

# CARACTERIZAÇÃO DAS FALHAS DO RIFTE DA BACIA POTIGUAR (RN) ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE DECONVOLUÇÃO DE EULER 3D

Rafael Saraiva Rodrigues; David Lopes de Castro, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica - UFRN

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> 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 12<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.

## Abstract

The Euler deconvolution is an automatic method of interpretation that can provide an accurate estimate of horizontal position and depth to anomalous sources from potential field data. In this work we show the use of Euler deconvolution of gravity data to characterize the rift structures of the Potiguar Basin (RN State) using as the main parameter the structural index an exponential factor corresponding to the decay rate of the potential field with the distance between the source and the measurement point, an indicator of the geometric form of the anomalous source. The best results were obtained with a structural index equal to zero, which represents faults, a spatial window size equal to 20 km, which is used to determine the area that should be used for the calculation of Euler deconvolution, and maximum tolerance of error ranging from 0 to 7%, that determines which solutions are acceptable, thereby obtaining a cloud of Euler solutions that allowed us to characterize the main limits of the Potiguar Rift, well as their depth and dip intensity.

## Introdução

A Bacia Potiguar é parte de uma série de pequenas a médias bacias rifte no NE do Brasil. Encontra-se encaixada na porção norte da Província Borborema (Fig. 1), sendo controlada por um sistema de riftes de direção NE-SW desenvolvidos ao longo do denominado Eixo de rifteamento Cariri-Potiguar (Matos 1992). Sua evolução tectônica estaria relacionada ao desenvolvimento das margens Equatorial e do Atlântico Sul, iniciada ao final do Jurássico (Françolin & Sztamari 1987), sob forte influência dos planos de fraqueza impressos em seu embasamento pré-cambriano. Matos (1987) propõe que a estratificação reológica da Província Borborema foi um fator preponderante na definição da geometria e evolução das bacias que ali se implantaram, quando esforços distensivos começaram a predominar já a partir do Siluriano, o mesmo sistema de esforços distensivos originou riftes intracontinentais formados como resposta a um processo de estiramento e afinamento, durante o Juro-Cretáceo, crustal atuante naquela região durante a fragmentação do continente Gondwana. Desse modo pode-se destacar a influência de heterogeneidades crustais no controle

estrutural e evolução tectono-sedimentar de bacias rifte, com a reativação de uma litosfera continental previamente deformada.

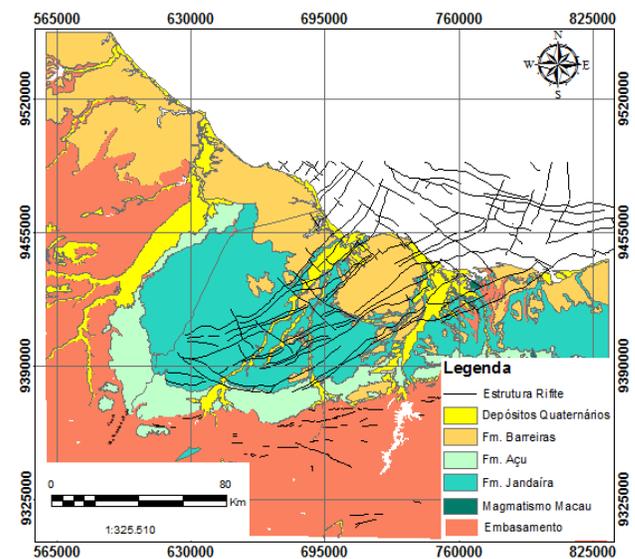


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Potiguar e das estruturas do sistema rifte da bacia.

