



Comparação dos dados de Deconvolução de Euler com seções sísmicas na Bacia da Foz do Amazonas

Vanessa da Silva Reis Assis¹, Maria Sílvia Carvalho Barbosa². ¹Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná, ²Departamento de Geologia da Universidade Federal de Ouro Preto.

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IX SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

A Bacia da Foz do Amazonas, localizada na região norte do Brasil, na margem Equatorial Brasileira, apresenta uma tectônica única. Isso acontece pois durante o Mioceno ocorreu uma inversão na sedimentação do rio Amazonas, causando um aumento significativo da taxa de sedimentação e, conseqüentemente, na formação de diversas estruturas. Essa bacia se encontra totalmente encoberta pelo Oceano Atlântico, assim, todos os estudos são efetuados por métodos indiretos. Dessa forma, foi realizado a análise gravimétrica e sísmica do Cone do Amazonas e a comparação de dados de Deconvolução de Euler com interpretações sísmicas.

Introdução

A Bacia da Foz do Amazonas é alvo de diversos estudos desde a década de 1970. Isso se dá, pois, além de possuir uma evolução tectônica diferenciada há indícios da presença de hidratos de gás na bacia (Canario 2013). A carta estratigráfica foi inicialmente descrita por Brandão & Feijó (1994) e, posteriormente, redefinida por Figueiredo et al. (2007). Segundo esses estudos ocorreu uma variação na sedimentação da bacia ao longo de seu desenvolvimento. Inicialmente, na fase Pré-Rifte, com início há 235 Ma, a sedimentação era em ambiente desértico. Posteriormente, a bacia passou a ter sedimentação predominantemente marinha durante toda a deposição da Supersequência Rifte, durante o Eocretáceo. A fase Drifte se iniciou no Albiano Superior e apresentou sedimentação marinha siliciclástica, plataforma carbonática-siliciclástica e terrígena, além de ser marcada por três fases de afogamento. Nessa fase, ocorreu a formação do Cone do Amazonas (entre 11,8 a 11,3 Ma), com a deposição de uma grande quantidade de sedimentos terrígenos pela drenagem do Rio Amazonas (Figueiredo et al. 2009). Essa mudança na sedimentação foi provocada pelo tectonismo na região Nordeste da Cordilheira dos Andes, que provocou a mudança na direção do transporte dos sedimentos da cordilheira para o Oceano Atlântico durante o Mioceno (Damuth & Kumar 1975, Hoorn et al. 1995). A tectônica diferenciada dessa região é resultado da deposição da grande quantidade de sedimentos terrígenos sobre uma camada de argila inconsolidada em um curto período de tempo. Conseqüentemente, formaram-se falhas lítricas e sintéticas na zona mais proximal, falhas lítricas

e antitéticas com anticlinais de rollover na porção intermediária e, na porção mais distal, diápiros de argila (Bruno 1987). Há ainda falhas de crescimento geradas pela sobrecarga da argila, a qual sofreu deslocamento com o desenvolvimento dos diápiros num processo de argilocinese. Além disso, a formação desses diápiros também está relacionada com a presença de intrusões ígneas na região distal, que servem como um obstáculo para a movimentação da argila (Carvalho 2008). Devido à localização a bacia, foram utilizados nesse estudo a gravimetria e a sísmica de reflexão para se fazer uma análise estrutural da região do Cone do Amazonas. Com os dados gravimétricos é possível utilizar as Deconvoluções de Euler para visualizar as estruturas que causaram as anomalias em um perfil 2D e, comparar esses resultados, com a interpretação das seções sísmicas que mostram com detalhes a estruturação da bacia.

