

Identificação de Falhas no Pós-Rifte da Bacia Potiguar Utilizando VANT e Dados Sísmicos

Alanny Christiny Costa de Melo¹
Francisco Hilário Rego Bezerra¹
David Lopes de Castro¹
Giovanni Bertotti³
Orildo de Lima e Silva^{1,2}
Kevin Bisdorn³
Lorena Sávilla Brito Oliveira¹

¹ **UFRN/PPGG - Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica**
Campus Universitário S/N, 59078-970, Natal, Brasil
bezerrafh@ufrn.br ; alannymello@hotmail.com

² **PETROBRAS / E&P / UO-RNCE / Gerência de Exploração**
Av Eusébio Rocha, 1000, 59070-660, Natal, Brasil
orildo@petrobras.com.br

³ **Delft University of Technology**
Department of Geoscience & Engineering, Stevinweg 1, 2628 CN Delft, The
Netherlands
{g.bertotti, k.bisdorn }@ tudelft.nl

Abstract. The use of remote sensing for geological purposes has proved of great importance for identifying geological structures. The objective of this study is to identify faults on drone images and integrate them with seismic data. The study area is located in Potiguar Basin, which is an oil producer. The study covers the interpretation of integrated form of images of high resolution DRONE that depict the surface and seismic reflection data for interpretation of lineaments, which reveal the subsurface. The difficulty of identifying faults in the post-rift seismic sections can be supplied by correlations with the traces identified on remote sensing images.

Palavras Chaves: Potiguar Basin, Drone, Sísmica, Bacia Potiguar, VANT, Sísmica.

1. Introdução

Pouco se sabe sobre a evolução de falhas na fase pós-rifte. Na sua maioria, os estudos pretéritos e atuais apresentam modelos evolutivos para bacias simplificados e focados na tectônica da fase rifte. Normalmente, o período pós-rifte é considerado como quase inativo tectonicamente para as bacias sedimentares. Tais trabalhos foram realizados apenas em escala regional, sem abordar as características tectônicas locais (Bezerra et al., 2011). Porém pesquisas desenvolvidas em outros países apontam a importância de se aprofundar estudos na fase pós-rifte, principalmente o Cenozoico, devido à grande importância tectônica no que diz respeito a reativações de falhas (Bezerra et al., 2008).

Nos últimos anos a tectônica pós-rifte vem se constituindo um importante tema de pesquisas na região nordeste principalmente na Bacia Potiguar, que é uma produtora de petróleo e gás e se comporta como uma área ideal para estudar crescimento e reativações de falhas porque ela concentra a maior parte dos mecanismos focais do nordeste do Brasil (Bezerra, et al., 2011). Estudos na Bacia Potiguara (Bezerra & Vita-Finzi, 2000; Moura-Lima

et al., 2010) demonstram como as rochas são afetadas por deformação tectônica provocada por diferentes sistemas de falhas.

Diante disso, o conhecimento do estado atual das tensões nas bacias sedimentares torna-se cada vez mais importante para a compreensão da deformação, em escala de bacia, da presença de falhas e dos mais variados processos tectônicos. Para a indústria do petróleo, o conhecimento dos dados de tensões atual é usado para a avaliação da possibilidade de prospecção, onde alterações locais no campo de tensão podem ser ligadas às áreas para a exploração de reservatórios de petróleo e gás (Reis et al., 2013).

Aliado aos conhecimentos geológicos, têm-se a aplicação dos métodos geofísicos e a interpretação de imagens de sensores remotos que fornecem novas informações as pesquisas geológicas. Estes estudos procuram compreender a deformação atual, caracterizando as estruturas produzidas, os regimes tectônicos envolvidos e suas correlações com os depósitos sedimentares.

