

Interpretação sísmica 2D de estruturas tectônicas na bacia Sergipe-Alagoas

Carla Gabriela do Lago Montenegro (UFRN/DGef) *, Francisco Hilário Rego Bezerra (UFRN/ DG), Carlos César Nascimento da Silva (UFRN/ DGef).

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 31 July to 3 August, 2017.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 15th 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

Sedimentary basins along the Brazilian continental margin present evidence of deformation long after the breakup of Pangea, from the rift to the post-rift period. Understanding faults propagation on the passive margin is important to the knowledge about reactivation of preexisting structures. Moreover, it is important to know how such faults influenced morphologically and structurally the basin during the post-rift period. The goal of this current work was to contribute to the knowledge of the tectonic-stratigraphic framework of the Sergipe-Alagoas basin, as well as to study the basin tectonic evolution through seismic interpretation of four seismic sections perpendicular to each other. This current work brought good results regarding the structural framework of the studied area. During the seismic interpretation, the main features were outlined on the sections. The seismic horizons were marked utilizing well data to correlate with the geological formation. Thus, it was possible identify tectonic deformations e how they affect rift and post-rift stratigraphic units.

Introdução

A região Nordeste apresenta uma área de complexo padrão estrutural, resultado do processo de evolução de suas bacias do tipo rifte que ocorreu durante o rifteamento equatorial e do atlântico sul (Matos, 1992). Em função disso, grande parte das atividades tectônicas de tais bacias são relacionadas à fase rifte, de modo que a maioria dos estudos sobre a evolução tectônica dessas bacias são referentes à deformações que ocorreram nessa fase. No entanto, a implantação da margem passiva não foi capaz de cessar as atividades tectônicas na bacia (Bezerra et al. 2014), sendo o principal objetivo deste trabalho foi preencher a lacuna científica que existe a respeito das deformações ocorridas na fase pós-rifte, como também investigar as deformações associadas à fase rifte. A análise de tais deformações objetivou o entendimento da evolução tectono-estratigráfica da bacia Sergipe-Alagoas.

A interpretação sísmica 2D tem um papel fundamental na análise de estruturas recentes, pois permite destacar estruturas geológicas como feições estratigráficas e estruturais, bem como a análise cinemática de estruturas com possibilidade de contextualizá-las ao longo do tempo geológico. Além disso, o criterioso estudo dessas feições permite separar estruturas conforme sua época de

ativação/reactivação através da correlação com as unidades litológicas afetadas, permitindo um desenvolvimento substancial de novos conceitos relacionados a evolução tectônica-sedimentar das bacias. Tal arcabouço geológico-estrutural é primordial para o entendimento do sistema petrolífero de uma determinada bacia sedimentar.

Com o objetivo de aprimorar o conhecimento do arcabouço tectono-estrutural da bacia Sergipe-Alagoas, realizou-se a interpretação sísmica 2D de quatro linhas sísmicas, 3 delas ortogonais entre si (Figura 1). As linhas sísmicas e os poços geofísicos e geológicos utilizados na pesquisa foram cedidos pela ANP (Agência Nacional do Petróleo).

Desse modo, pôde-se obter informações novas a respeito do arcabouço estrutural e estratigrafia da região e em um futuro vir a contribuir com seu potencial exploratório.

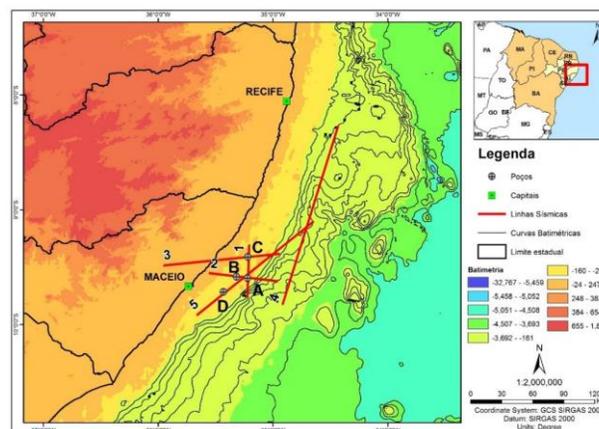


Figura 1 – Mapa de localização das linhas na região submersa da Bacia Sergipe-Alagoas.

