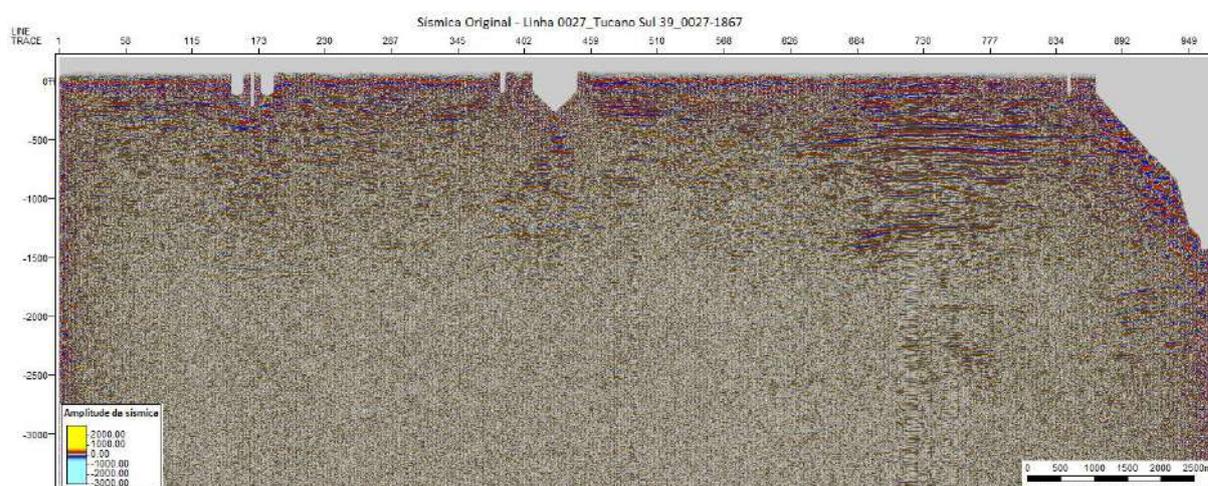


3.7 Interpretação dos horizontes

Levando-se em consideração a baixa qualidade do dado sísmico 2D (figura 27), as linhas foram utilizadas apenas para a correção do *mis-tie*, com exceção à linha 0026-1371, que é a linha mais regional da área e foi utilizada para a interpretação estrutural.

Figura 27 – Baixa qualidade da linha 0027-1867.

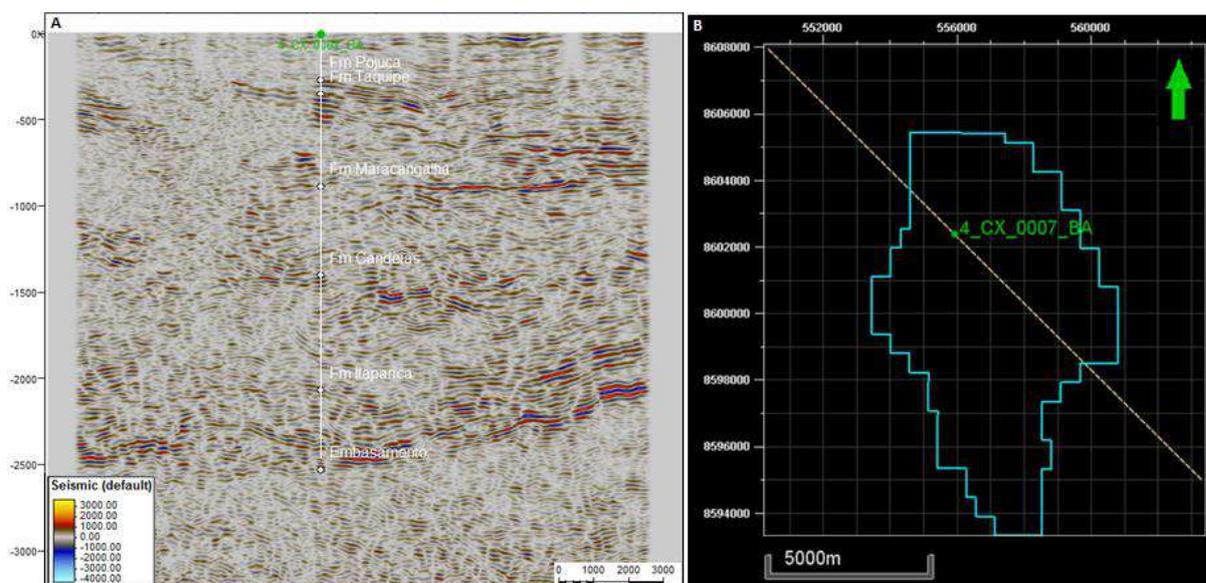


Fonte: A autora, 2016.

A amarração dos poços permitiu que fosse estabelecida uma correlação entre os marcadores nos poços (topos de formação) e os refletores sísmicos. Dessa forma, foi possível identificar, no dado sísmico, seis refletores principais, correspondentes aos seguintes eventos geológicos, da base para o topo: o topo do embasamento, topo da seção pré-rifte, topo da Formação Candeias, topo da Formação Maracangalha, topo da Formação Taquipe e topo da Formação Pojuca. A figura 28-A ilustra o poço 4CX-7-BA junto a uma linha sísmica que o intercepta, cuja localização pode ser vista na figura 28-B.

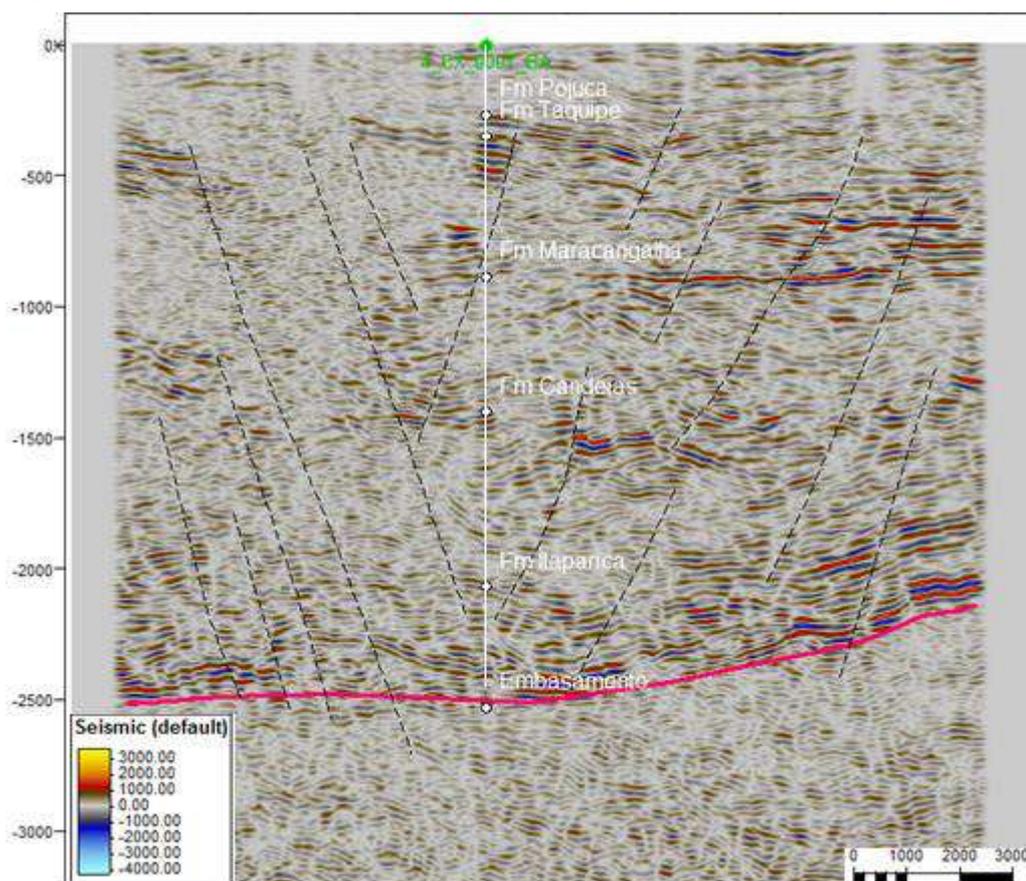
Como exemplificado anteriormente, o topo do embasamento foi importante para o reconhecimento da polaridade do dado. Este horizonte é caracterizado por um refletor de amplitude positiva, que representa o aumento de impedância acústica das rochas do embasamento em relação às rochas da seção pré-rifte, visto que no embasamento as rochas apresentam maiores valores de densidade e velocidade. Abaixo desse refletor, o sinal sísmico torna-se livre de reflexões (figura 29).

Figura 28 – Poço 4CX-7-BA amarrado junto a uma linha arbitrária do cubo 3D.



Fonte: A autora, 2016.

Figura 29 – Mapeamento do horizonte do topo do embasamento.