A deconvolução de Euler, por se tratar de um método de interpretação automática capaz de fornecer uma estimativa da posição horizontal e da profundidade de fontes anômalas a partir de dados de campos potenciais (Barbosa VCF & Silva JBC, 2005), é uma importante metodologia para caracterizar a forma e o comportamento das zonas de cisalhamento através principalmente da escolha do índice estrutural que melhor se adequa com a área estudada. Procedimento integrado de localização de fontes magnéticas ou gravimétricas por meio da relação de homogeneidade de Euler para campos potenciais (Blakely 1996, apud Mass et. al. 2003). No presente trabalho foi utilizado como parâmetro, para a caracterização dessas falhas, o índice estrutural que é um fator exponencial, correspondente à taxa na qual o campo de anomalia gravimétrica cai com a distância, para uma fonte de uma dada geometria e o ponto de medida. No caso aqui apresentado foi escolhido um índice estrutural igual a zero para afim de ressaltar falhas da estrutura rifte da Bacia Potiguar. Neste contexto, o propósito do presente trabalho é contribuir com uma melhor identificação para as estruturas geológicas na Bacia Potiguar.

## Metodologia

As soluções da deconvolução de Euler 3D obtidas nesse trabalho são baseadas em um processamento quantitativo

vo semi-automático, visando determinar a profundidade e comportamento das fontes gravimétricas. A profundidade aparente para uma fonte gravimétrica ou magnética é derivada da homogeneidade da equação de Euler. Esta técnica foi desenvolvida por Thompson (1982), considerando a anomalia magnética ou gravimétrica do campo total  $T \equiv T(x, y, z)$ , corrigida de um campo regional aditivo constante e produzida por uma fonte pontual 3D, situada nas coordenadas cartesianas  $x_0, y_0, z_0$ , satisfazendo a equação homogênea de Euler 3D (Reid et. al. 1990, apud Nogueira 2008):

$$(x - x_0) \frac{\partial T}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial T}{\partial y} + (z - z_0) \frac{\partial T}{\partial z} = -nT, \quad (1)$$

onde  $n$  representa o índice estrutural, que representa um fator exponencial correspondente a taxa de decaimento do campo potencial com a distância entre a fonte e o ponto de medida, um indicador da forma geométrica da fonte anômala, por exemplo,  $n=0$  para um contato,  $n=1$  para um dique vertical ou uma soleira,  $n=2$  para um cilindro horizontal ou vertical e  $n=3$  para uma esfera ou um dipolo (Barbosa VCF & Silva JBC, 2005).

A seguinte tabela resume os índices estruturais de modelos simples para anomalias magnéticas e gravimétricas:

Tabela 1. Índices estruturais para os campos magnéticos e gravimétricos.

Índice Estrutural	Campo Magnético	Campo Gravimétrico
0	Contato	Soleira/Dique/Falha ( <i>step</i> )
0.5	Falha ( <i>thick step</i> )	<i>Ribbon</i>
1	Soleira/Dique	Cilindro Horizontal
2	Cilindro Horizontal	Circular
3	Circular	

A base de dados gravimétricos da Bacia Potiguar é composta por diversos levantamentos de universidades e órgãos e empresas públicas. Tais dados foram interpolados em uma malha regular de 500 m, através do método de Krigagem (Fig.2). As componentes regional e residual do campo gravitacional foram separadas através de um filtro gaussiano. A deconvolução de Euler 3D foi aplicada as anomalias gravimétricas Bouguer residual da região do Rifte Potiguar (Fig.3).

**Resultados**

Neste trabalho foram calculadas as soluções de deconvolução de Euler para toda área, e a melhor combinação de parâmetros obtida foi um índice estrutural igual a zero, tamanho da janela espacial igual a 20 km, que é utilizada para determinar a área que deve ser usada para o cálculo da deconvolução de Euler, e tolerância máxima do erro variando de 0 a 7%, que determina quais soluções são aceitáveis.

As soluções de Euler mostram nuvens das fontes gravimétricas concentradas ao longo do sistema de falhas principais da porção rifte da Bacia Potiguar, marcando principalmente seus limites leste (Falha de Carnaubais-1)

e sul (Falha de Apodi-2) e o limite oeste (Falha Areia branca-3), com profundidade máxima das fontes de 6,8 km. O agrupamento e concentração das soluções exibem *trends* NE-SW, com exceção da Falha Apodi que possui *trend* NW-SE (Fig. 4).