Métodos

O método geofísico usado nesse trabalho foi a sísmica de reflexão que tem como premissa mapear contrastes de impedância acústica que ocorrem entre as camadas, através da reflexão de ondas sísmicas artificiais (Dentith e Mudge, 2014).

Dentre os métodos geofísicos, a sísmica de reflexão tem destaque em campanhas de exploração de óleo e gás, pois fornece uma definição de feições geológicas compatíveis com o interesse de exploração, além de poder alcançar elevados níveis de profundidades. Deste modo, é possível determinar locais propícios à acumulação de hidrocarbonetos a um custo relativamente baixo (Thomas, 2001).

Quando há um disparo de um pulso elástico a partir de uma fonte sísmica S (Figura 2), existem três principais possibilidades de trajetórias da onda emitida, cuja

energia sísmica é registrada nos receptores R: onda direta, onda refletida e a onda refratada. Além disso, a onda pode ser transmitida para a segunda camada e sofrer posteriormente reflexão ou refração. O que determina as frações de energia da onda que serão refletidas ou refratadas nas interfaces geológicas é o coeficiente de reflexão, que é função do contraste de impedância acústica, definido pelo produto da densidade das rochas pela velocidade de propagação das ondas sísmicas em meios geológicos (Kearey, 2009).

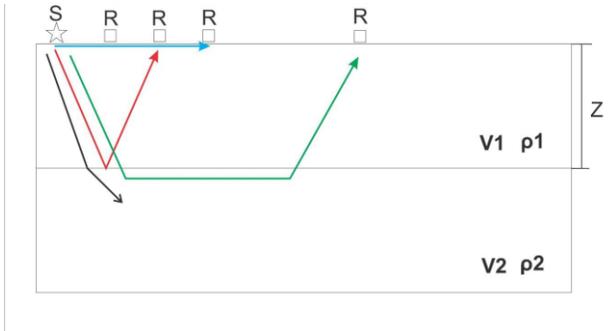


Figura 2 - Representação esquemática dos raios diretos (em azul), refletidos (em vermelho) e refratados (em verde) e da onda transmitida para o meio dois (em preto). V_1 é a velocidade da primeira camada, ρ_1 é a densidade da primeira camada, V_2 é a velocidade da segunda camada, ρ_2 é a densidade da segunda interface e Z é a profundidade da primeira camada.

Na sísmica de reflexão, o alvo de estudo são as informações registradas pelos receptores referentes apenas as ondas refletidas nas interfaces, simbolizadas pelo raio vermelho na Figura 2.

De acordo com Ylmaz (2001), podemos dividir a análise sísmica em 3 etapas: aquisição, processamento e interpretação.

O foco deste trabalho foi a interpretação sísmica, essa foi feita em 2D utilizando o software de interpretação OpendTect versão 6.0.0. O objetivo da interpretação é delinear as estruturas em subsuperfície através de uma análise da seção sísmica, de forma a criar um modelo geológico. Há duas vertentes na interpretação sísmica: uma é a análise estratigráfica, em que se observa a expressão sísmica das diferentes sequências deposicionais; outra é a análise estrutural, a qual se baseia em observações das geometrias dos refletores a fim de identificar estruturas geológicas (Robson & Treitel, 1980). Neste trabalho, foi feito uma interpretação tectono-estratigráfica com ênfase na identificação de falhas geológicas das fases rifte e pós-rifte e de pacotes sedimentares nas seções sísmicas analisadas. Tais interpretações basearam-se na delimitação dos horizontes sísmicos, correlacionando com as unidades estratigráficas. Para essa correlação, utilizou-se os dados de poço. As falhas foram marcadas através das discontinuidades dos refletores.