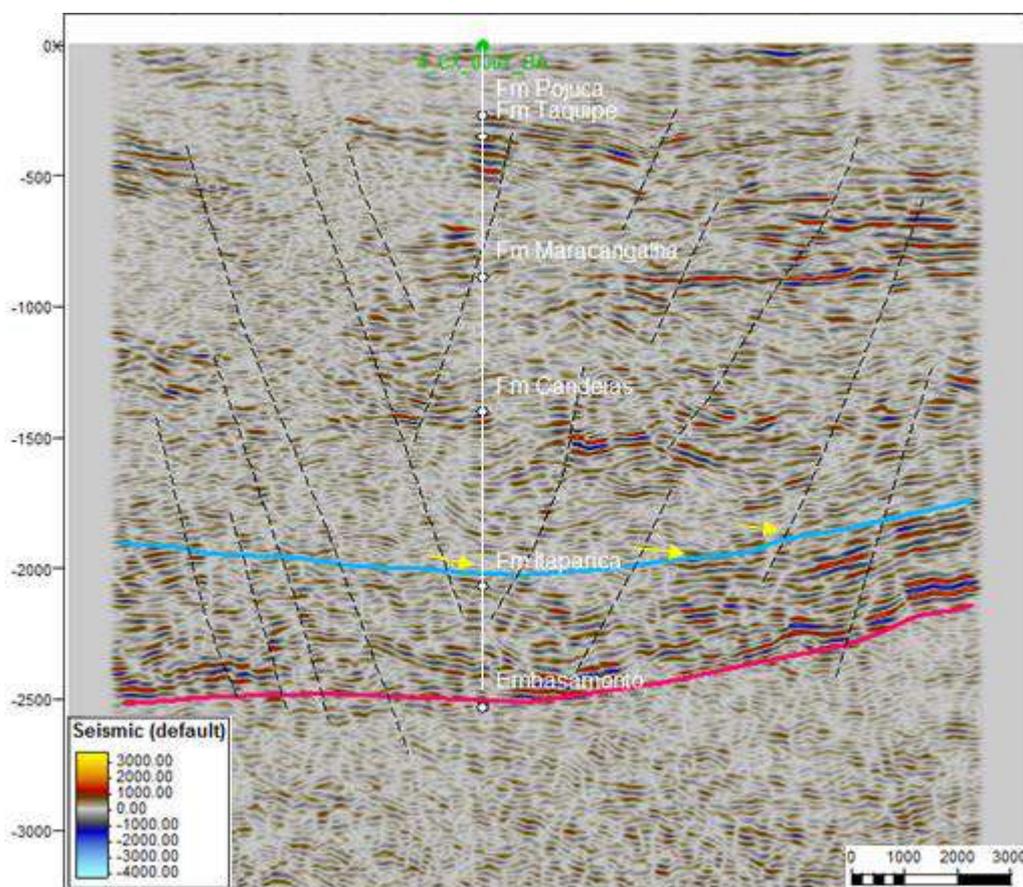
Legenda: Topo do embasamento, em vermelho. Notar ausência de reflexões abaixo desse horizonte.

Fonte: A autora, 2016.

O topo da seção pré-rifte foi caracterizado levando-se em consideração o contato entre os arenitos flúvio-eólicos da Formação Água Grande e os folhelhos da

Formação Candeias. Embora a Formação Água Grande não tenha sido identificada no poço 4CX-7-BA, em outros poços da área é possível observar, nos perfis sônicos, um aumento da velocidade de propagação do pulso acústico na discordância que marca a passagem dos folhelhos da Formação Candeias para os arenitos da Formação Água Grande. Dessa forma, o contato entre elas é marcado por um fraco refletor de amplitude positiva. Além disso, na figura 30 é possível observar terminações de *onlap* dos refletores da Formação Candeias sobre a superfície do topo da seção pré-rifte, que podem ser justificadas pela inundação da bacia e consequente transgressão ocorrida nesta fase de abertura do rifte.

Figura 30 – Mapeamento do horizonte do topo da seção pré-rifte.



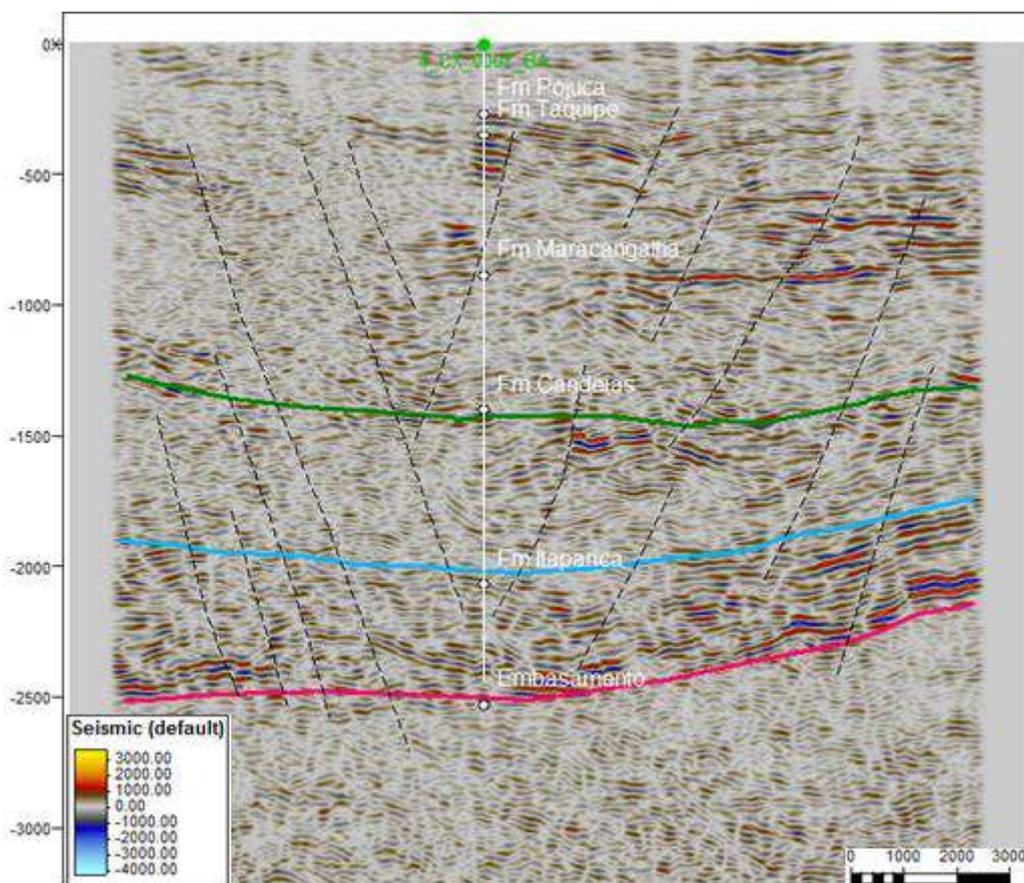
Legenda: Topo da seção pré-rifte, em azul, e setas amarelas indicando terminações de refletores do tipo *onlap* sobre essa superfície.

Fonte: A autora, 2016.

A discordância entre o topo da Formação Candeias (figura 31) e a Formação Maracangalha foi difícil de ser identificada, já que ambas as formações são compostas por sedimentos finos depositados na mesma fase tectônica. Segundo a literatura, a maior característica que as difere está no aumento da deposição de

pacotes mais arenosos na Fm Maracangalha, devido ao aumento da atividade tectônica e do aporte sedimentar que ocorreram durante a deposição desses sedimentos e culminaram no assoreamento do lago. Sendo assim, a superfície que marca o topo da Fm Candeias foi identificada a partir do aumento das reflexões sísmicas em direção aos folhelhos da Fm Maracangalha. Além dessa característica mais regional, foi observada, nos poços, uma diminuição da velocidade de propagação do pulso sônico com relação aos folhelhos da Fm Candeias, justificada, provavelmente, pela maior quantidade de matéria orgânica em sua composição. No poço 4CX-7-BA, abaixo, o topo da Fm Candeias coincide e é representado pelo topo do Membro Gomo.

Figura 31 – Mapeamento do horizonte do topo da Formação Candeias.



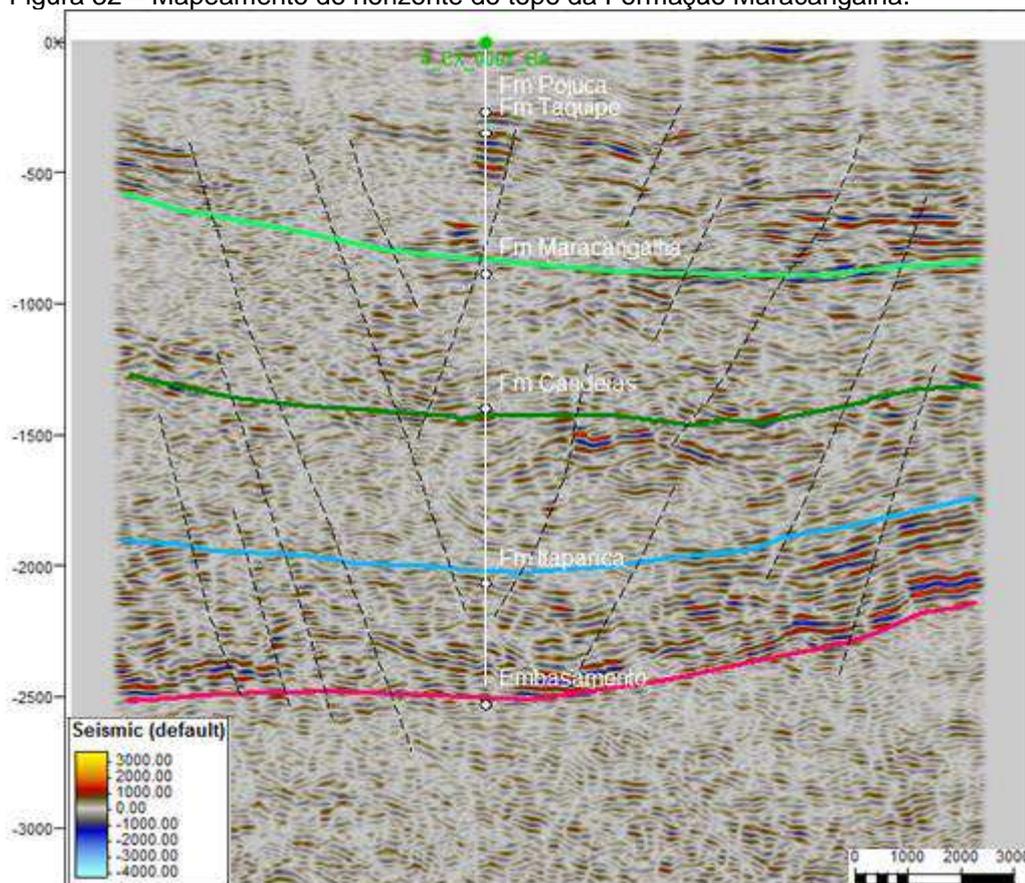
Legenda: Topo da Formação Candeias, em verde escuro. Observa-se, na parte esquerda da imagem, que acima desse horizonte há um aumento de reflexão sísmica.

