



## Mapa de falhas neotectônicas da Província Borborema com base em dados sísmológicos, geofísicos e geológicos

Aline C. Tavares<sup>1</sup>, Carla G. L. Montenegro<sup>1</sup>, Francisco H. R. Bezerra<sup>2</sup>, Joaquim M. Ferreira<sup>3</sup>, Maria O. L. Sousa<sup>2</sup>

1- Curso de Geofísica – UFRN

2- Departamento de Geologia – UFRN

3- Departamento de Geofísica - UFRN

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<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

**In this project we present a map of neotectonic faults of the Borborema Province in northeastern Brazil using a system of geographic information. In addition, we present tables for each fault, which contains important information about location, geometry, length, depth, seismicity, focal mechanism, and age of the structure. We distinguish the method used to identify the faults using different colors, such as yellow (fault identified by Geology), green (faults identified by Seismology), and pink (fault identified by other geophysical methods). Additional lineaments identified by Geomorphology were also added to the map. The bibliography used includes research papers, Ph.D. and M.Sc. theses, previous maps, and a few conference papers, where fault maps are available. This research is part of the compilation of data for the Neotectonic map of Brazil, which seeks to present the state of the art of neotectonics structures in Brazil, with important implication for the seismic risk analysis.**

### Introdução

A elaboração de um mapa neotectônico do Nordeste do Brasil é importante, pois nos fornecerá informações fundamentais sobre as falhas recentes de tal região. Com o mapa, essas informações poderão ser acessadas de modo bem mais simplificado, em um único banco de dados, facilitando a consulta por todos que necessitem, seja por profissionais das áreas de geologia e/ou petróleo e gás, e por pesquisadores no meio acadêmico. Até o presente, apenas um mapa neotectônico do Brasil foi apresentado (Saadi, 2001), que certamente carece de atualização. A maioria dos dados disponíveis encontra-se espalhada em diversos trabalhos de cunho acadêmico que, em grande parte, tratam de cada falha individualmente ou agrupam algumas poucas em características em comum.

No caso desse estudo, o mapa indicará as falhas neotectônicas geológicas e sísmológicas da região do Nordeste brasileiro. Por neotectônica entende-se as deformações geradas pelo último campo de tensões ocorrido na região. (Maia & Bezerra, 2011)

Para a construção do mapa neotectônico da Província Borborema serão utilizados softwares de geoprocessamento, como Arcgis. Além do mapa, estão sendo elaboradas tabelas que armazenarão as informações mais relevantes de cada estrutura.

A importância do mapeamento das falhas neotectônicas vem da necessidade de estudos mais detalhados sobre a sismicidade e paleossismicidade do território brasileiro. Nosso país é caracterizado por possuir uma frequência relativamente baixa de abalos sísmicos, devido ao fato de não estar situado em nenhum limite de placas tectônicas. Dados referentes à quantidade e frequência de abalos sísmicos no Nordeste do Brasil provêm de estudos considerados ainda recentes, mas que possuem importância significativa devido à ocorrência de terremotos expressivos, como em João Câmara, município do interior do estado do Rio Grande do Norte, que foi atingido por uma série de tremores na década de 80 do século passado. O mais forte destes sismos foi um abalo de 5,1 graus de magnitude (Ferreira et al., 1998; Bezerra et al., 2011).

Ao contrário do que geralmente se pensa, devido às características da crosta, sismos intraplaca são mais destrutivos que sismos de borda de placa, com a mesma magnitude e profundidade (Seeber & Armbruster, 1988).

A região do Nordeste do Brasil é uma das regiões de maior atividade intraplaca no país (Berroca et al., 1984; Assumpção, 1992). Em 1965 foi instalada uma estação sísmográfica em Natal, que foi a primeira estação sísmográfica a operar no Nordeste. Antes disso, não havia registros instrumentais e os estudos de sismicidade eram baseados em relatos históricos e notícias de jomais (Ferreira, 1997). Essa situação mudou com a instalação das primeiras redes locais após o enxame de sismos de João Câmara (Ferreira et al., 1998).