Metodologia/ Problema Investigado

O trabalho foi dividido em três fases. Na primeira, foi feita a interpretação das cinco seções sísmicas 2D no Cone do Amazonas, com foco em cinco horizontes principais (crosta continental, crosta transicional, crosta oceânica, Mioceno e fundo do mar), nas intrusões ígneas, diápiros de argila e nas estruturas geradas pela argilocinese, como falhas normais sintéticas e antitéticas e falhas de empurrão. A interpretação foi feita utilizando o *software* The KINGDON Software 8.3. Os dados sísmicos foram adquiridos pela Petrobrás e disponibilizados pela ANP. Vale ressaltar que das cinco linhas, três são *dip* (LS-01, LS-02 e LS-03) e duas são *strike* (LS-04 e LS-05). Em seguida, foi feita uma análise gravimétrica da área de estudo, a partir da confecção do mapa gravimétrico Bouguer e da realização das Deconvoluções de Euler em cinco linhas localizadas sob as seções sísmicas (Figura 1). Os dados gravimétricos foram obtidos na missão *Topex/Poseidon* por meio de satélites e foram interpolados no *software* Oasis Montaj 8.3 do sistema Geosoft. A Deconvolução de Euler é um método de inversão capaz de indicar o topo médio das anomalias gravimétricas e foi utilizado para que as estruturas em subsuperfície pudessem ser visualizadas. O *software* livre Euler 2.0 foi utilizado para realizar tais inversões. Por fim, foi feita a comparação dos perfis de Deconvolução de Euler com as seções sísmicas. Como as principais estruturas da bacia se encontram perpendiculares à linha de costa, foram utilizadas para a comparação dos resultados apenas as seções LS-01, LS-02 e LS-03.

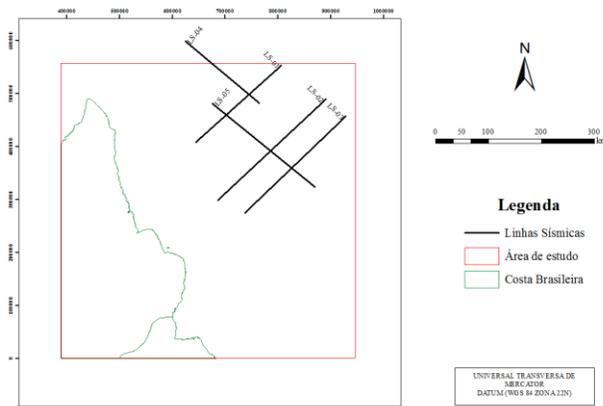


Figura 1 – Localização da Bacia da Foz do Amazonas (área de estudo) e das linhas sísmicas na região do Cone do Amazonas.

Resultados

Nas seções LS-04 e LS-05 foram traçados apenas os refletores “Fundo do Mar”, “Mioceno” e “Crosta oceânica”, pois nenhuma outra estrutura foi observada. Já nas outras três seções foram traçados os refletores correspondentes à “Crosta Continental”, “Crosta Transicional”, “Intrusão ígnea”, “Diápiros de argila”, “Falha sintética 1”, “Falha antitética 1”, “Falha sintética 2”, “Falha antitética 2” e “Falha de Empurrão” (Figura 2). O topo das crostas continental, transicional e oceânica correspondem ao topo do embasamento acústico e foram diferenciadas pelas características das sismofácies e com o auxílio de dados gravimétricos. A intrusão de rochas ígneas foi identificada pela interrupção da continuidade dos refletores, que ocorria em continuidade vertical da crosta oceânica até próximo à superfície. O refletor “Mioceno” é o mais importante, pois ele mostra a variação fisiográfica presente no Cone do Amazonas resultante da deposição de uma grande quantidade de sedimentos terrígenos em um período curto de tempo. Já o refletor “Fundo do Mar” é o primeiro no topo das seções, por se tratar da interface entre os sedimentos e a coluna d’água. As falhas sintéticas e antitéticas ocorrem núcleos e, por isso, foram diferenciadas em 1 e 2. As falhas de empurrão são observadas na porção mais a nordeste da seção, antes das intrusões e, associadas a elas, ocorrem os diápiros de argila (Figura 3). Os diápiros se acumulam nessa região, pois as rochas ígneas servem como uma barreira para o movimento da argila. O mapa estrutural da região (Figura 4) mostra a localização dessas estruturas de acordo com o que foi mapeado nas seções sísmicas. Os perfis de Deconvolução de Euler apresentaram resultados para o topo médio das anomalias gravimétricas até 40 km de profundidade, entretanto a maioria dos resultados se concentrou nos primeiros 20 km. As principais estruturas observadas foram as falhas sintéticas e antitéticas e as falhas de empurrão. Ao se fazer a comparação entre os resultados das deconvoluções com a interpretação das seções sísmicas, nota-se que as falhas são as estruturas melhores observadas nos perfis de Deconvolução. As