Fonte: A autora, 2016.

Assim como na Formação Candeias, a Formação Maracangalha apresenta predominância de rochas finas e, portanto, não há muitos contrastes de impedância no dado sísmico. Outra observação importante trata da descontinuidade dos

refletores ocasionada por domos de folhelhos, frequentes nesses intervalos. O topo da Fm Maracangalha (figura 32) foi identificado através de um refletor com amplitude positiva, que caracteriza a passagem das rochas mais arenosas das formações sobrejacentes, de origem deltaica, onde existe alto contraste de impedâncias, para os folhelhos de maior velocidade da Fm Maracangalha.

Figura 32 – Mapeamento do horizonte do topo da Formação Maracangalha.



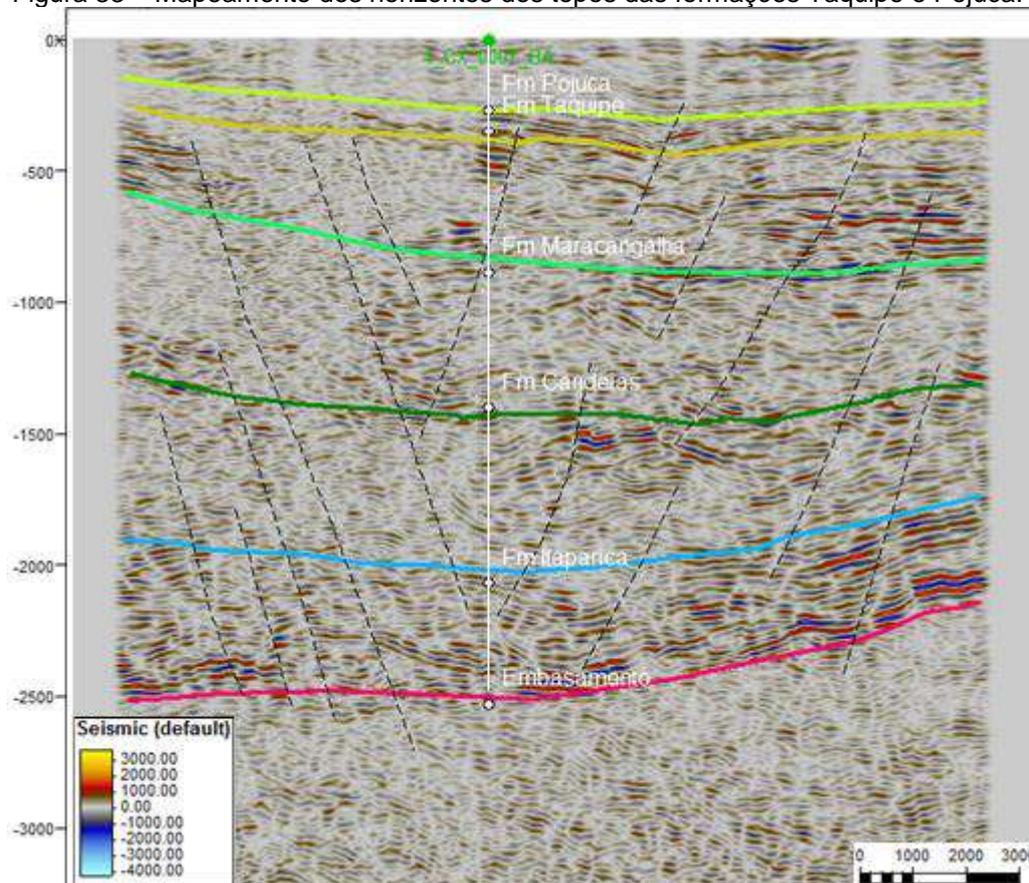
Legenda: Topo da Formação Maracangalha, em verde claro. No centro da imagem pode-se observar a desorganização dos refletores em virtude de domos de folhelho.

Fonte: A autora, 2016.

A parte superior da sísmica é marcada por altos contrastes de impedância, ocasionada pela intercalação entre folhelhos, arenitos e calcários. Nesta porção, devido à proximidade dos refletores, só foi possível a identificação de 2 horizontes. O topo da Formação Taquipe é caracterizado por um forte refletor de amplitude negativa, que representa a passagem de calcários da Fm Pojuca para siltitos da Fm Taquipe. O topo da Fm Pojuca, entretanto, é representador por um forte refletor de amplitude positiva, que marca a passagem de arenitos fluviais da Fm São Sebastião

para os sedimentos mais finos da Fm Pojuca. Na figura 33 é possível ver os horizontes Taquipe, em verde oliva, e Pojuca, em verde abacate.

Figura 33 – Mapeamento dos horizontes dos topos das formações Taquipe e Pojuca.

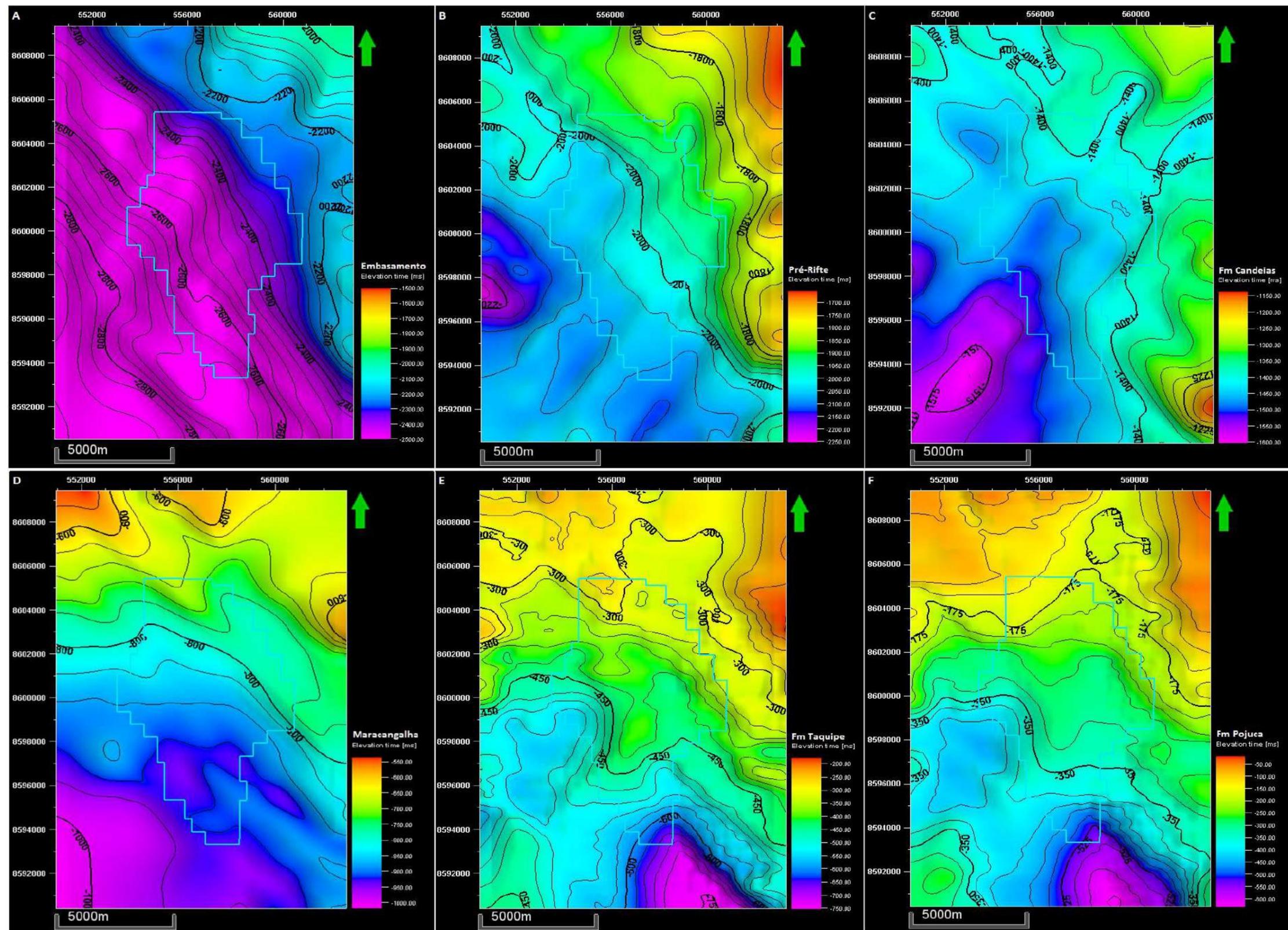


Legenda: Topo da Formação Taquipe, em verde oliva, e Formação Pojuca, em verde abacate.

Fonte: A autora, 2016.