A identificação de feições geológicas em seções sísmicas, assim como em imagens de sensoriamento remoto muito é dependente dos dados e da resolução utilizada. Sendo assim, o uso do VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) como plataforma de sensoriamento remoto possibilita a obtenção de dados de altíssima resolução espacial e temporal, a um custo baixo de operação e manutenção (Bicho et al., 2013). Em decorrência disso, é preciso trabalhar com as ferramentas individualmente, identificando feições tectônicas nas seções sísmicas e nas imagens para uma posterior correlação (Alvarenga et al., 2007). Estes autores afirmam ainda que através do uso do modelo digital de terreno é possível inferir que o reflexo superficial de uma falha pode ser dado na forma de um lineamento, ou em uma concentração, pois esta concentração de lineamentos pode ser o reflexo do campo tensional atuante. Através de tratamentos geostatísticos específicos, é possível mapear e caracterizar com uma melhor precisão e qualidade destas concentrações de lineamentos.

1.1 Objetivos

A integração de dados sísmicos e de sensores remotos permite uma interpretação muito mais completa das estruturas que afetam uma bacia sedimentar. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho é correlacionar os dados sísmicos com as imagens de VANT (veículo aéreo não tripulado) de uma forma que os dados de sensoriamento remoto venham corroborar as observações realizadas em subsuperfície. Pretende-se identificar as falhas e os padrões de lineamentos do pós-rifte da Bacia Potiguar em imagens de sensoriamento remoto que antes eram observadas somente em subsuperfície, com base em seções sísmicas, e interpreta-las de forma integrada as unidades geológicas e os lineamentos geofísicos.

2 Metodologia de Trabalho

2.1 Área de Estudo e Contexto Geológico

As bacias da margem continental do leste brasileiro são denominadas marginais passivas ou Tipo Atlântico. O regime distensional destas bacias está ligado à separação entre a África e a América do Sul. Tais bacias apresentam uma seção rifte, localizada na sua porção inferior, com falhas normais envolvendo o embasamento cristalino e vulcanismo básico associado. O Rifte Potiguar, assim como também os outros Riftes Continentais, frequentemente apresenta domínios estruturais controlados pela geometria das interações entre importantes segmentos de falhas (de Castro et al., 2008).

A Bacia Potiguar (Figura 01) localiza-se no extremo leste da margem equatorial brasileira, compreende uma área de 49.000 km² inserida em parte dos estados do Ceará e do Rio Grande

do Norte. Geologicamente, limita-se a leste/sudeste com a Bacia de Pernambuco-Paraíba pelo alto de Touros, a noroeste com a Bacia do Ceará pelo alto de Fortaleza, e a oeste e sul com o substrato pré-cambriano da Província Borborema (Pessoa Neto et al., 2007). Sua origem está relacionada a esforços distensionais durante o Eocretáceo, associados ao início do rifteamento que resultaria na separação das placas sul-americana e africana.