falhas do núcleo 1 são mais visíveis nos perfis das linhas LS-02 e LS-03, já o núcleo 2 aparece com mais nitidez nos perfis das linhas LS-01 e LS-02, as falhas de empurrão aparecem em todos os perfis e a intrusão ígnea apenas no perfil da linha LS-02 (Figuras 5, 6 e 7). Além disso, observa-se que há uma grande semelhança entre o modelo proposto para a tectônica da bacia (Bruno 1987), com as respostas alcançadas na interpretação das linhas sísmicas e nos perfis de Deconvolução de Euler (Figura 8).

Discussão e Conclusões

A sísmica de reflexão é um método já muito utilizado para a análise de bacias sedimentares. Entretanto, a pesar de sua excelente resolução, trata-se de um método com alto custo de aquisição e complicado processamento. Os dados gravimétricos obtidos por satélites não possuem custo, pois estão disponíveis online e apresentam boa resolução. As Deconvoluções de Euler podem ser utilizadas para a visualização em 2D das estruturas que causaram as anomalias gravimétricas, sendo que as inversões são feitas em um software livre. A comparação dos perfis de Deconvolução de Euler com as seções sísmicas mostra que as principais estruturas da bacia aparecem nas deconvoluções, mas com menor resolução. Além disso, a semelhança com um modelo anteriormente proposto dá maior credibilidade aos resultados alcançados. Assim, os resultados obtidos com a Deconvolução de Euler foram satisfatórios para a análise estrutural, quando comparados com as interpretações das seções sísmicas. Ademais, propõem-se a utilização da Deconvolução de Euler de dados gravimétricos obtidos por satélite como um método complementar à sísmica para a análise de bacias sedimentares, de forma que não seja necessária uma grande quantidade de dados sísmicos e o valor final da pesquisa fique bem menor.

Agradecimentos

Agradecemos à ANP pela disponibilização dos dados e à Fundação Gorceix pelo estágio concedido à V.S.R Assis, durante o qual parte do projeto foi desenvolvido.

Referências

- Brandão J.A.S.L. & Feijó F.J., 1994. Bacia da Foz do Amazonas. Boletim de Geociências da Petrobrás, 8(1): 91-99.
- Bruno G.L.G., 1987. Argilocinese no Cone do Amazonas, Bacia da Foz do Amazonas. Master Dissertation, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Brazil, 1987. 102 pp.
- Canario R.S., 2013. Avaliação de Atributos Sísmicos utilizados no reconhecimento de Hidratos de Gás no Cone do Amazonas. Undergraduate Thesis, Programa de Graduação de Geofísica, Universidade Federal Fluminense, Brazil. 90 pp.
- Carvalho G.C.R., 2008. Interpretação sísmica e modelagem física do Cone do Amazonas, Bacia da Foz

do Amazonas, Margem Equatorial Brasileira. Master Dissertation, Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto, Brazil, 2008. 119 pp.

Damuth J.E. & Kumar N., 1975. Amazon Cone: morphology, seiments, age, and growth pattern. Geological Society of America Bulletin, 86: 863-878.