A partir da caracterização desses horizontes, os mesmos foram mapeados no dado sísmico 3D, em seções arbitrárias nas direções de *strike* (NE-SW) e *dip* (NW-SE) da bacia, começando em seções que passam pelos poços e utilizando uma malha de 10x10 para a extrapolação da interpretação. Assim, foram feitas superfícies correspondentes a esses horizontes na área do campo. Ao se adicionar uma escala de cores em função da elevação (milissegundos), a superfície criada resulta em um mapa estrutural em tempo para os horizontes mapeados. A figura 34 exemplifica a relação entre altos e baixos estruturais relativos nas superfícies mapeadas e será comentada no tópico de interpretação estrutural a seguir.

Figura 34 – Superfícies em tempo criadas a partir dos horizontes interpretados na área do Campo de Cexis.



Legenda: Superfícies em tempo criadas para: A – topo do embasamento; B – topo da seção pré-rifte; C – topo da Fm Candeias; D – topo da Fm Maracangalha; E – topo da Fm Taquipe e; F – topo da Fm Pojuca.

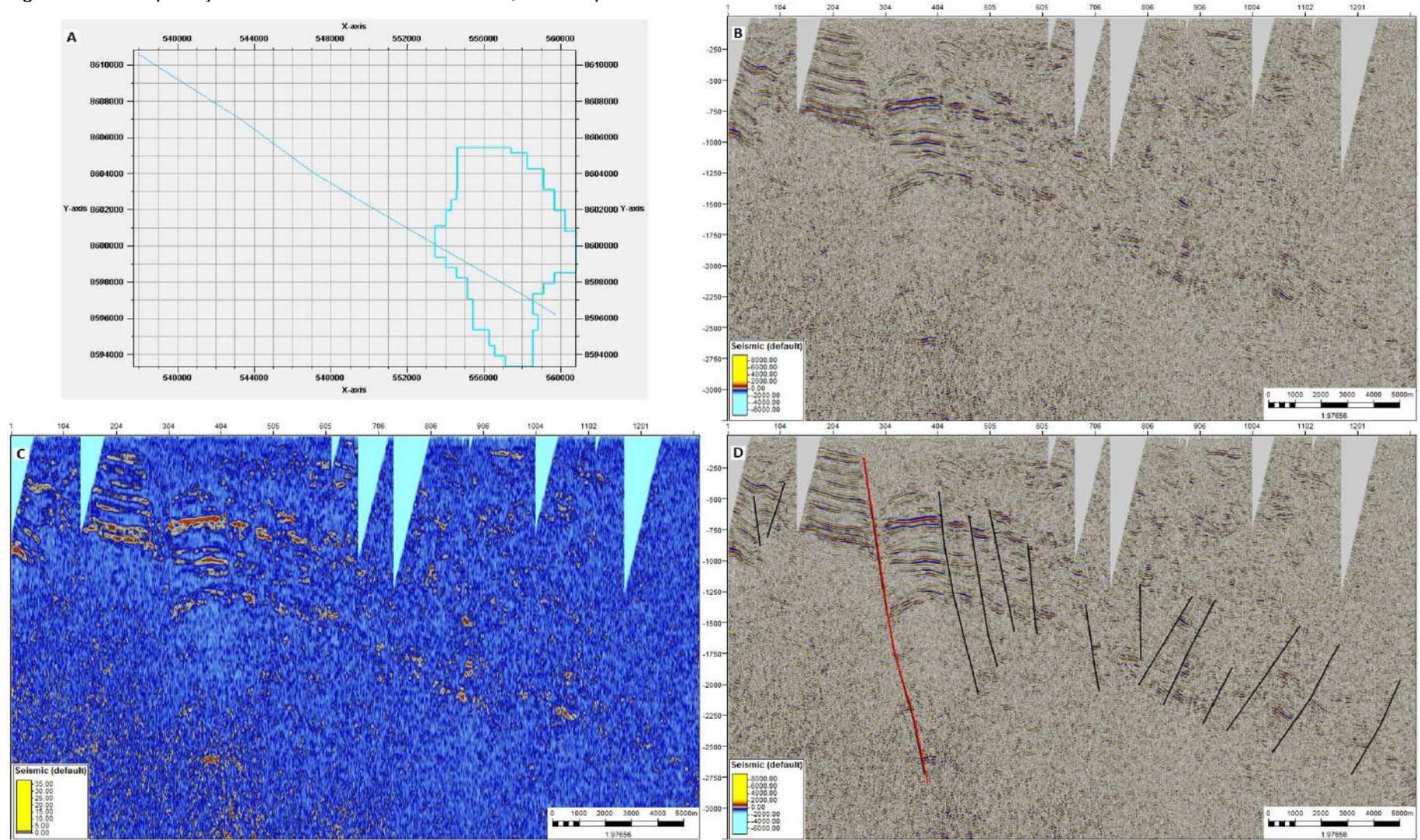
Fonte: A autora, 2016.

3.8 Interpretação estrutural

Como dito anteriormente, apenas uma linha 2D foi utilizada para interpretação estrutural da área, pois sua qualidade é um pouco superior à das demais linhas, além de ter maior comprimento (26 km). Portanto, sua interpretação forneceu um panorama mais regional da área de estudo. Na figura 35-A, pode-se contemplar a localização da linha 0026-1371, paralela à direção de *dip* da bacia do Recôncavo (NW-SE). Na figura 35-B observa-se a linha original, sem o uso de atributos e, em 35-C, a linha com o atributo de Reflection Intensity, utilizado para destacar a visualização das estruturas. Na figura 35-D estão ilustradas as falhas interpretadas na linha, onde se pode constatar uma falha de grande rejeito, na cor vermelha, com mergulho para sudeste, em direção ao Baixo de Camaçari, e que foi interpretada como a Falha de Candeias. Consegue-se enunciar, ainda, um conjunto de falhas conjugadas, com mergulhos para SE e para NW, sintéticas e antitéticas, respectivamente, a Falha de Candeias (falha materna).

O volume sísmico 3D, diferente das linhas 2D (fixas), permite o manuseio das direções das seções a serem interpretadas, facilitando a interpretação de seções paralelas e perpendiculares à direção de abertura do rifte. Por conseguinte, numa seção *dip*, ou seja, paralela à direção de abertura da bacia, é possível observar as estruturas formadas durante seu movimento de extensão com mergulhos verdadeiros, enquanto nas seções *strike*, ou perpendiculares à direção de abertura, a visualização de possíveis estruturas transversais torna-se viável. Dessa forma a interpretação, tanto dos horizontes como das estruturas, foi feita no cubo 3D em seções arbitrárias em duas direções, paralelas às direções de *dip* e *strike* da bacia, numa malha de extrapolação de 10x10. De forma a contemplar a estruturação do Campo de Cexis de maneira mais abrangente, foram escolhidas 3 seções de cada uma das duas direções (NW-SE e NE-SW), com o espaçamento de 50 linhas entre elas. A figura 36 ilustra a localização das seções junto à área de estudo, assim como os poços amarrados junto às linhas de forma a facilitar a interpretação de seus horizontes. As seções A, B e C estão na direção NW-SE, e as seções D, E e F, na direção NE-SW.

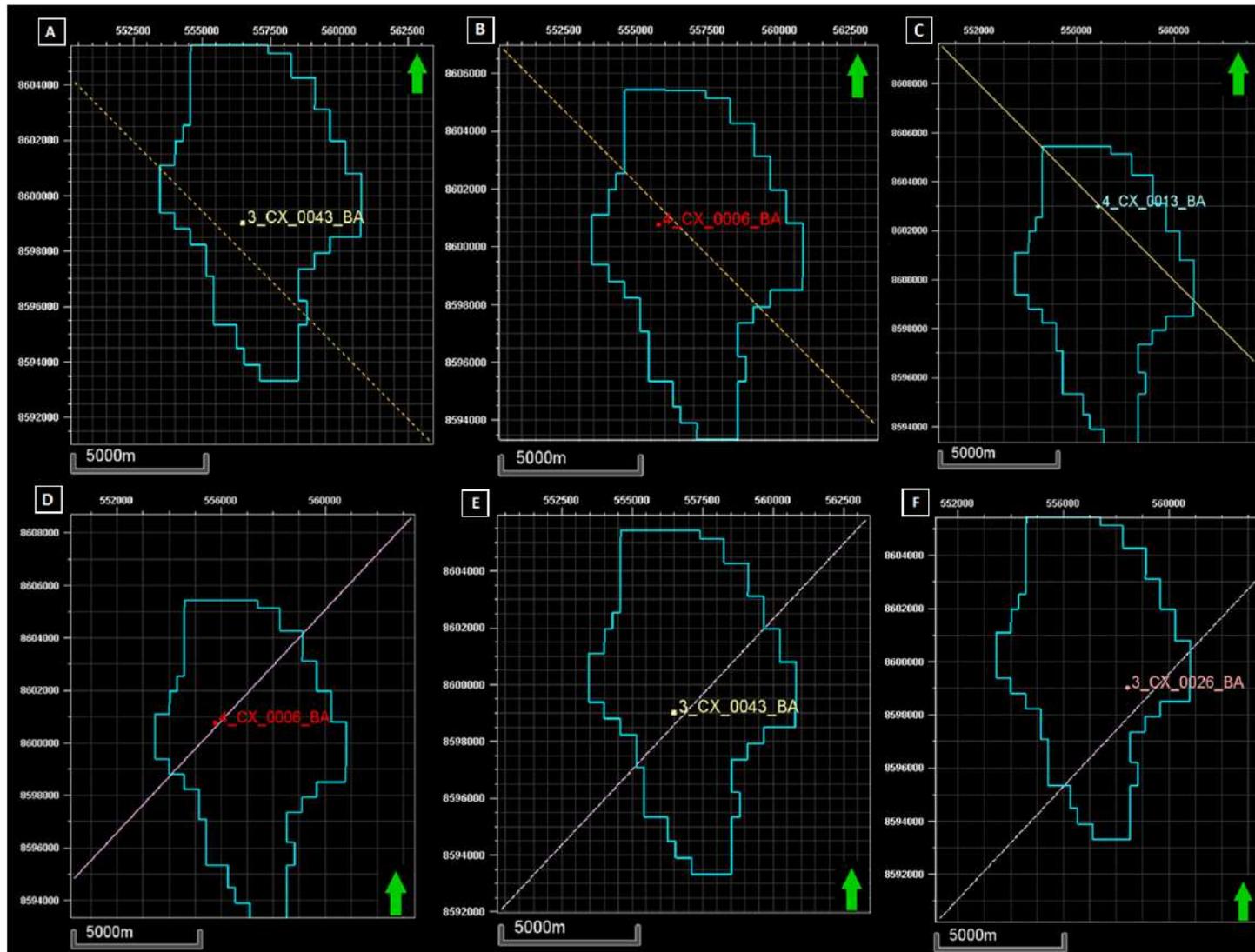
Figura 35 – Interpretação estrutural da linha 0026-1371, no Campo de Cexis.