Resultados

Esta seção visa mostrar alguns resultados interessantes obtidos a partir das quatro seções sísmicas interpretadas.

O objetivo principal das interpretações foi enfatizar as feições estruturais, principalmente aquelas de natureza rúptil, e fazer uma análise estratigráfica, demarcando o topo de formações geológicas, de forma que fosse possível relacionar as feições com o período em que as mesmas ocorreram.

Nas interpretações foram identificadas falhas predominantemente normais e predominantemente reversas. Algumas falhas já conhecidas e importantes para a tectônica regional foram identificadas e destacadas das demais como a Alagoas-Mar e Tabuleiro do Martins. Em cada seção interpretada buscou-se observar a estrutura geral formada pelo conjunto de falhas, estimando cinemática e geometria e a existência de dobras associadas a essas.

Na linha sísmica de segmento 383 destacou-se a presença de estruturas em anticlinal *rollover* como evidenciado na Figura 3. Na seção observam-se falhas referentes à fase rifte que atingem o embasamento e são em geral lítricas, com rejeito normal, direção NE e com mergulho para SE e NW.

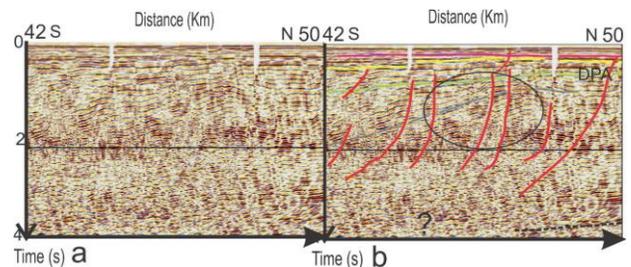


Figura 3 - Parte da seção 383 não interpretada em (a) e interpretada em (b) com falhas lítricas, com dobramentos associados. A elipse preta mostra a estrutura em rollover.

Os horizontes sísmicos foram demarcados nas seções sísmicas, sendo cada cor associada a unidade estratigráfica correlacionada.

Na seção de segmento 272 foram destacadas as sequências de falhas lítricas com rollover associado, formando estruturas em dominó destacado por uma elipse preta na Figura 4.

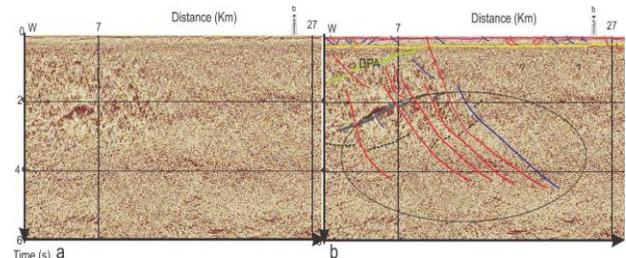


Figura 4 - Parte da seção 272 não interpretada (a) e interpretada (b). Em destaque a angularidade da DPA, falhas em dominó e anticlinal rollover (elipse preta).

Na seção de segmento 269 a interpretação feita estruturas interessantes como: *mounds* sedimentares

carbonáticos e falhas formando estruturas em flor (Figura 5).

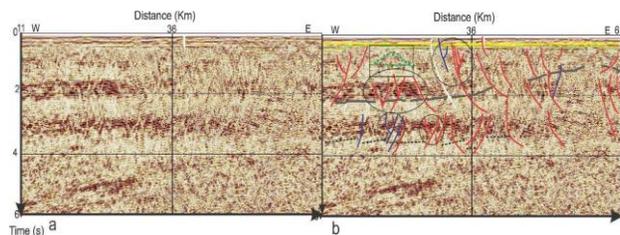


Figura 5 - Parte da seção 269 não interpretada (a) e interpretada (b). Nesse trecho da seção destacam-se na elipse preta conjuntos de falhas que formam estruturas em flor e em retângulo preto um mound de estrutura carbonática.