Figueiredo J.J.P., Zalán P.V., Soares E.F., 2007. Bacia da Foz do Amazonas. Boletim de Geociências da Petrobrás, 15(2):299-309.

Figueiredo J., Hoorn C., Van Der Ven P., Soares E.F., 2009. Late Miocene onset of the Amazon River and the Amazon Deep-sea Fan: evidence from the Foz do Amazonas Basin. *Geology*, 37 (7): 619-622.

Hoorn C., Guereiro J., Sarniento G.A. Lorente M.A., 1995. Andean tectonics as a course for changing drainage patterns in Miocene northern South America. *Geology*, 23: 237-240.

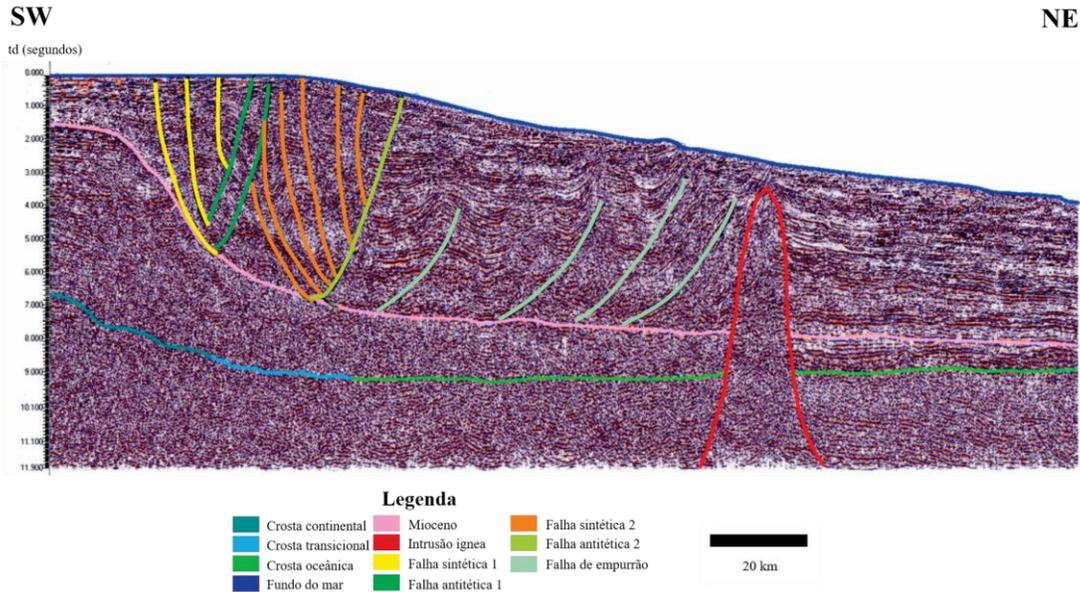


Figura 2 – Horizontes e estruturas traçadas na seção sísmica LS-01.

