguiba e mapear o rifte abaixo do horizonte da Formação Muribeca/Membro Carmópolis, marcado pela discordância Pré-Neo Alagoas (Figura 39).

Figura 38 – Seção *crossline* 167 apresentando a comparação do dado original (esquerda) e dado com atributo envelope (direita).



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 39 – Interpretação sísmica de direção *strike* da *crossline* 287, orientada pelo poço 1-CAP-01 mostrando as principais superfícies de discordâncias da Bacia e grabens do rifte.



Fonte: COELHO, 2017.

5.4.3 Atributo tecVA (Técnica Volume de Amplitudes)

O tecVA é um atributo amplamente utilizado no fluxo de trabalho de exploração, para a identificação de sequências sísmicas, unidades estratigráficas e inconformidades geológicas (BULHÕES, 1999).

A técnica Volume de Amplitude é baseada no conceito da sismocamada elementar (BULHÕES; AMORIM, 2005), que corresponde a camada de rocha de menor espessura que o traço do dado sísmico consegue resolver. O valor da sismocamada elementar corresponde ao fator de ponderação para o cálculo de dados sísmicos tecVA. São calculadas a média quadrática (média RMS) em uma janela deslizante sobre cada traço. Neste cálculo são ignoradas as oscilações do sinal da amplitude sísmica e reforçados os efeitos de diminuição dos valores de amplitude.

O princípio da camada sísmica assume que as reflexões sísmicas (positivas e negativas) são significativas e representam as interfaces geológicas entre camadas.

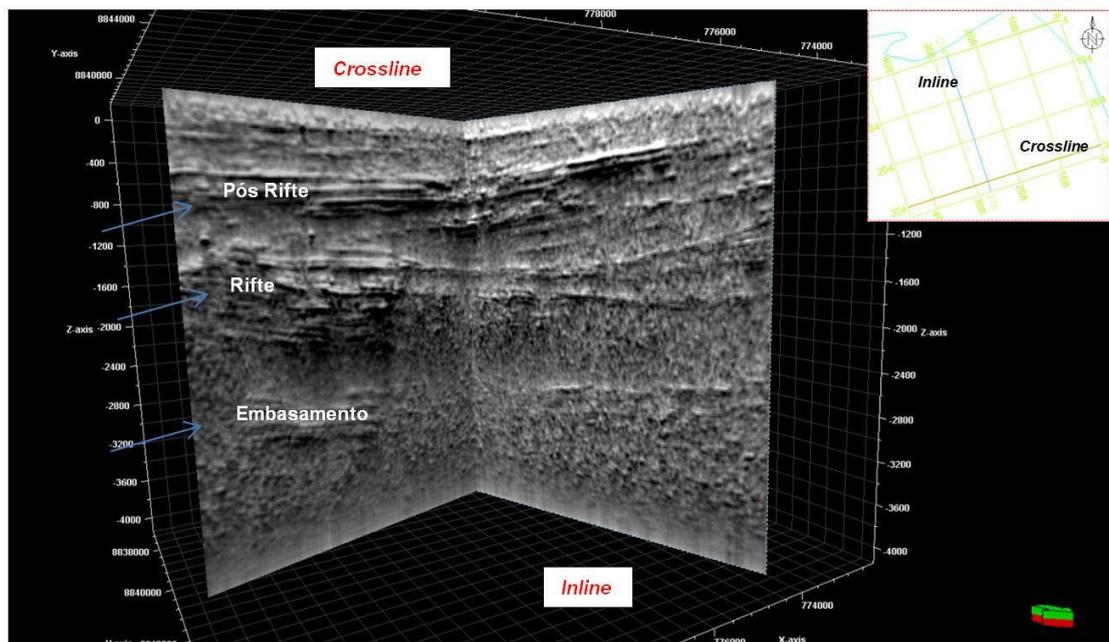
O resultado do atributo tecVA constitui uma composição entre os atributos RMS, *Remove bias* e *Phase Shift*. A amplitude RMS remove a frequência transmitida, exibindo apenas a informação geológica. Esta informação é um resultado dos valores de anomalia de amplitude, o que permite o reconhecimento de inconformidades e falhas; O *Remove bias* remove a deconvolução e o *phase shift* que controla a fase dos dados sísmicos. Isso torna os contrastes de alta impedância mais fortes e, conseqüentemente, mostra a diferença entre litologia e texturas.