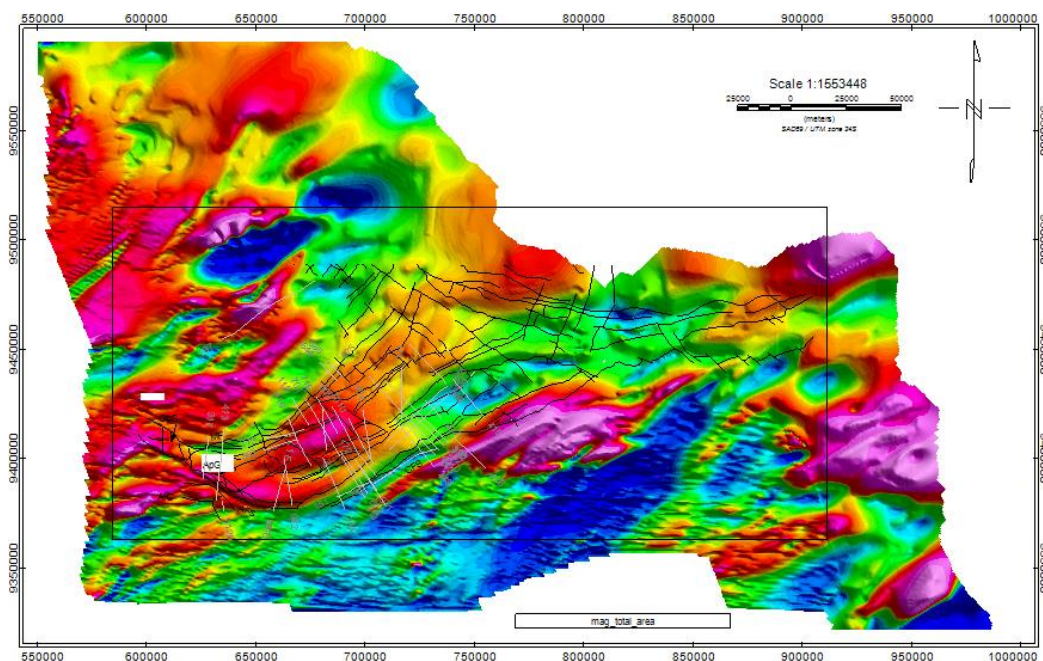


Figura 1 Bacia Potiguar, destaca-se; em preto, o rifte da bacia e em cinza, as seções sísmica.

2.2 Dados Sísmicos

Os dados sísmicos são atualmente de fundamental importância para a identificação de falhas. A utilização do método sísmico permite a arquitetura das estruturas da bacia sedimentar. Os dados possibilitaram uma compreensão da formação e movimento de sequência de falhas

2.3 Sensoriamento Remoto

As imagens utilizadas são de alta resolução, e foram obtidas em uma visita de campo à área através do uso de VANT em parceria com a TU Delf (Delft University of Technology) de Amsterdã, Holanda. A etapa de campo será realizada para o reconhecimento geológico básico, para a caracterização das unidades litológicas e aquisição de dados estruturais da área. O VANT utilizado para este levantamento sobrevoou a área a uma velocidade de até 40 km/h, a uma altura de até 60 m, recobrindo áreas de até 2 km. A resolução da câmera é de 14 megapixel. As interpretações dos principais padrões de lineamentos foram feitas em fotografias a 90 m de altitude - 2,5 centímetros / pixel.

2.4 Integração dos dados

Para o reconhecimento e mapeamento das feições estruturais em superfície utilizaram-se as imagens de sensoriamento remoto, e em subsuperfície, os dados sísmicos. O mapeamento das feições estruturais a partir de seções sísmicas revela uma visualização regional das estruturas e com a utilização dos conjuntos de lineamentos traçados nas imagens de VANT é possível demarcar as estruturas de falhas.

3 Resultados e Discussão

As imagens do VANT possibilitaram o reconhecimento de diferentes padrões de lineamentos (Figura 2) em superfície, que se repetem em várias imagens das áreas trabalhadas. Estes foram armazenados em um banco de dados digitais georeferenciados, o que facilita a integração desses dados com vários softwares de processamento, e com esses dados é possível elaborar um Modelo Digital de Terreno (MDT) com os lineamentos demarcados e suas principais direções.