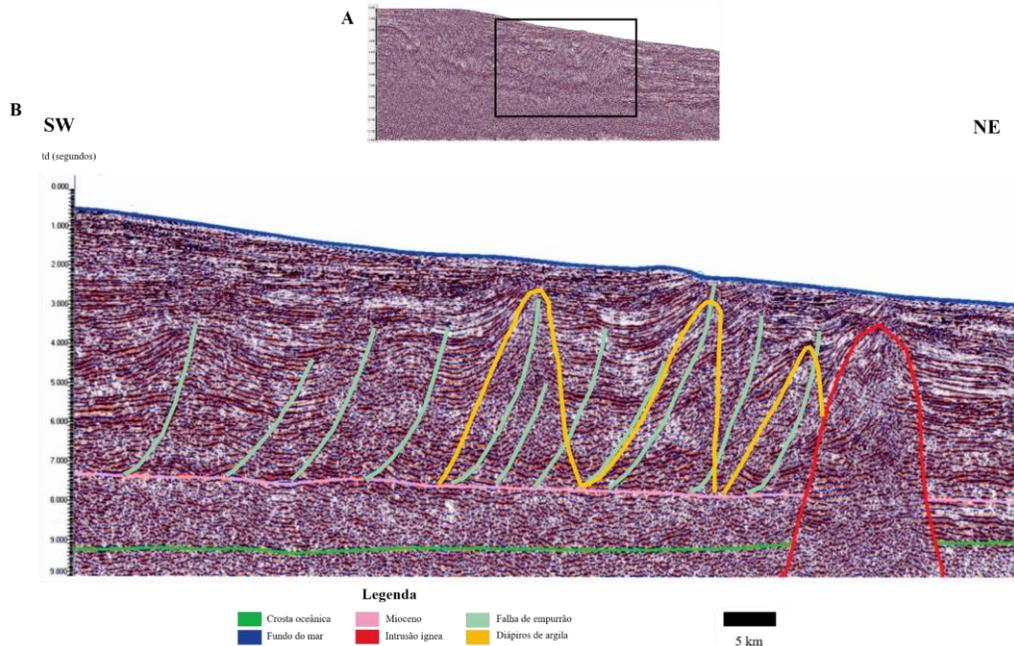


Figura 3 – A) Seção sísmica da linha LS-01; B) Diápiros de argila localizados no quadro da seção sísmica LS-01, mostrado na Figura 3A.

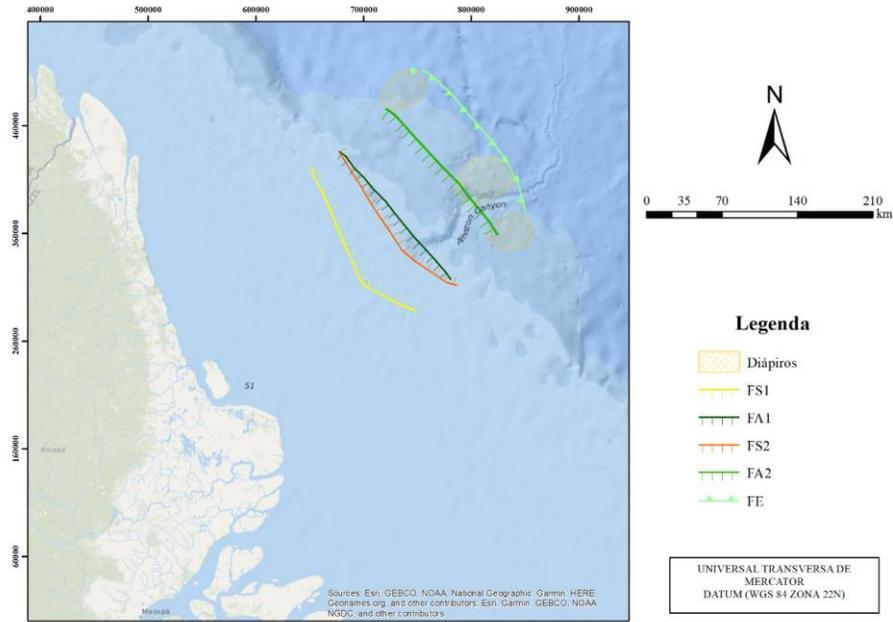


Figura 4 – Mapa estrutural do Cone do Amazonas sobre o basemap “The Oceans” do ArcGIS, onde FS1 e FS2 correspondem as falhas sintéticas dos núcleos 1 e 2, FA1 e FA2 representam as falhas anti-téticas dos núcleos 1 e 2 e FE representa as falhas de empurrão.