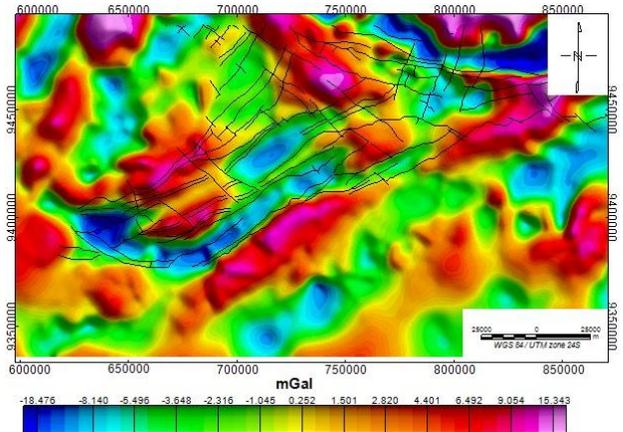


Figura 2. Mapa de anomalia Bouguer residual com as estruturas da sequência rifte.

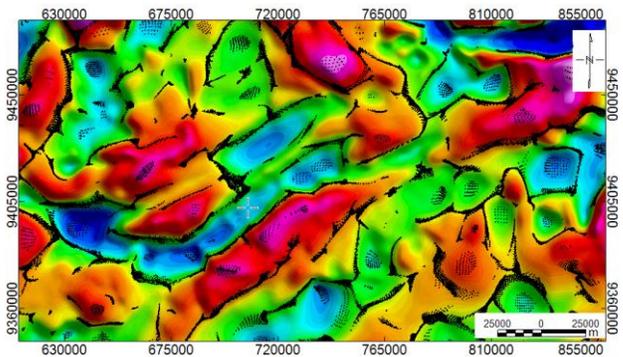


Figura 3. Mapa de anomalia Bouguer residual com a nuvem de soluções de Euler.

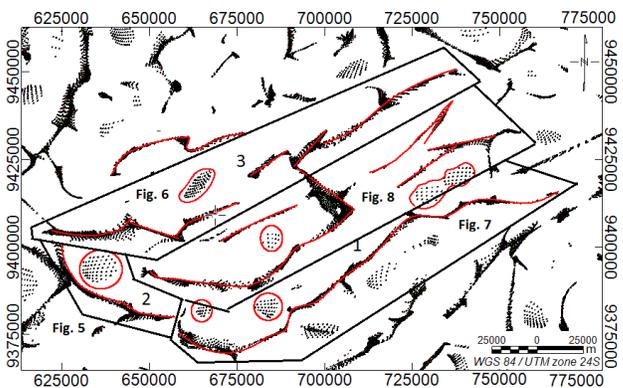


Figura 4. Mapa interpretativo das estruturas da sequência rifte com os seus depocentros circulados, respectivos limites e a nuvem de soluções Euler.

Com a análise das soluções de Euler chegou-se a um novo arranjo das falhas da sequência rifte em comparação com as estruturas conhecidas com base na sísmica de reflexão (Matos, 1992). Observam-se também nuvens de soluções circulares, concentrados nas regiões dos depocentros da bacia mostrando profundidades muito

rasas, característica essa decorrente da escolha do índice estrutural (Fig.4).

Para uma caracterização dos mergulhos das falhas foram utilizados vários intervalos de profundidade. Contudo, o conjunto de intervalos que melhor realça o comportamento das falhas principais do rifte foi aquele que concentra as profundidades de 0,2 a 3,2 km.

A Figura 5 mostra a Falha Apodi, com as soluções de Euler indicando um encurvamento característico dessa falha de transferência, com um mergulho abrupto observado pela mudança rápida de profundidade ao longo da falha que vai de 800 m a pouco mais de 3,2 km.

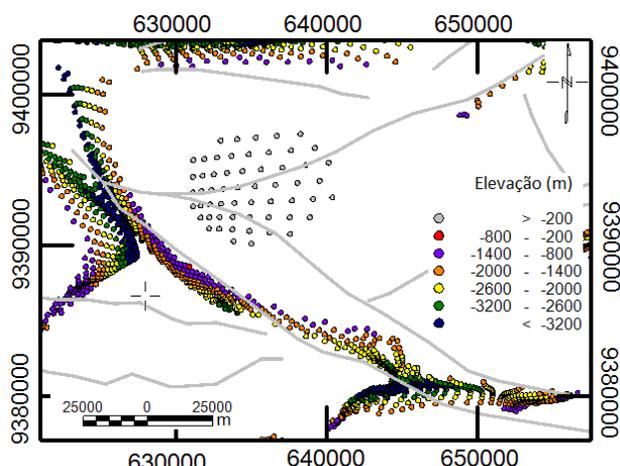


Figura 5. Mapa com a nuvem de soluções para a Falha de Apodi com a sequência rifte da sísmica de reflexão (cinza).