Legenda: A – localização da linha junto à área de estudo; B - linha original; C – linha com o atributo Reflection Intensity; e D – linha interpretada com a falha materna da área com mergulho para SE, em vermelho, e falhas sintéticas e antitéticas a ela, em preto.

Fonte: A autora, 2016.

Figura 36 – Localização das seções interpretadas junto à área do Campo de Cexis.



Legenda: Seções A, B e C na direção *dip* da bacia (NW-SE); seções D, E e F na direção *strike* da bacia (NE-SW).

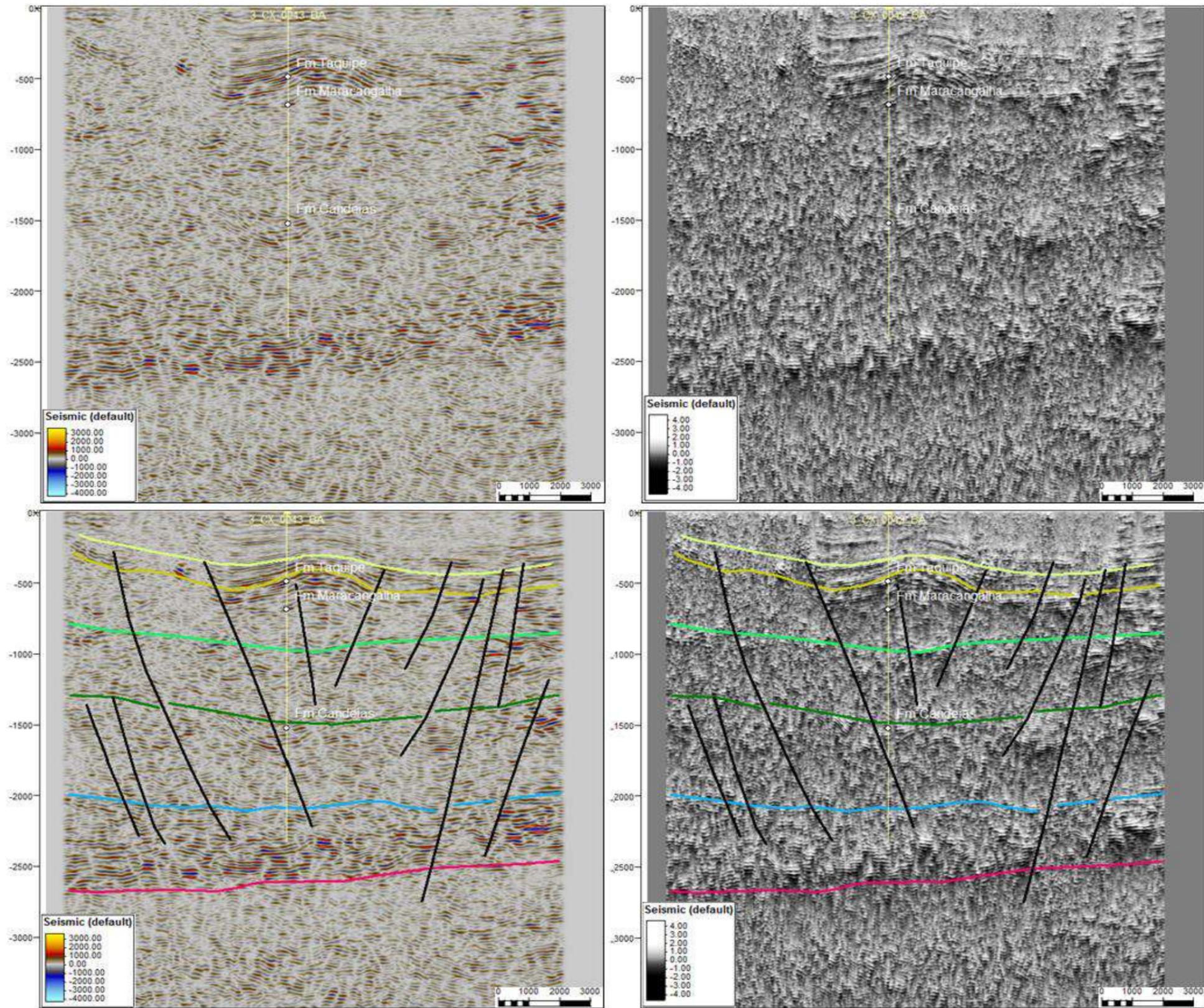
Fonte: A autora, 2016.

A seção A, de direção NW-SE, corta a área obliquamente e passa próxima ao poço 3CX-43-BA, utilizado para a amarração dos horizontes. Na figura 37 observa-se a interpretação dos principais horizontes e falhas identificados na linha. De forma geral, foram interpretadas falhas normais e semiplanares, com mergulhos variando entre a direção NW e a direção SE e com rejeitos poucos expressivos. As falhas que cortam predominantemente os sedimentos da seção rifte (folhelhos da Formação Candeias aos arenitos fluviais da Formação São Sebastião) têm mergulhos mais suaves e são, por vezes, lítricas, tendo suas superfícies de descolamento nos folhelhos das formações Candeias e Maracangalha, enquanto as falhas que contemplam o embasamento e os sedimentos da seção pré-rifte, são, em sua maioria, planares e subverticais. Os horizontes interpretados na linha estão aplainados, com exceção dos topos das formações Taquipe e Pojuca, que apresentam uma feição de anticlinal, formada pela compensação isostática criada para acomodar o movimento de *rollover* ocorrido durante a formação da falha lítrica do *graben* visto no centro da linha.

A interpretação das feições geológicas identificadas na seção B (figura 38) – cujo poço mais próximo é o 4CX-6-BA – assim como na seção anterior, revela um sistema de falhas normais conjugadas, com mergulhos para as direções NW e SE. As falhas têm grande profundidade – cortando, em sua maioria, as seções pré-rifte e rifte – e geometria semiplanar, com mergulhos altos, de aproximadamente 70 graus. No que tange às estruturas, pode-se observar, ainda, um basculamento de blocos no nível do topo da Fm Candeias, em direção as falhas que mergulham para NW. Os horizontes que representam o topo do embasamento e da seção pré-rifte sofrem uma depressão em direção ao centro da imagem, provavelmente ocasionada pelas falhas normais que desenvolvem uma feição de *graben* nessa região.

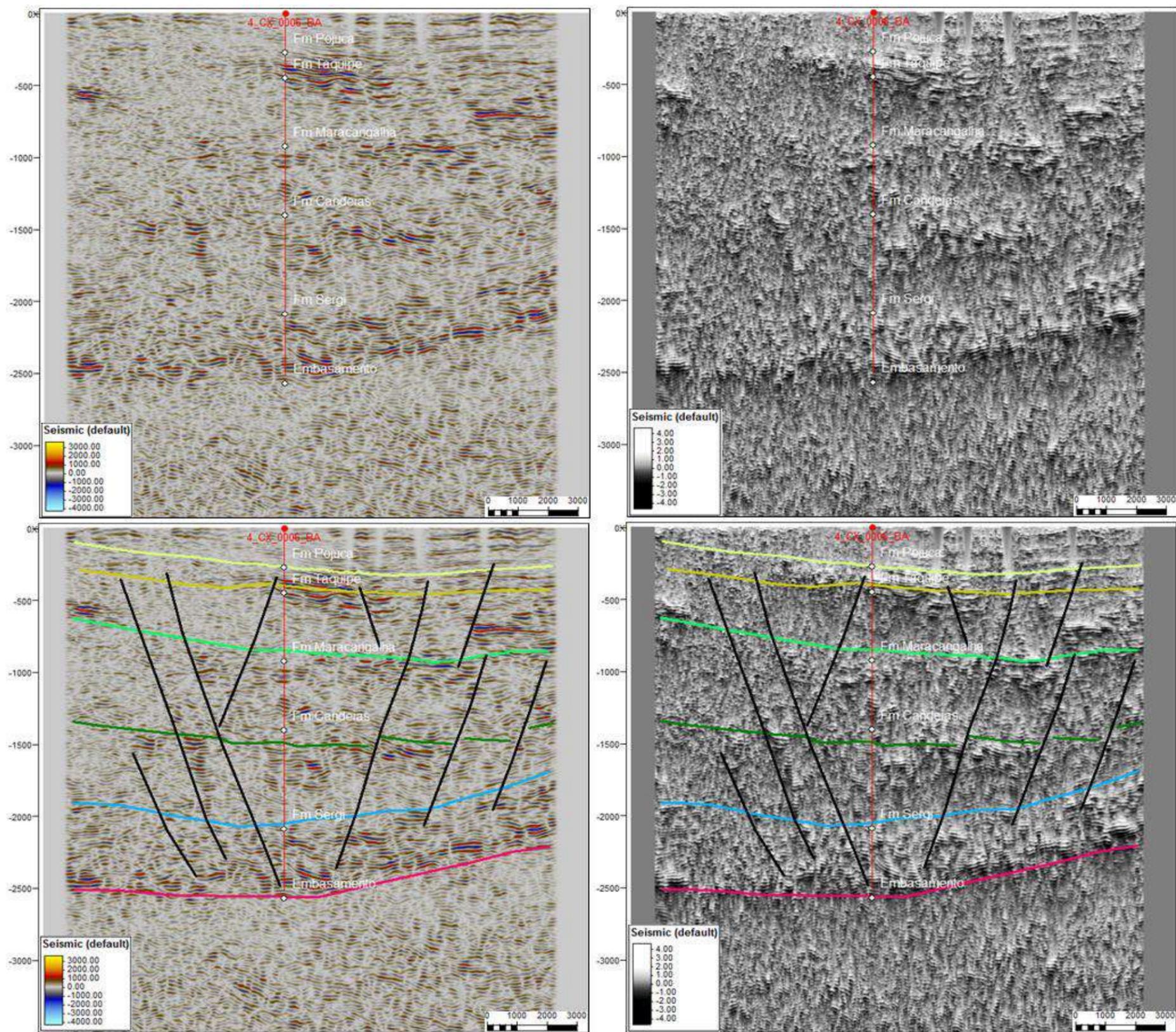
Na seção C, também de direção NW-SE, próxima ao poço 4CX-13-BA, há um sistema de falhas normais subverticais e semiplanares, com mergulhos para SE, e um sistema de falhas lítricas e com mergulhos mais suaves para NW, que têm sua superfície de descolamento, em grande parte, também localizadas nos folhelhos da Fm Candeias (figura 39). Assim como na seção anterior, os horizontes basais (topo do embasamento e da seção pré-rifte) têm uma leve depressão em direção à área de *graben*, no centro da imagem.