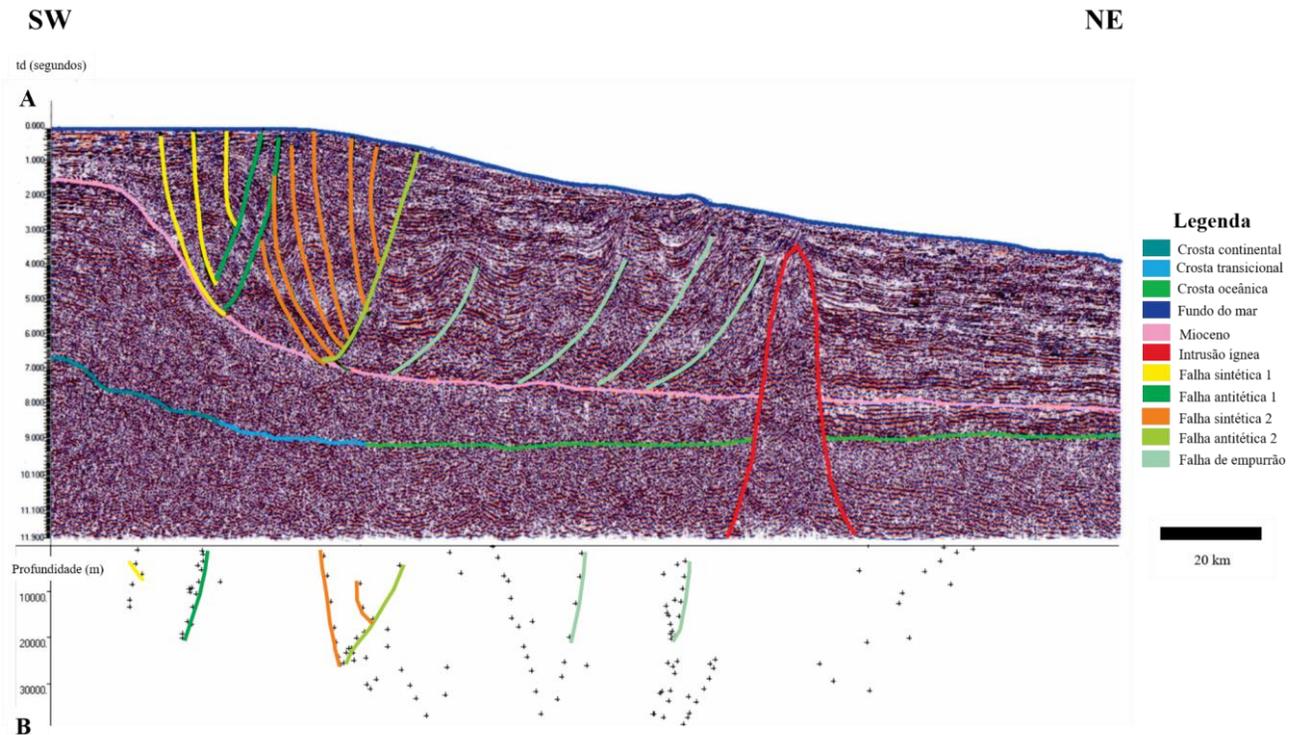


Figura 5 – A) Seção sísmica LS-01 com os refletores e estruturas mapeadas; B) Perfil de Deconvolução de Euler da linha LS-01, com algumas das estruturas em destaque.