O atributo permitiu destacar as principais estruturas da bacia e auxiliar na interpretação dos horizontes sísmicos. A aplicação da técnica auxiliou na geração de mapas de amplitude e seções sísmicas verticais e horizontais que mostraram a geologia em subsuperfície. A partir de uma superfície contínua no cubo sísmico foi possível gerar imagens sísmicas que apresentaram as feições estruturais e estratigráfica reforçadas e as amplitudes ressaltadas. O atributo destaca principalmente falhas e fraturas e individualiza pacotes litológicos com diferentes padrões de reflexão.

A seção interpretada com o atributo tecVA apresenta as intercalações entre os pacotes litológicos ressaltados e as superfícies de discordâncias e falhas do embasamento e do rifte mapeadas (Figura 40).

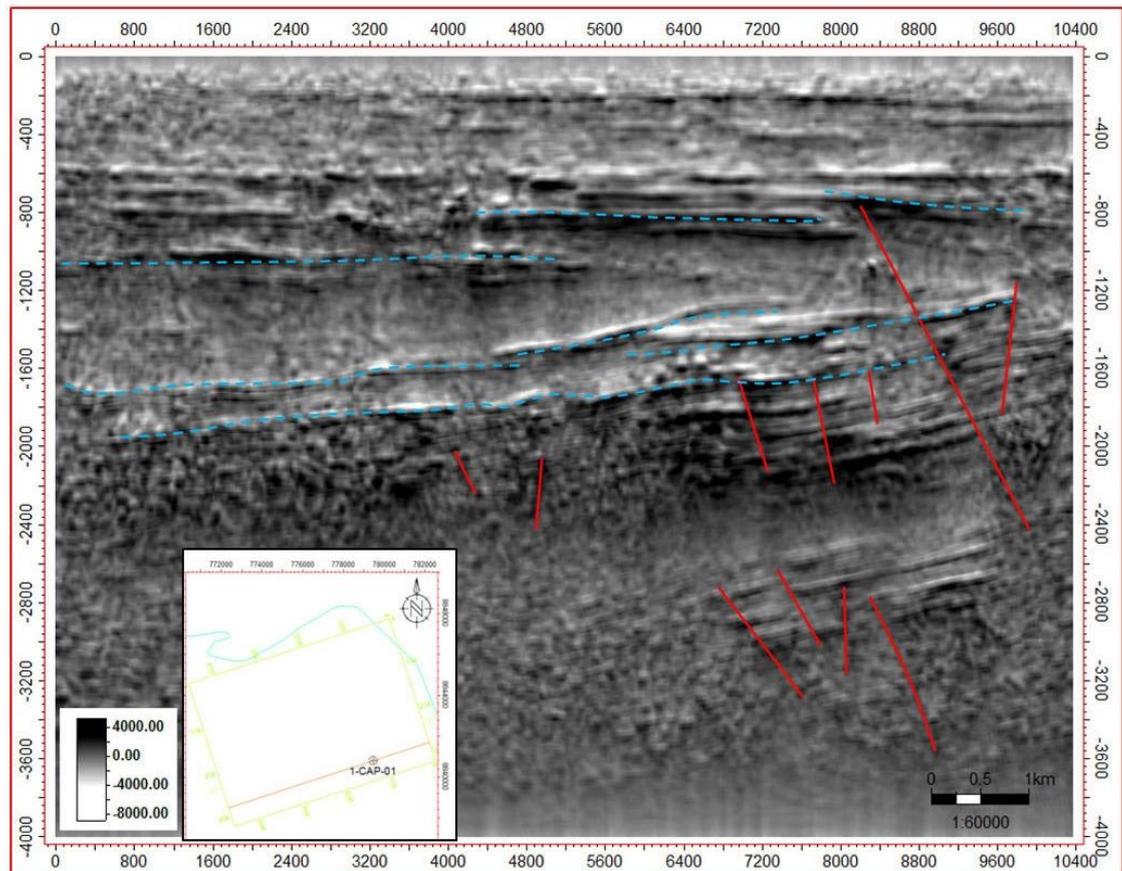
A Figura 41 mostra as falhas mapeadas de direção N-S, delimitando os blocos antitéticos escalonados, concordantes com a estruturação regional da bacia, no Baixo do São Francisco.