Nessa seção sísmica de segmento 408 os horizontes sísmicos não foram relacionados com o topo das unidades geológicas, tendo em vista que falta dados para fazer essa correlação.

Uma feição bastante interessante observada na linha é a presença de montes vulcânicos (Figura 6). Tais feições são associadas a padrões caóticos de reflexão. Os montes vulcânicos são caracterizados por interrupção de refletores, causando um padrão local caótico de reflexão.

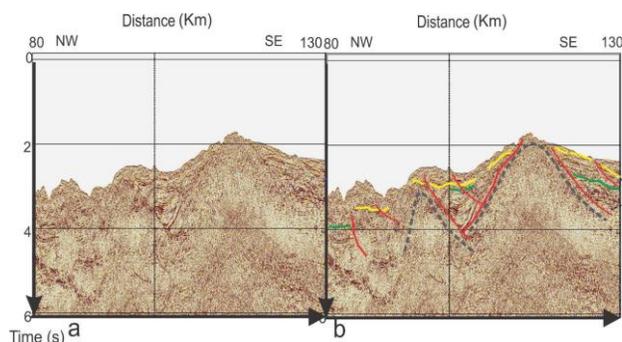


Figura 6 - Parte da seção 408 não interpretada (a) e interpretada (b) com destaque para os montes vulcânicos (pontilhado em cinza).

Diante do interpretado nas seções, de uma maneira geral é notório haver uma predominância de falhas com rejeito normal, direção NE-SW e N-S. Além disso, percebe-se também a presença de algumas falhas reversas, dobras associadas às falhas, estruturas em flor tanto positiva quanto negativa, falhas em dominó, além dos montes vulcânicos e estruturas carbonáticas, caracterizando o arcabouço tectono-estratigráfico da área estudada.

Conclusões

A interpretação sísmica feita nas bacia Sergipe-Alagoas foi bastante relevante para solidificar o conhecimento do arcabouço tectono-estratigráfico da região. As interpretações estavam em sua grande parte de acordo com informações pesquisadas previamente em bibliografia da área.

A interpretação das seções sísmicas permitiram identificar a presença de dois tipos principais de falhas: predominantemente normais e predominantemente

reversas. Tais falhamentos com rejeitos normais podem apresentar componentes transcorrentes associadas, sugeridas pelos arqueamentos dos refletores conforme observado na interpretação.

De uma maneira geral, verificamos falhas de direções preferencialmente NE-SW e N-S nas seções analisadas. As falhas referentes a fase rifte são caracterizadas por serem predominantemente distensionais lítricas na direção NE-SW.

A análise do arcabouço tectono-estrutural da bacia Sergipe-Alagoas mostrou-se satisfatória através da interpretação sísmica das quatro linhas sísmica (três delas ortogonais entre si), já que foi possível demarcar as formações geológicas como horizontes sísmicos e delimitar falhas e dobras formadoras do arcabouço da região.

Em algumas seções foi difícil delimitar o embasamento acústico em função de padrões caóticos de reflexão. Seria, portanto, interessante agregar outros métodos geofísicos ao estudo, como magnetometria e gravimetria para se ter mais informações a respeito da profundidade do embasamento. Outra necessidade para análise estrutural e estratigráfica mais precisa seria a aquisição de um cubo sísmico, realizando, portanto, uma interpretação 3D. Desse modo, é possível uma melhor caracterização de estruturas e determinação dos seus *trends* e das direções e mergulhos das falhas da região.