Na Figura 6, observamos as soluções de Euler que mostram o que pode ser identificado como sendo seu limite oeste (Falha Areia Branca), sendo representado por um conjunto de falhas e pequenas dobras, essas últimas sendo observadas principalmente na porção SW do mapa, tendo um mergulho suave NW-SE. O comportamento desse conjunto de falhas é em sua maioria sub-vertical.

As soluções de Euler na Figura 7 destaca um comportamento sub-vertical da Falha de Carnaubais na borda leste do rifte. Na porção SW do mapa, os intervalos de profundidade de 0,8 a 2 km revelam um encurvamento da falha com um mergulho suave. Tal distribuição das soluções pode caracterizar que a Falha de Carnaubais foi afetada pela falha de transferência do limite sul do rifte.

As soluções localizadas no centro da estrutura rifte (Fig. 8), com a representação da sequência rifte da sísmica de reflexão em cinza, são em sua maioria sub-verticalizadas e com profundidades que chegam a 3,2 km, com exceção da solução localizada no centro do mapa com *trend* NE-SW (4) que é verticalizada e com profundidades de cerca de 800 m a 1,4 km. Observa-se ainda uma solução com *trend* NW-SE (6), mergulho suave e profundidade por volta de 3,2 km. Na porção sul, é observada uma nuvem de soluções que possui um encurvamento que acompanha o limite da sequência rifte (5). Neste local, o centro desta nuvem tem uma mudança brusca de profundidade passando de aproximadamente 1,4 km para mais de 3,2 km.

### Interpretação 3D

Os mapas da Figura 9 mostram a distribuição das nuvens de soluções da Deconvolução de Euler no espaço (x,y,z). Na Figura 9A, observa-se a distribuição das nuvens de pontos para a Falha de Areia Branca, que atinge profundidades de até 5,5 km, com mergulhos que variam de NW-SE, nas porções SW e central do seguimento, a sub-vertical. Mostra ainda uma sequência de inflexões suaves na porção oeste do mapa.

A Figura 9B, mostra a porção central do rifte, que atinge profundidades de até 5 km, onde se destacam duas falhas principais que são cortadas por uma falha tardia, de direção NW-SE e evidenciada pelo deslocamento das duas falhas principais.

Na Figura 9C, observa-se o conjunto de falhas que formam o Sistema de Falhas de Carnaubais, mostrando-se com mergulho sub-vertical e atingindo profundidades superiores a 6 km. Na porção sul do mapa, é possível observar que a inflexão, mostrada na Figura 7, é formada por dois conjuntos de falhas.

A Figura 9D mostra a Falha Apodi, levemente inflexionada em contato com outra falha igualmente encurvada, com profundidades de até 4 km.

### Conclusão

A análise das soluções da Deconvolução de Euler para as anomalias gravimétricas da Bacia Potiguar (RN) permitiu a delimitação das principais falhas do rifte, bem como evidenciar um novo arranjo para as falhas sin-rifte em comparação com as estruturas reconhecidas em seções sísmicas de estudos prévios. Com base nas soluções encontradas, foi possível também evidenciar os importantes epicentros da bacia, a intensidade do mergulho das falhas principais e observar as variações dos ângulos de mergulho ao longo dos planos de falha. Neste sentido, fica evidente a inflexão sofrida pelas falhas de transferência dos sistemas de falhas de Apodi e Carnaubais, além das falhas localizadas na porção central do Rifte Potiguar. Seu deslocamento na direção NW-SE foi provavelmente provocado por uma falha tardia, associada à fase final do rifteamento.