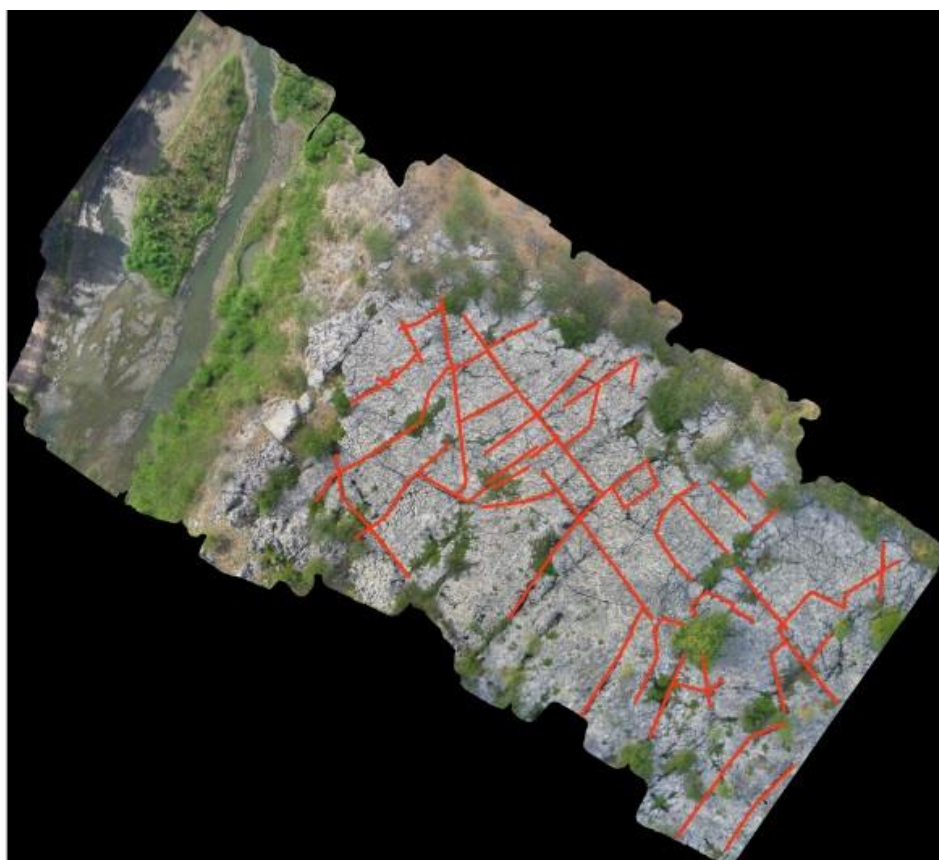


Figura 2: Padrões de lineamentos identificados em imagens do VANT

A partir do banco de dados dos lineamentos é possível estabelecer relações estruturais com a literatura local e com os dados sísmicos (Figura 3) a partir de observações das seções sísmicas transversais aos lineamentos para a identificação de possíveis falhas compatíveis com a direção e comprimento dos *trends* mapeados, mostrando uma perfeita correlação dos dados estruturais observados na superfície com os dados sísmicos em sub-superfície.

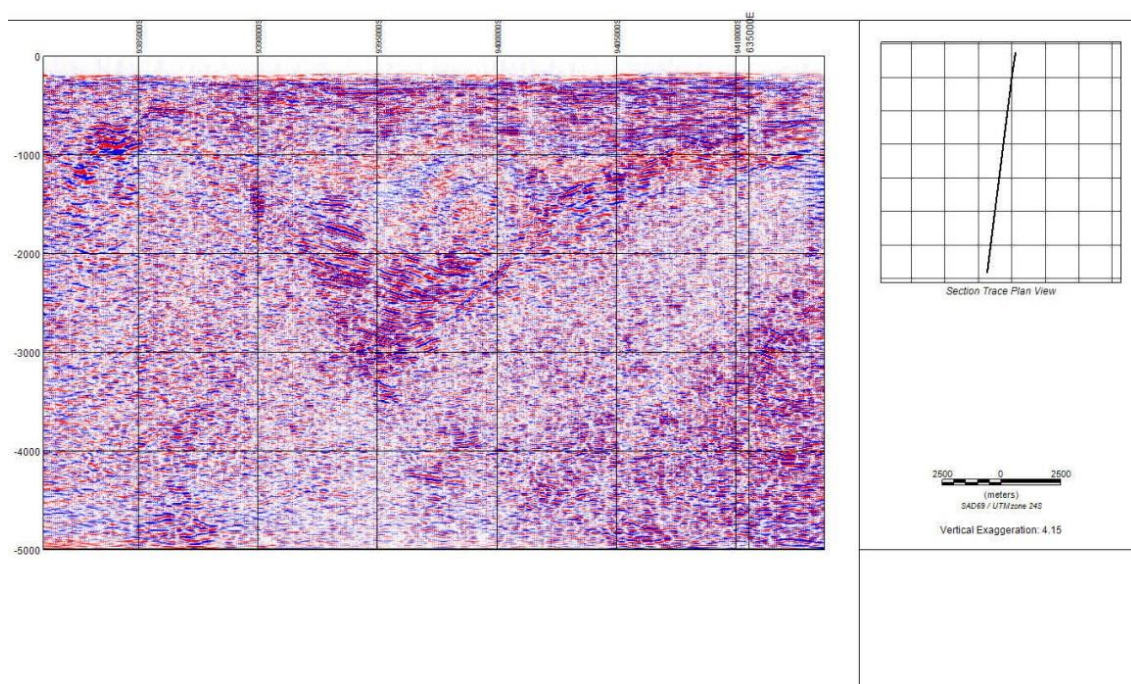


Figura 3: Perfil sísmico, no qual é possível visualizar com clareza as grandes falhas do Rifte Potiguar