Figura 40 – Volume 3D Brejo Grande com o atributo tcVA mostrando os pacotes bem marcados do embasamento, rifte e pós-rifte.



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 41 – Seção *Crossline* 305 de direção *strike* interpretada mostrando o arcabouço estrutural da Bacia de Sergipe.



Nota: Em azul pontilhado as principais superfícies de discordância e em vermelho as falhas.

Fonte: COELHO, 2017.

5.4.4 Atributo de Variância

A variância sísmica é uma forma de atributo de coerência que expressa a semelhança de sinal entre dois ou mais traços entre si (CHOPRA; MARFURT, 2005).

É um método de detecção que obtém as discontinuidades, espacialmente ao longo do cubo, permite identificar a distribuição das falhas e das características geológicas de interesse para um sistema petrolífero.

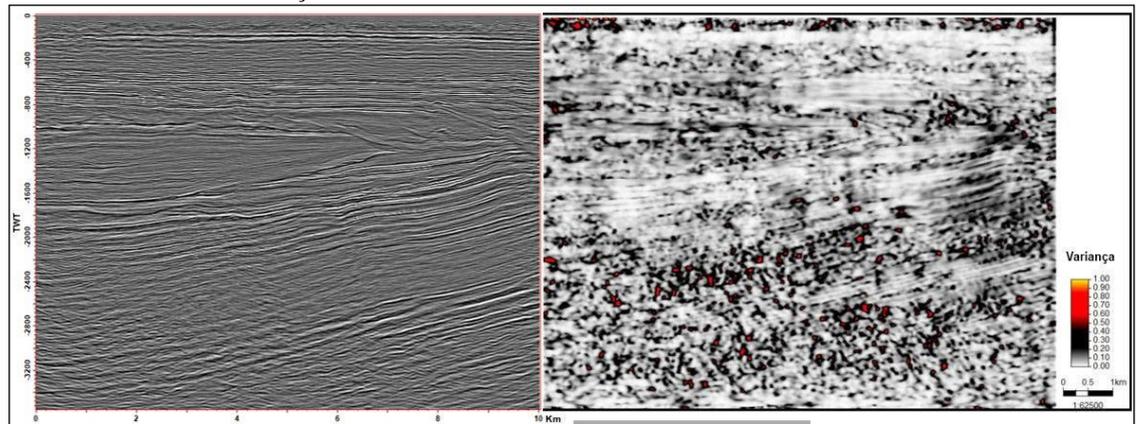
O atributo mostra a similaridade traço a traço, que pode ser correlacionada a presença de discontinuidades estruturais, contrastadas com as mudanças nas características dos traços ao redor, geradas por perda da similaridade entre os traços. Quando uma interface contínua é interceptada por uma falha, as variações de amplitudes resultam em valores de variância altos e em camadas contínuas, sem interferência de falhas, a variação é baixa. A similaridade é

mostrada em escala de zero a 1 (um), o valor zero é atribuído às zonas que não apresentam similaridade, já o valor 1 (um) corresponde às zonas de máxima similaridade.

O atributo de variância foi computado no volume em uma janela de 3x3 traços na direção *inline/crossline* em 15 ms e pode ser visualizada na Figura 42.