### Agradecimentos

RSR e DLC agradecem à CAPES e ao CNPq pelas bolsas de pós-graduação e produtividade, respectivamente, bem como ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

### Referências

- BARBOSA, V. C. F., SILVA, J. B. C. Deconvolução de Euler: passado, presente e futuro-um tutorial. Revista Brasileira de Geofísica 23(3), p. 243-250, 2005.
- FRANÇOLIN, J. B. L. & SZATAMARI, P. 1987. Mecanismo de Rifteamento na Porção Oriental da Margem Norte Brasileira. Revista Brasileira de Geociências 17, p. 195-207.
- MAAS, M. V. R., OLIVEIRA, C. G., PIRES, A. C. B., MORAES, R. A. V. Aplicação da geofísica na exploração mineral e mapeamento geológico do setor sudoeste do cinturão cuprífero óros-jaguaribe. Revista Brasileira de Geociências 33(3), p. 279-288, 2003.

MATOS, R. M. D. Sistema de riftes cretáceos do NE Brasileiro. In: SEMINÁRIO DE TECTÔNICA DA PETROBRAS, 1, 1987, Rio de Janeiro. **Atas**. Rio de Janeiro: PETROBRAS/CENPS/DEPEX, 1987. p.126-159.

MATOS, R. M. D. The northeast Brazilian rift system. **Tectonics**, v.11, n.4, p.766-791, aug. 1992.

BARBOSA, V. C. F., SILVA, J. B. C. Deconvolução de Euler: passado, presente e futuro-um tutorial. Re-

vista Brasileira de Geofísica 23(3), p. 243-250, 2005.

NOGUEIRA, F. C. C. Estruturas tectônicas cenozóicas na porção leste da Bacia Potiguar-RN.2008.136f. Tese n°23/PPGG (Programa de Pós-Graduação em Geofísica e Geodinâmica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