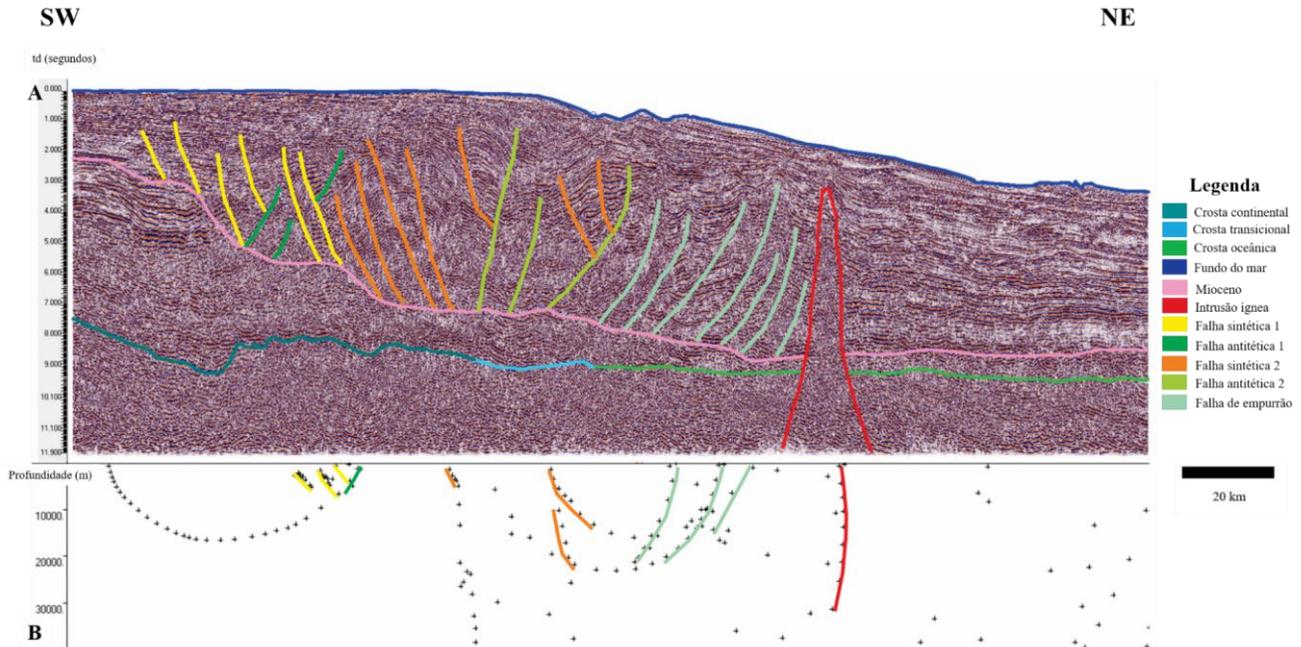


Figura 6 – A) Seção sísmica LS-02 com os refletores e estruturas mapeadas; B) Perfil de Deconvolução de Euler da linha LS-02, com algumas das estruturas em destaque.