Figura 37 – Linha sísmica da seção A, de direção NW-SE, com horizontes e falhas interpretados.



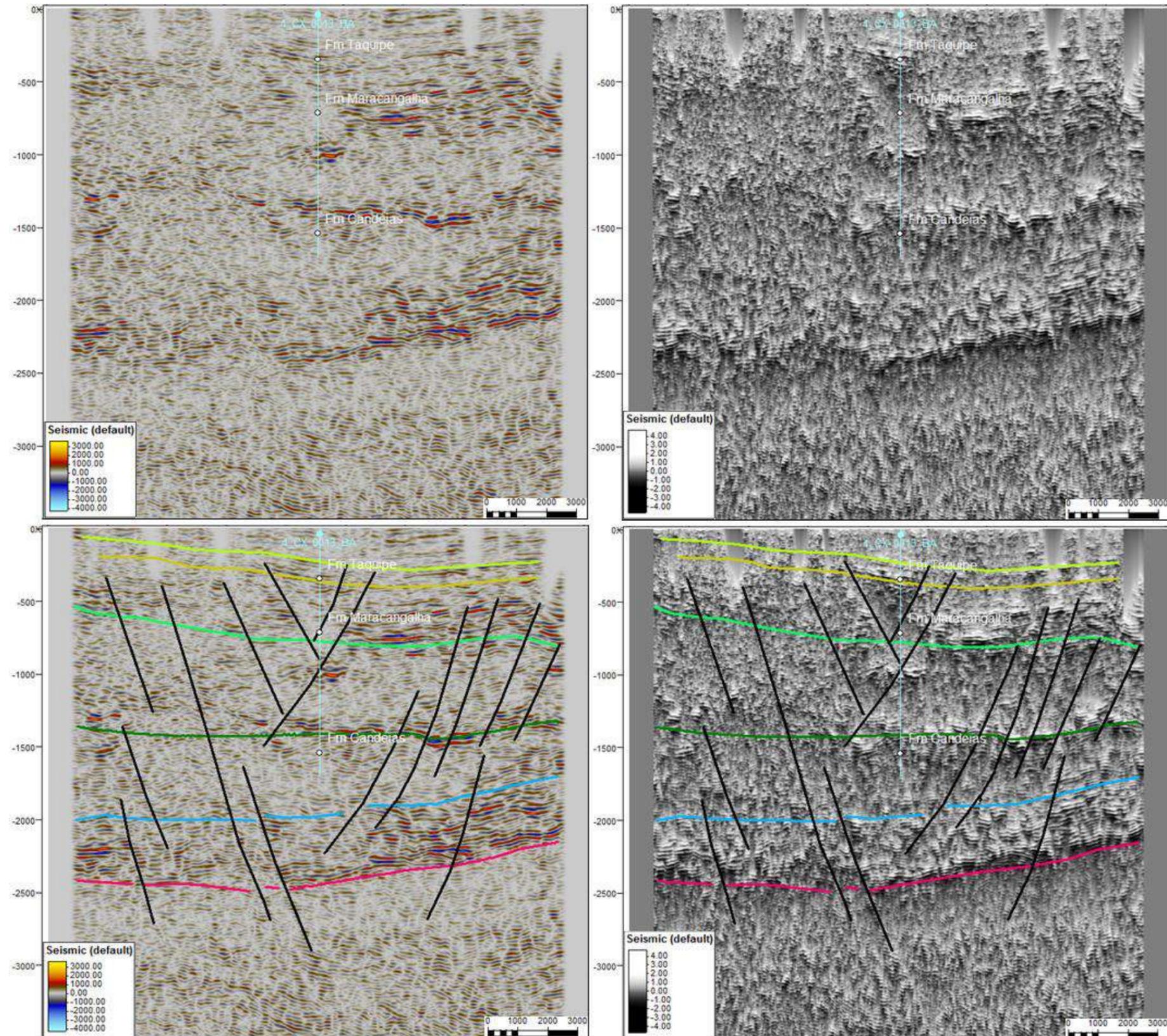
Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
 Fonte: A autora, 2016.

Figura 38 – Linha sísmica da seção B, de direção NW-SE, com horizontes e falhas interpretados.



Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
Fonte: A autora, 2016.

Figura 39 – Linha sísmica da seção C, de direção NW-SE, com horizontes e falhas interpretados.



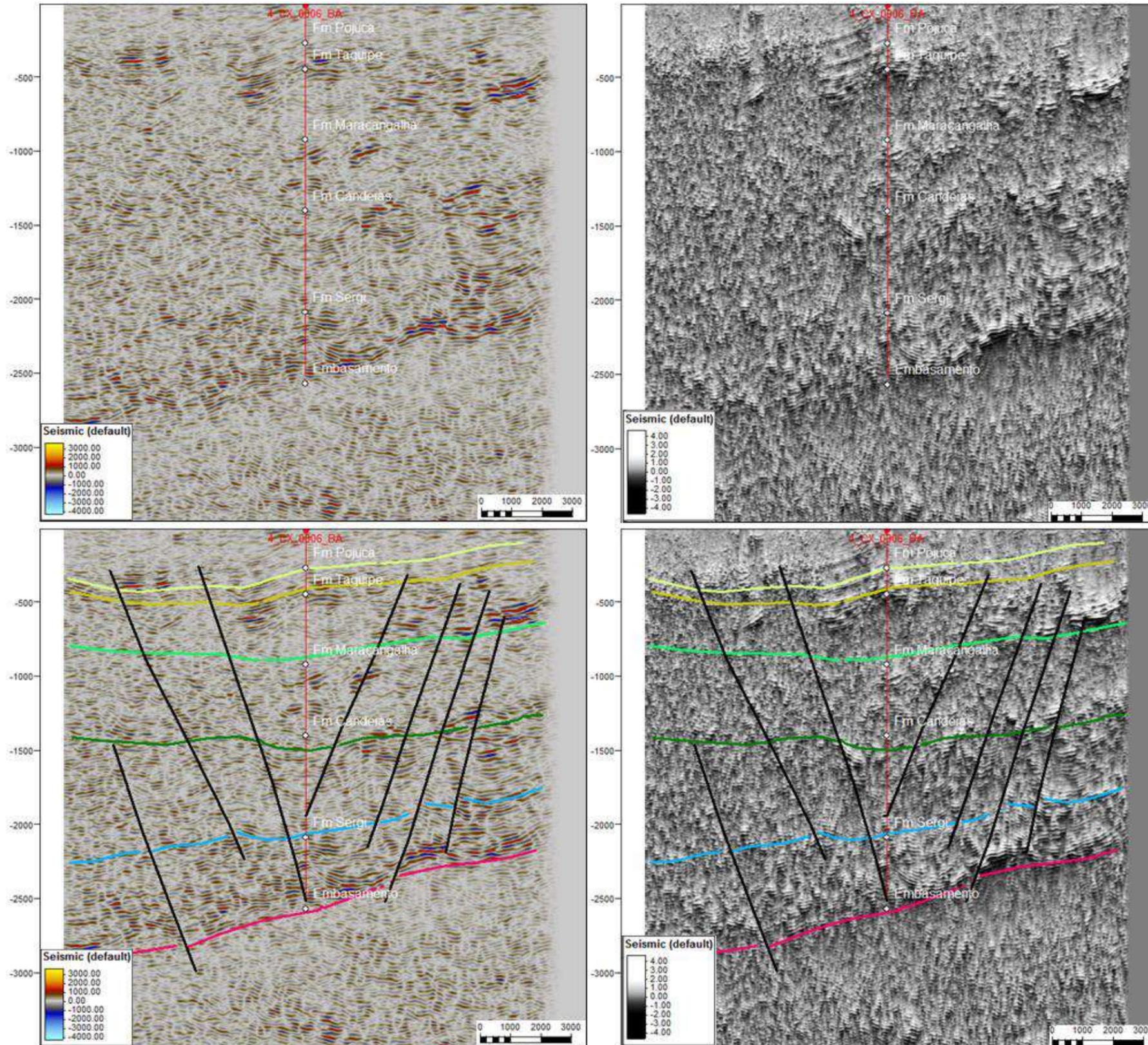
Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
Fonte: A autora, 2016.