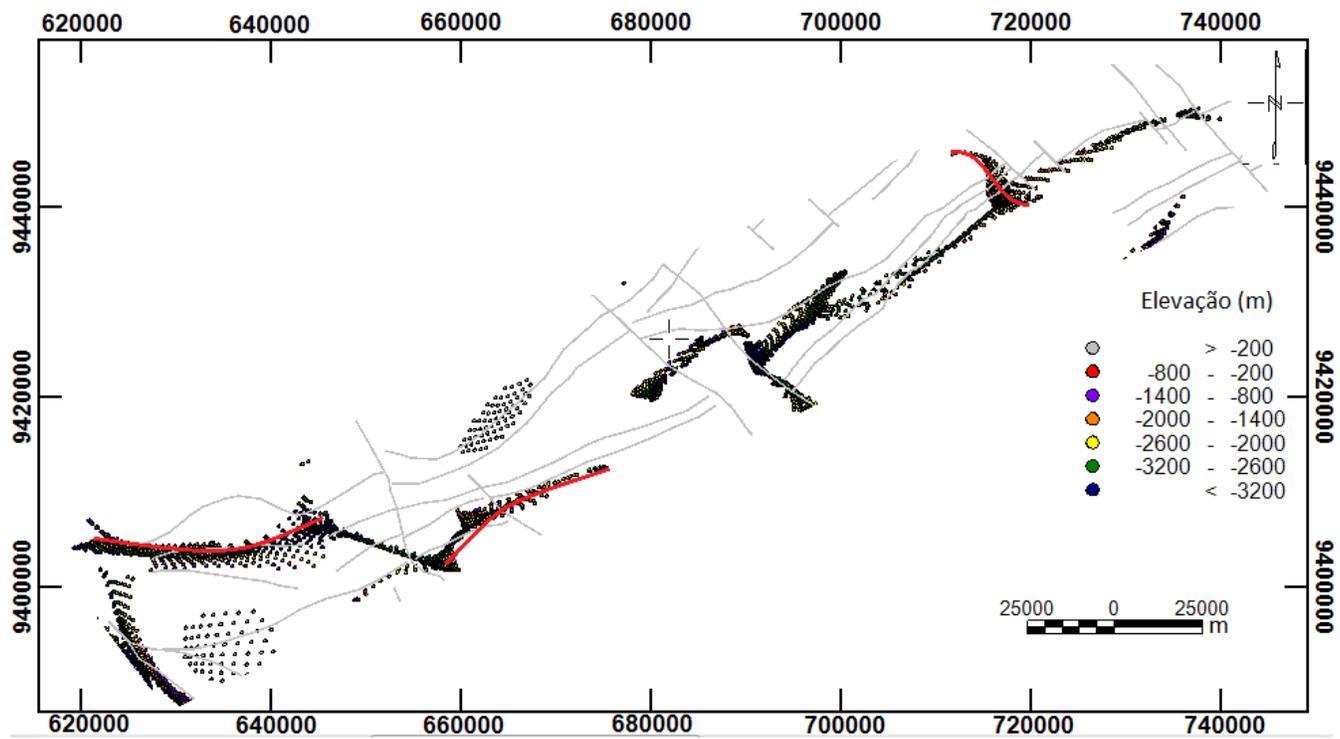


Figura 6. Mapa de localização das soluções da Deconvolução Euler 3D para o Sistema de Falhas Areia Branca com a sequência rifte da sísmica de reflexão (cinza).