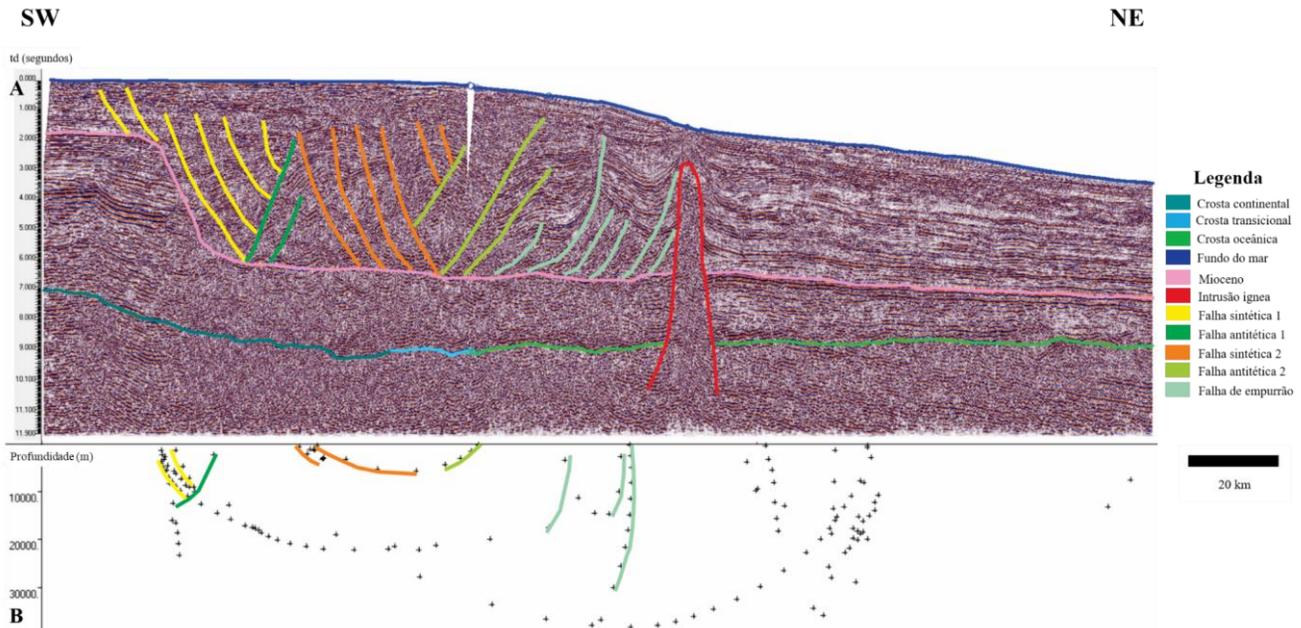


Figura 7 – A) Seção sísmica LS-03 com os refletores e estruturas mapeadas; B) Perfil de Deconvolução de Euler da linha LS-03, com algumas das estruturas em destaque.

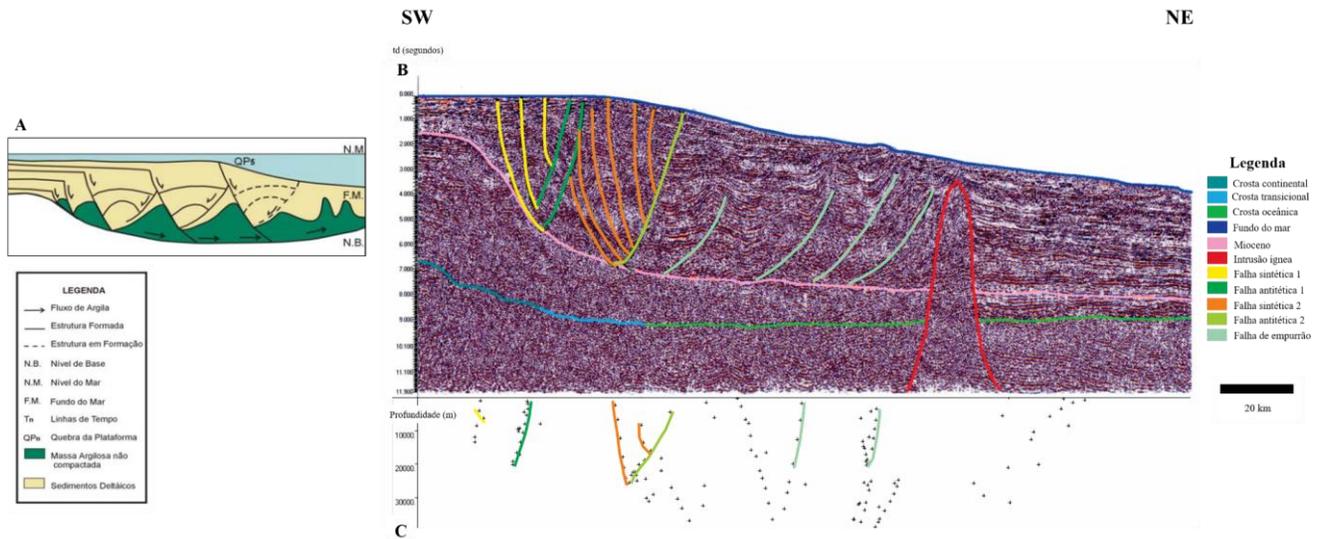


Figura 8 – Comparação entre o modelo tectônico da bacia proposto por Bruno (1987) (A) com a linha sísmica LS-01 (B) e com o perfil de Deconvolução de Euler da mesma (C).