A seção D, de direção NE-SW, corta a área nas proximidades do poço 4CX-6-BA, de forma perpendicular à direção de abertura do rifte e, dessa forma, assim como nas seções que seguem, exhibe falhas transversais. A figura 40 retrata a interpretação dessas falhas, exibindo falhas normais, semiplanares, com altos mergulhos para as direções SW e NE e em geral mais profundas que as falhas interpretadas nas seções anteriores, chegando à profundidade das rochas do embasamento. É interessante notar que os topos dos horizontes mais basais (embasamento e pré-rifte) são controlados principalmente pelas falhas que mergulham para SW e, conseqüentemente, apresentam rejeitos mais significativos em relação aos rejeitos causados pelas falhas normais de extensão da bacia.

A figura 41 ilustra a linha sísmica da seção E, também de direção NE-SW. Nela, observa-se um sistema de falhas normais, conjugadas, semiplanares, e com mergulhos de aproximadamente 70° para NE e, principalmente, SW. Assim como ocorre na linha da seção anterior, as falhas têm rejeitos um pouco maiores e pode-se observar o basculamento de blocos no nível dos topos da seção pré-rifte e da Fm Candeias. No centro da imagem, a exemplo do que ocorre na imagem 36, que também corta o poço 3CX-43-BA, distingue-se uma estrutura anticlinal no nível dos topos das formações Taquipe e Pojuca, outrora interpretada como uma anticlinal de *rollover*.

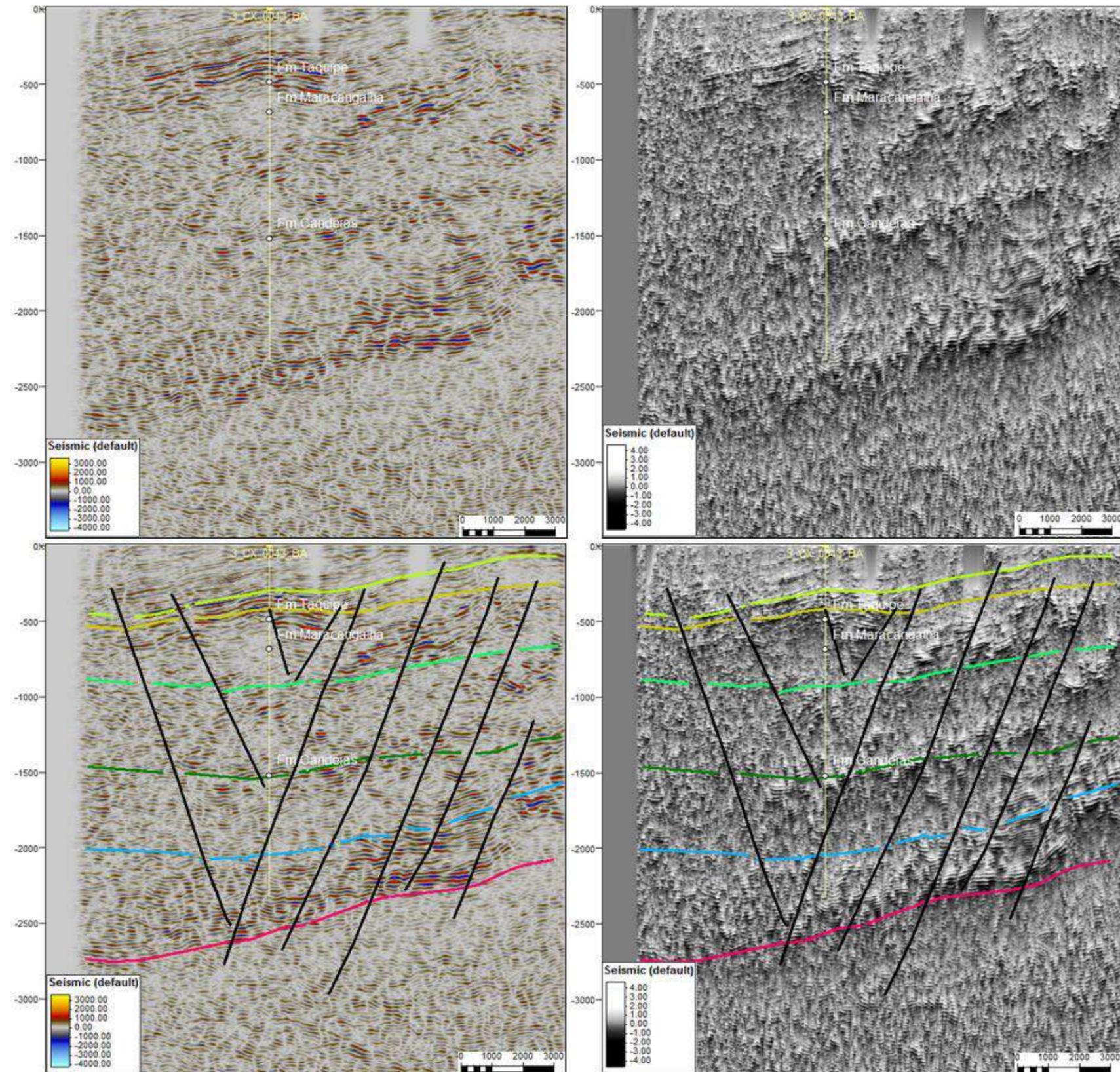
A seção F, contemplada na figura 42, também de direção NE-SW, teve como referência o poço 3CX-26-BA. A interpretação sísmica desta linha está de acordo com a interpretação das seções de mesma direção. Observa-se a presença de falhas normais, e semiplanares, com alto mergulho para SW e outro conjunto menor de falhas, também normais, e antitéticas, com mergulho para NE. Os horizontes mapeados na linha, particularmente o topo do embasamento e da seção pré-rifte, têm mergulho para SW, em conformidade com as falhas que os controlam.

Figura 40 – Linha sísmica da seção D, de direção NE-SW, com horizontes e falhas interpretados.



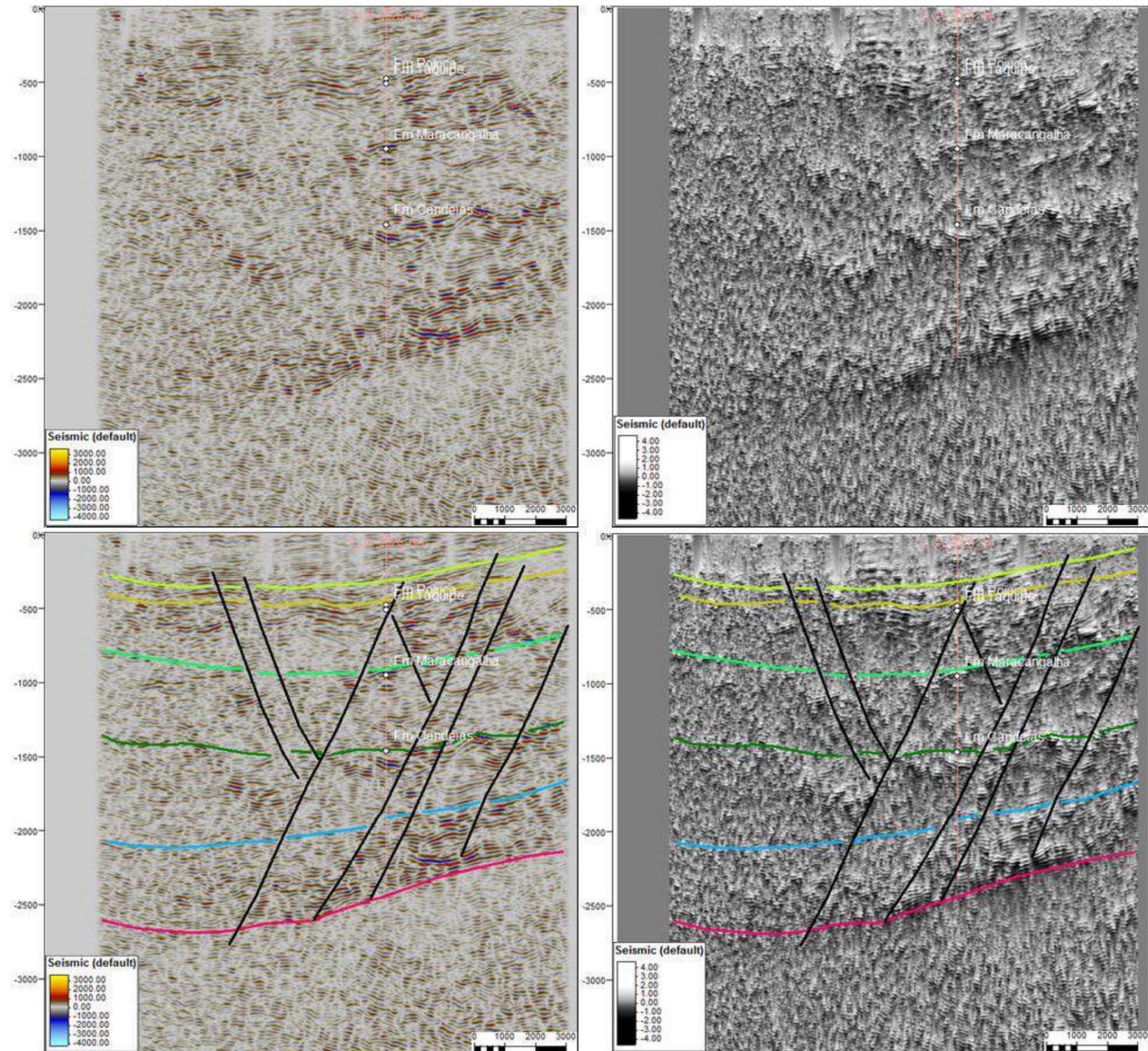
Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
 Fonte: A autora, 2016.