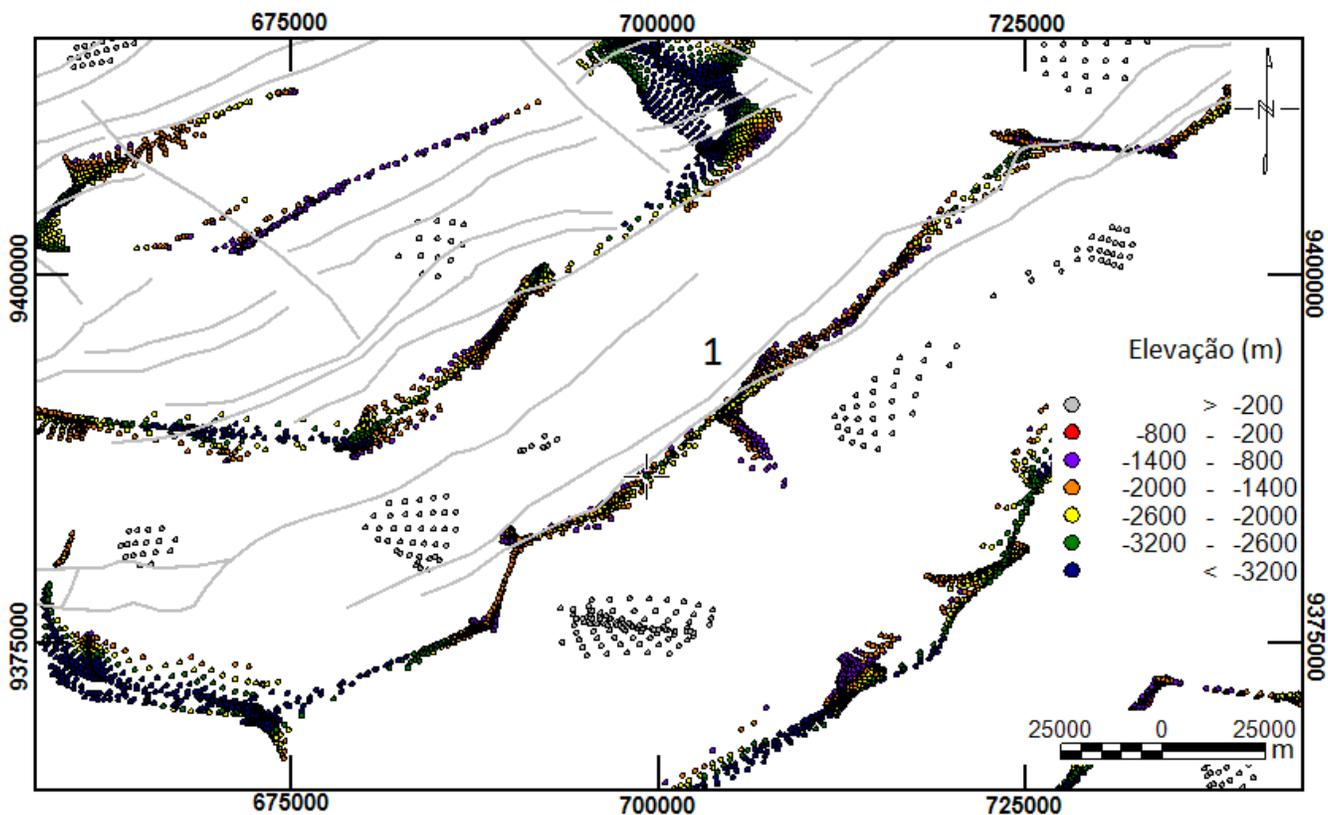


Figura 7. Mapa de localização das soluções da Deconvolução Euler 3D para o Sistema de Falhas Carnaubais (1) com a sequência rifte da sísmica de reflexão(cinza).

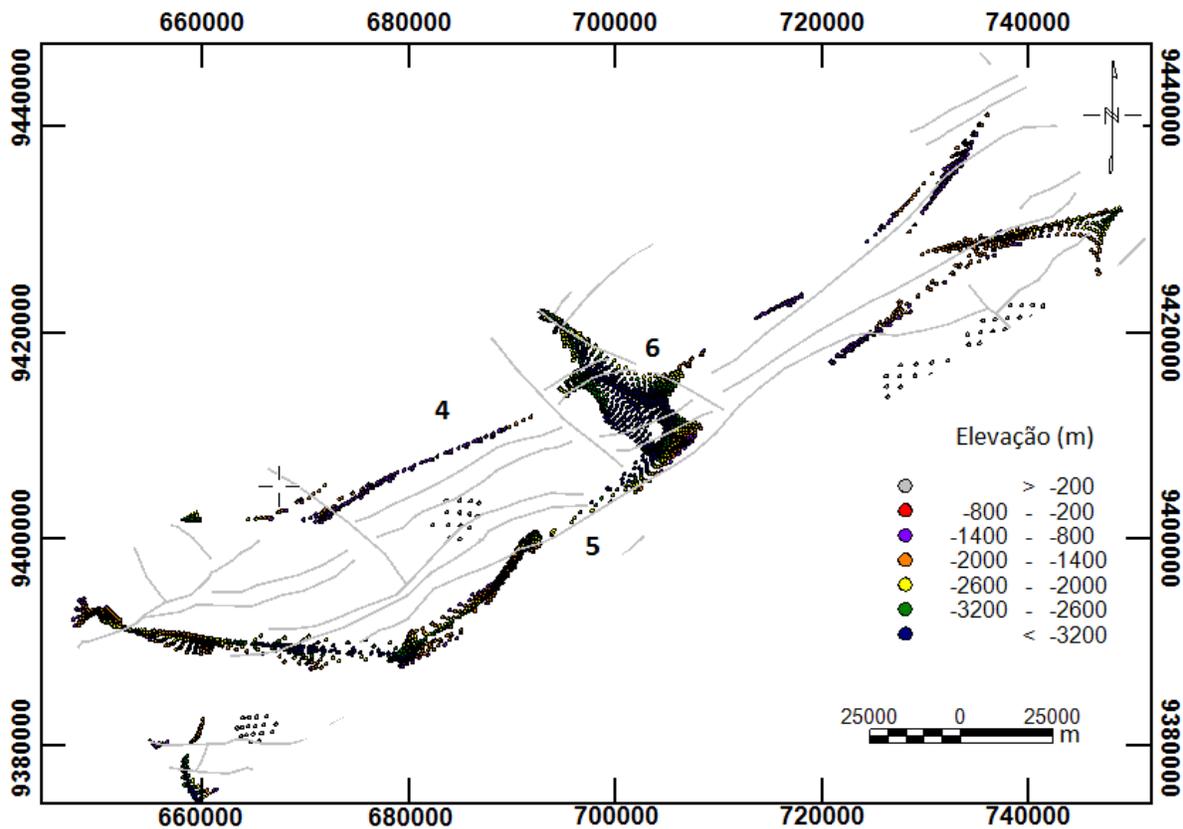


Figura 8. Mapa de localização das soluções da Deconvolução Euler 3D para o sistema de falhas na porção central do rifte.