4 Considerações finais

A utilização de imagens de VANT mostra-se extremamente vantajosa para a correlação de lineamentos de superfícies e dados de subsuperfície, pois o mapeamento das falhas utilizando os dados sísmicos é dificultado pela baixa qualidade dos dados, além disso, este método é de alto custo requer grandes estruturas para sua aquisição em campo. Com a utilização das imagens do VANT torna-se mais evidente a observação destas falhas, além deste ser um método de custo relativamente baixo, de rápida aquisição e rápido processamento. É notório que nem todos os lineamentos observados em superfície não são possíveis de ser identificado nos perfis sísmicos, isto se deve possivelmente a reativações posteriores e à complexidade da geologia da área estudada.

Referências Bibliográficas

- Alvarenga, R. S. ; Kucle, J. ; Scherer, C. M.S. ; Lopes, L.C . Integração preliminar de Sensoriamento Remoto e de Dados Sísmicos 3D para o reconhecimento Estrutural em Bacias Sedimentares. **Anais**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. XIII Simpósio Brasileiro de sensoriamento Remoto, 2007.
- Bezerra, H.R; do Nascimento, F.; Ferreira, J.M. ; Nogueira, Francisco C. ; Fuck, R. A. ; Neves, B. B. Brito ; Sousa, M.O.L. . Review of active faults in the Borborema Province, Intraplate South America Integration of seismological and paleoseismological data. **Tectonophysics** (Amsterdam), v. 510, p. 269-290, 2011.
- Bezerra, F. H. R.; Vita-Finzi, C.. How active is a passive margin? Paleoseismicity in Northeastern Brasil. **Geology**. v. 28: 591-594, 2000.
- Bezerra, F. H. R.; Neves, B. B. B. ; Correa, A. C. B. ; Barreto, A. M. F. ; Suguio, K.; Late Pleistocene tectonic-geomorphological development within a passive margin - the Cariatá trough, northeastern Brazil. **Geomorphology** (Amsterdam), v. 97, p. 555-582, 2008.

Bicho, C. P. ; Santos da Silva, L. ; Giuliano Santa'Anna Marotta . Utilização de Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) na fiscalização das atividades de mineração não tituladas. **Anais**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. XIII Simpósio Brasileiro de sensoriamento Remoto, 2013.

de Castro, D.L. ; Bezerra, F. H. R. ; Castelo Branco, R.M.G. . Geophysical evidence of crustal-heterogeneity control of fault growth in the neocomian iguatu basin, ne brazil. **Journal of South American Earth Sciences** v. 26, p. 271-285, 2008.

Moura-Lima, E.N.; Sousa, M.O.L.; Bezerra, F.H.R; Aquino, M.A.; Vieira, M.M.; Lima-Filho, F.P.; Fonseca, V.P.; Amaral, R.F. Sedimentação e deformação tectônica neogênicas e quaternárias no centro da Bacia Potiguar. **Geologia USP, Série Científica**, v. 10, n. 1, p. 15-28, 2010.

Pessoa Neto O.C., Soares U.M., Da Silva J.G.F., Roesner E.H., Florencio C.P., De Souza C.A.V. 2007. Bacia Potiguar. **Boletim de Geociências da Petrobras**, 15(2): 357-369.

Reis, A. F.C.; Bezerra, F.H.R.; Ferreira, J.M.; do Nascimento, A.F.; Lima, C.C.. Stress magnitude and orientation in the Potiguar Basin, Brazil: Implications on faulting style and reactivation. **Journal of Geophysical Research: Solid Earth**, vol.118,1-14, 2013.