Figura 41 – Linha sísmica da seção E, de direção NE-SW, com horizontes e falhas interpretados.



Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
Fonte: A autora, 2016.

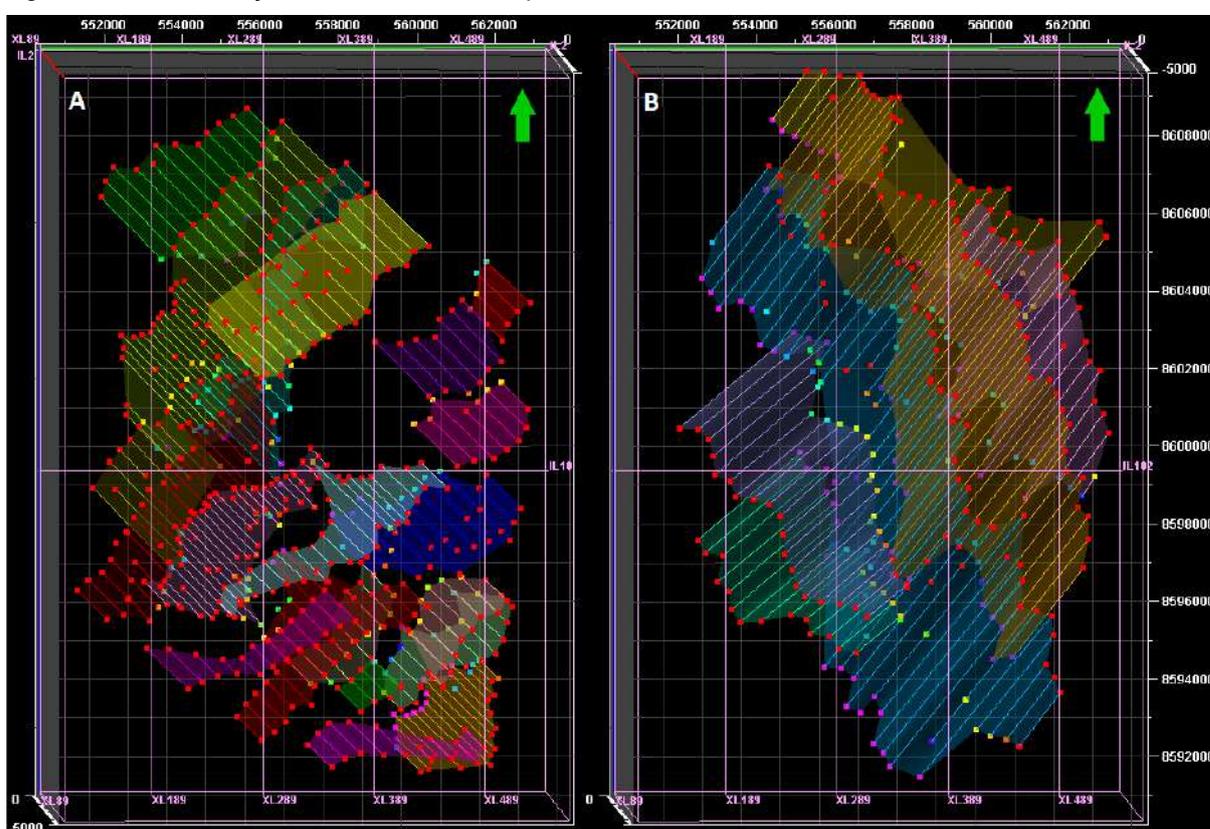
Figura 42 – Linha sísmica da seção F, de direção NE-SW, com horizontes e falhas interpretados.



Legenda: Na parte esquerda da imagem, a linha com o atributo Structural Smoothing; na parte direita, a linha com o atributo TecVA.
Fonte: A autora, 2016.

O mapeamento dessas falhas no volume sísmico 3D, permitiu a visualização da extensão e do mergulho dos planos dessas falhas junto ao Campo de Cexis. Optou-se, neste trabalho, pela individualização das falhas mapeadas em cada direção, a fim de fazer uma melhor avaliação das direções de *strike* e mergulho das mesmas. A figura 43 representa uma visualização em 3D, em A, dos planos das principais falhas interpretadas nas seções de direção NW-SE, e em B, das falhas interpretadas na direção NE-SW. Assim, pode-se dizer que em A, as falhas têm um *trend* principal NE-SW, enquanto em B, o *trend* principal tem direção NW-SE.

Figura 43 – Visualização 3D das falhas interpretadas na área.

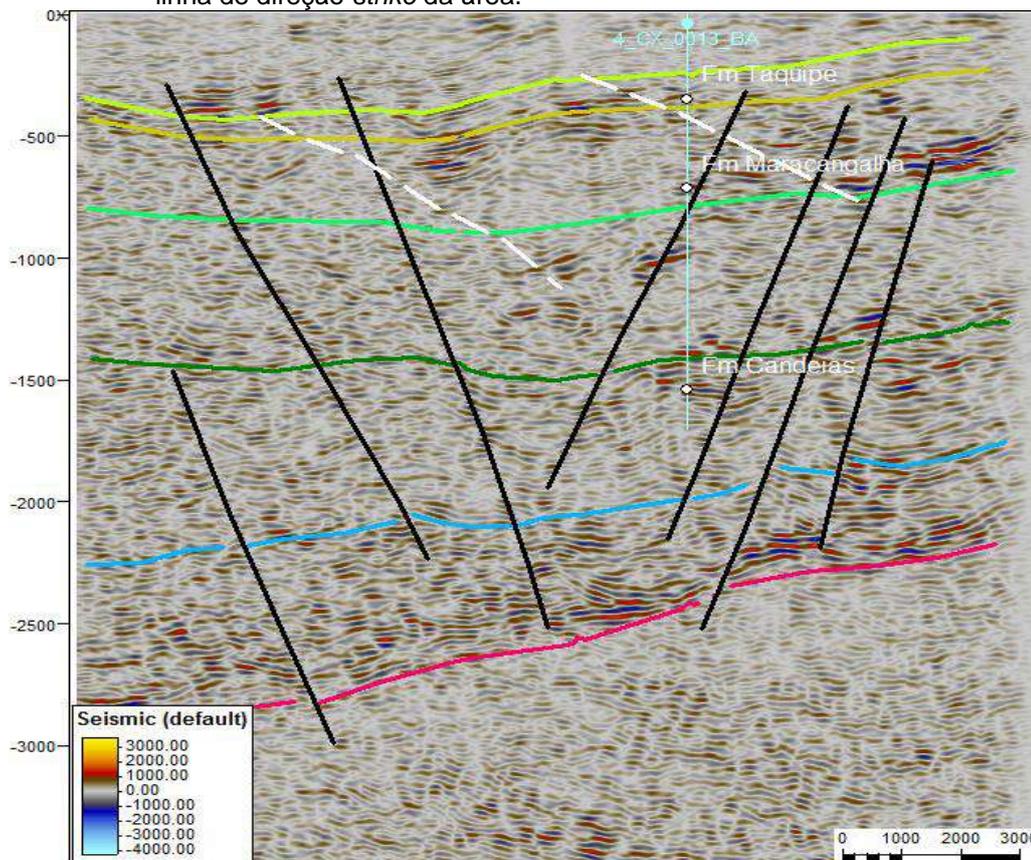


Legenda: Em A, falhas interpretadas nas seções de direção NW-SE; em B, falhas interpretadas nas seções de direção NE-SW.

Fonte: A autora, 2016.

A fim de verificar a singularidade dos dois *trends* encontrados, na figura 44 observa-se que duas falhas interpretadas nas seções NW-SE (em branco) foram plotadas numa seção na direção do *strike* da bacia, cujas falhas interpretadas estão em preto. É interessante atentar para a atenuação do mergulho dessas falhas quando não visualizadas perpendicularmente.

Figura 44 – Distinção entre os sistemas de falhas de direção NE-SW e NW-SE, numa linha de direção *strike* da área.



Legenda: Falhas de direção NE-SW em branco e falhas de direção NW-SE em preto.

Fonte: A autora, 2016.

Portanto, a interpretação sísmica da área trouxe à tona a existência de 2 sistemas distintos de falhas normais, cujos *trends* podem ser observados no diagrama de rosetas de falhas da figura 45. O primeiro e mais proeminente é composto por falhas de direção preferencial N45°E, sintéticas e antitéticas à falha materna de Candeias, e formadas durante o movimento de distensão da bacia. O segundo sistema de falhas mostra uma direção preferencial N30°W e mergulho preferencial para SW. Essas falhas transversais foram interpretadas, aqui, como pertencentes à família de falhas de alívio descritas por Destro (2002) e têm, inclusive, aproximadamente as mesmas direções de *strike* e mergulho da Falha de Mata-Catu Sul, uma das falhas de alívio mais importantes da Bacia do Recôncavo e cujo *trend* controla os principais campos de petróleo da bacia. Esse autor descreve que essas falhas foram formadas para acomodar as grandes variações dos rejeitos verticais das falhas maternas da bacia, como é o caso da Falha de Salvador, cujo rejeito varia de 2000 a 6000 metros. No caso da localidade do Campo de Cexis,