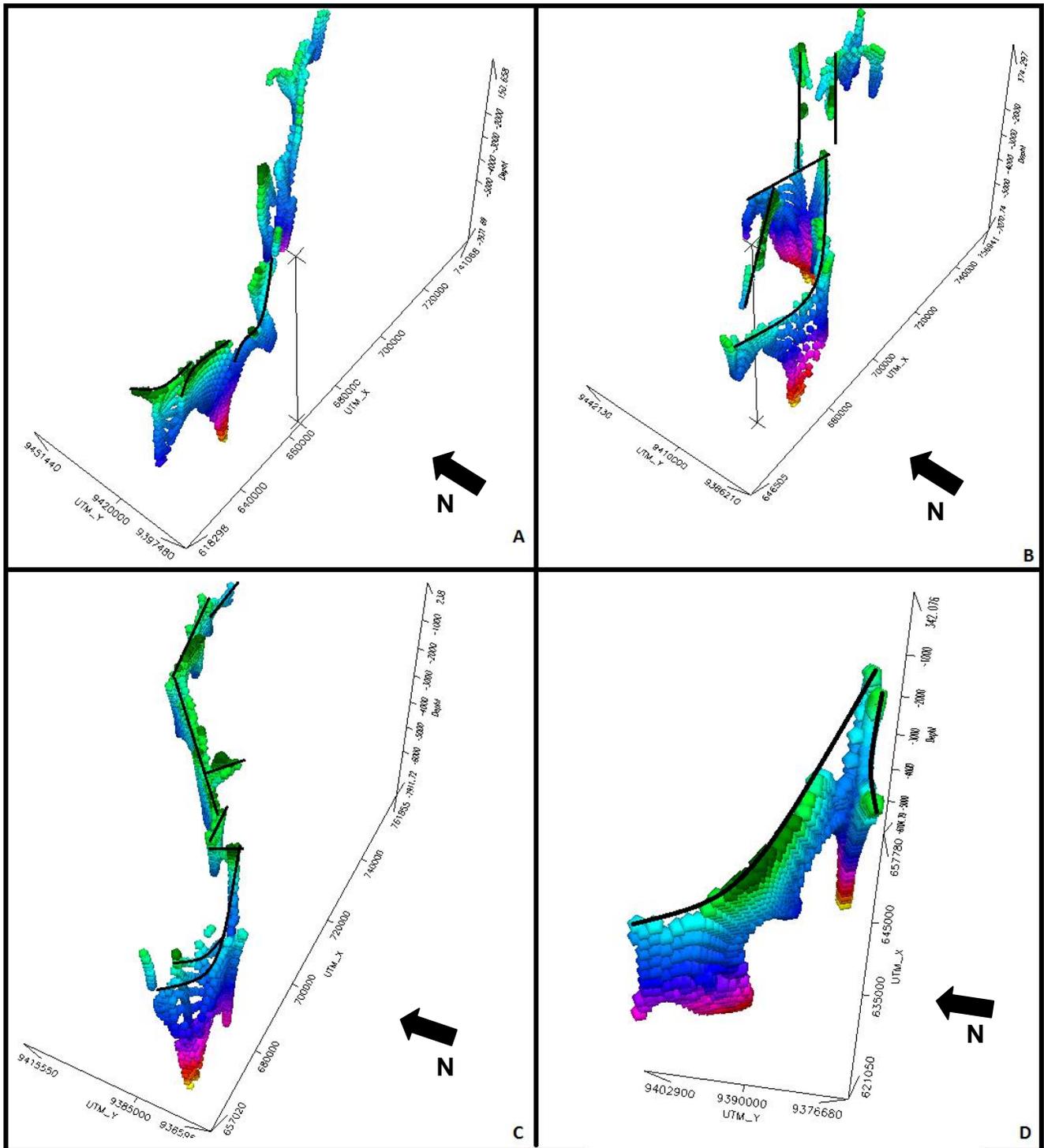


Figura 9. Visualização tridimensional das soluções da Deconvolução Euler 3D para as falhas de Areia Branca (A), na porção central do rifte (B), Carnaubais (C) e Apodi (D).