Referencias

- Bezerra, F.H.R.; Rosseti, D.F. ; Oliveira, R.G. ; Medeiros, W.E. ; Neves, B.B. Brito ; Balsmo, F. ; Nogueira, F.C.C. ; Dantas, E.L. ; Andrades Filho, C. ; Góes, A.M. .** Neotectonic reactivation of shear zones and implications for faulting style and geometry in the continental margin of NE Brazil. *Tectonophysics* (Amsterdam), v. 614, p. 78-90, 2014.
- Cainelli, C. 1987.** Histórico e evidências da presença de regime Transtensional/ Transpressional na bacia de Sergipe-Alagoas. In: Seminário de tectônica da PETROBRÁS.1987.p.311-331.
- Campos Neto, O.P.A; Lima, W.S.; Cruz, F.E.G.** Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 405-415, maio/nov. 2007.
- Cruz, L.R. 2008.** Caracterização Tectono-Estratigráfica da sequência transicional na Sub-Bacia Sergipe. Tese de Doutorado. UFRN, 195 p.
- Dantas, C.X.G.D.** Estudo Geodinâmico e Evolução Tectono-Estrutural de Parte das Bacias de Sergipe-Alagoas (Região entre Igreja Nova-AL e Propriá-SE) no Mesozóico. Dissertação de Mestrado. UFPE, 99 p.
- de Castro, D. L.; Bezerra, F. H.R. ; Sousa, M. O.L. ; Fuck, Reinhardt A. .** Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. *Journal of Geodynamics*, v. 54, p. 29-42, 2012.
- Dentith, M.; Mudge, S., T. .** *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*, Estados Unidos da América: Cambridge University Press, 2014.
- Duarte, O. O.** Dicionário de Inglês-Português de Geofísica e Geologia. 4 ed.. Rio de Janeiro: SBGF, 2010. 389 p.

- Falkenhein, F.U.H. et. al.1986.** Análise da Bacia Sergipe-Alagoas. Relatório interno da Petrobrás, s/n, Aracaju, 9 vol. com mapas, PETROBRAS/DEPEX/CENPES, 210p.
- Feijó, F. J.** Bacias de Sergipe e Alagoas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 8, n.1, p 149-16, jan./mar. 1994.
- Kearey, P.; Brooks, M.; Hill, I.** Geofísica de exploração. 3 ed.. UK: Blackwell Science Ltd, 2009. 438 p.
- Kearey, P.; Brooks, M.; Hill, I.** Geofísica de exploração. Oficina de textos, 2009, 429 p.
- Lana, M. C. & Milani, E. J., 1986.** A microplaca do Nordeste brasileiro – um elemento dinâmico no rifteamento Cretácico. In: SBG, XXXIV Congr. Bras. Geol., Goiânia, GO, Anais, 3: 1131-1144.
- Lana, M.C. 1985.** Rifteamento na bacia Sergipe-Alagoas, Brasil. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, UFOP, Ouro Preto, 124 p.
- Lana, M.C. 1990.** Bacia Sergipe Alagoas: uma hipótese de evolução tectono-sedimentar. In: Gaglia, G.P.R. & Miliani, E.J. (eds) Origem e Evolução das Bacias Sedimentares, Ed. Gávea/Petrobrás, p. 311-332.
- Matos, R.M.D. 1992.** Deep seismic profiling, basin geometry and tectonic evolution of intracontinental rift basins in Brazil. Tese de Doutorado, Cornell Univ., U.S.A., 276 p.
- Mohiriak, W.U., Rabelo, J.H.L, Matos, R.M.D., Barros M.C. 1995.** Deep seismic reflection profile of sedimentar basins offshore Brazil: Geological Objectives and preliminary results in the Sergipe Basin. J. Geodynamics, 20 (1): 515-539.
- Robson E.A & Treitel S. 1980.** Geophysical Signal Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 466 p.
- Schaller, H., 1970.** Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe / Alagoas. Boletim Técnico da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 12 (1), p. 21-86.
- Thomas, J. E. (2001)** - Fundamentos de Engenharia de Petróleo. 2ª Edição. Ed. Interciência. Rio de Janeiro.
- Yilmaz, O** Seismic data analysis: processing, inversing and interpretation of seismic data. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists, 2001.