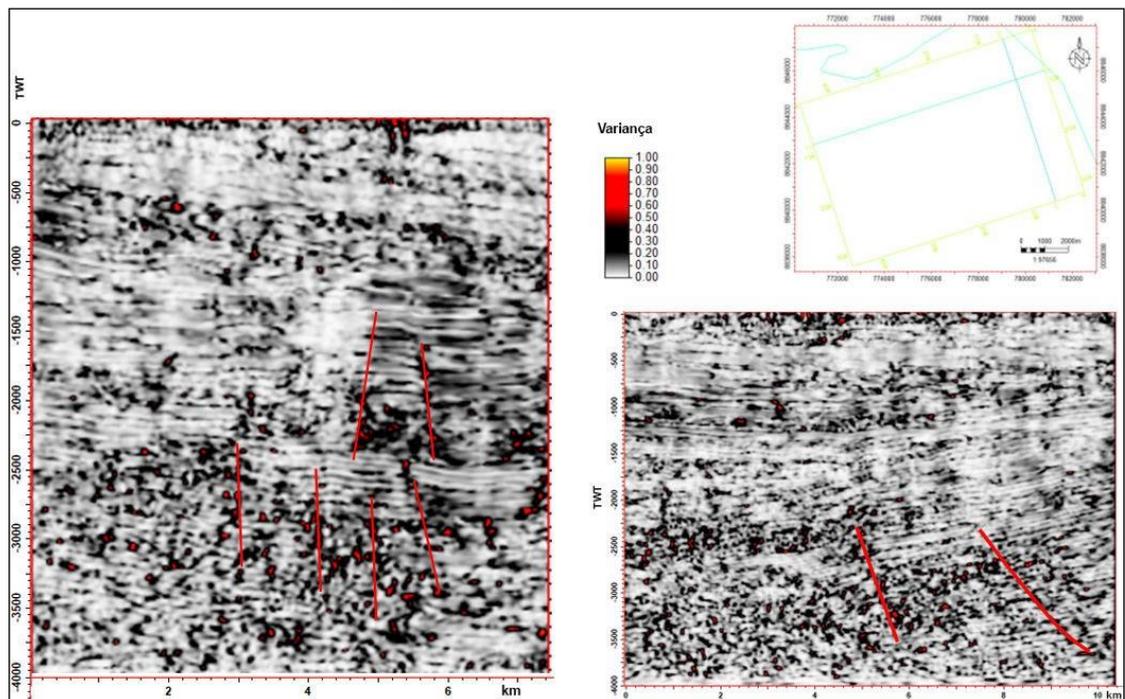
Aplicação do atributo permitiu confirmar a presença das falhas, tanto do rifte como do embasamento, que já haviam sido visualizadas nos atributos aplicados anteriormente (Figura 43).

Figura 42 – Seção *crossline* 276 apresentando a comparação entre os dados originais à esquerda e o atributo variância à direita.



Fonte: COELHO, 2017.

Figura 43 – Interpretação de falhas utilizando o atributo variância à esquerda *inline* 64 (direção dip) e a atributo variância à direita *crossline* 85 (direção *strike*).



Fonte: COELHO, 2017.

5.4.5 Multi-Atributo Ant-Tracking

O multi-atributo *ant-tracking*, desenvolvido pelo centro de pesquisa da Schlumberger, consiste em um *tracking* de falhas utilizado para identificar e aprimorar as descontinuidades espaciais de forma mais detalhada a partir da extração automática das estruturas presentes no volume sísmico.

O algoritmo foi desenvolvido para gerar um volume com estruturas de falhas bem definidas e contínuas e eliminar as estruturas não associadas a falhas (PEDERSEN et al. 2005).

A técnica é baseada no comportamento coletivo de sociedades de insetos (*swarm intelligence*), que realizam as tarefas, como encontrar alimentos e construir ninhos, expelindo feromônios nas trilhas para que os outros membros da colônia encontrem o caminho. Utilizando este método, os membros encontram o caminho mais curto e eficiente até o ninho ou alimento. Em analogia, as propriedades das falhas são codificadas de acordo com o comportamento, para rastrear e seguir as descontinuidades e, conseqüentemente, reforçar e extrair respostas compatíveis tais como as falhas, bem como eliminar as feições incompatíveis, como as oscilações na coerência de um refletor (PEDERSEN et al. 2002).

A utilização deste atributo requer o pré-condicionamento dos dados para a remoção de ruídos aleatórios, como realizado na etapa de tratamento dos dados utilizando os filtros *dip-steered median* e *structural smoothing* descritos anteriormente.

O fluxo de trabalho constituiu na aplicação do multi-atributo, utilizando como entrada o volume de variância nos dados sísmicos para detectar as descontinuidades, seguido pela aplicação do atributo *ant-tracking* de descontinuidade para melhoramento das bordas, de acordo com as etapas abaixo:

- a) Pré-Processamento: filtragem dos dados e suavização estrutural (*dip-steered structural something*);
- b) Aplicação do atributo de variância para obter o cubo de descontinuidade de falhas;
- c) Volume resultante com as descontinuidades reforçadas e os ruídos atenuados.

As descontinuidades foram reforçadas, utilizando como entrada o volume de variância para gerar o *ant-tracking*, resultando na melhora na definição da borda nos dados e no rastreamento das descontinuidades consistentes que podem ser interpretadas por falhas.