É evidente que o estudo sísmico no Brasil, embora venha ganhando mais atenção, ainda necessita ser ampla e profundamente analisado, pois o território brasileiro e, conseqüentemente, seus habitantes, precisam se preparar de forma adequada para lidar com qualquer espécie de conseqüências que os abalos sísmicos possam causar. Mais informações sobre atividade sísmica no Nordeste podem ser encontradas em Berrocal et al. (1984), Takeya et al. (1989), Assumpção (1992), e Ferreira et al. (1998, 2008), Bezerra et al. (2007, 2011).

O estudo da sismicidade de uma área é possível através de três tipos de registro: (1) o registro geológico que só é útil em tremores significativos, que geram falhas sísmogênicas; (2) o registro histórico, que é feito através de depoimentos documentados de pessoas que

vivenciaram o tremor de terra; e (3) o registro instrumental, através de sismógrafos e estações sismográficas, que quantifica a energia das ondas em alguma escala de magnitude.

O trabalho em realização tem como objetivo fazer a compilação dos mapeamentos e estudos anteriores sobre falhas neotectônicas da Província Borborema, no Nordeste do Brasil. Nesta compilação, separamos as falhas em três categorias: falhas geológicas, falhas sismogênicas e falhas identificadas por outros métodos. Cada um desses tipos de falhas serão representadas por uma cor, a saber: amarela, verde e rosa, respectivamente, além da produção de tabelas com informações de relevância sobre cada falha. Acrescentamos ao mapa os lineamentos estruturais identificados através de análises de imagens de sensores remotos.

### Metodologia

Para realizar a elaboração do mapa, primeiramente realizamos a compilação de dados geológicos, através da revisão bibliográfica de trabalhos acadêmicos referentes às falhas geológicas neogênicas da região Nordeste do Brasil. Durante essa etapa também ocorreu o treinamento das bolsistas de iniciação científica em programas de geoprocessamento.

Após essa primeira etapa, iniciamos a produção das tabelas de dados, uma para cada falha identificada, onde registramos as seguintes informações: nome da falha, atitude, comprimento, área, cinemática, magnitude, rejeito, último sismo, coordenadas e tipo de falha (geológica, sismogênica ou identificada por métodos

geofísicos). Exemplos dessas tabelas podem ser visualizados nas Tabelas 1 e 2.

Na sequência, começamos a traçar as falhas sobre o mapa topográfico georeferenciado do Shuttle Topographic Mission (SRTM), com os recursos oferecidos pelo ArcGIS. A imagem a seguir mostra algumas dessas falhas traçadas (Figura 1).

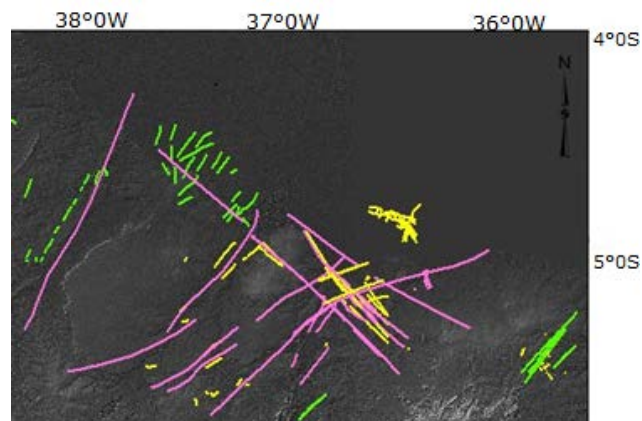


Figura 1 - Falhas neotectônicas na porção central da Bacia Potiguar. Seção do mapa em desenvolvimento.

### Resultados Preliminares e Exemplos

Um exemplo de falha sismogênica, entre as já identificadas na etapa de compilação de dados, é a Falha de Samambaia, no município de João Câmara – RN (Figuras 1, 2 e 3; Tabela1).

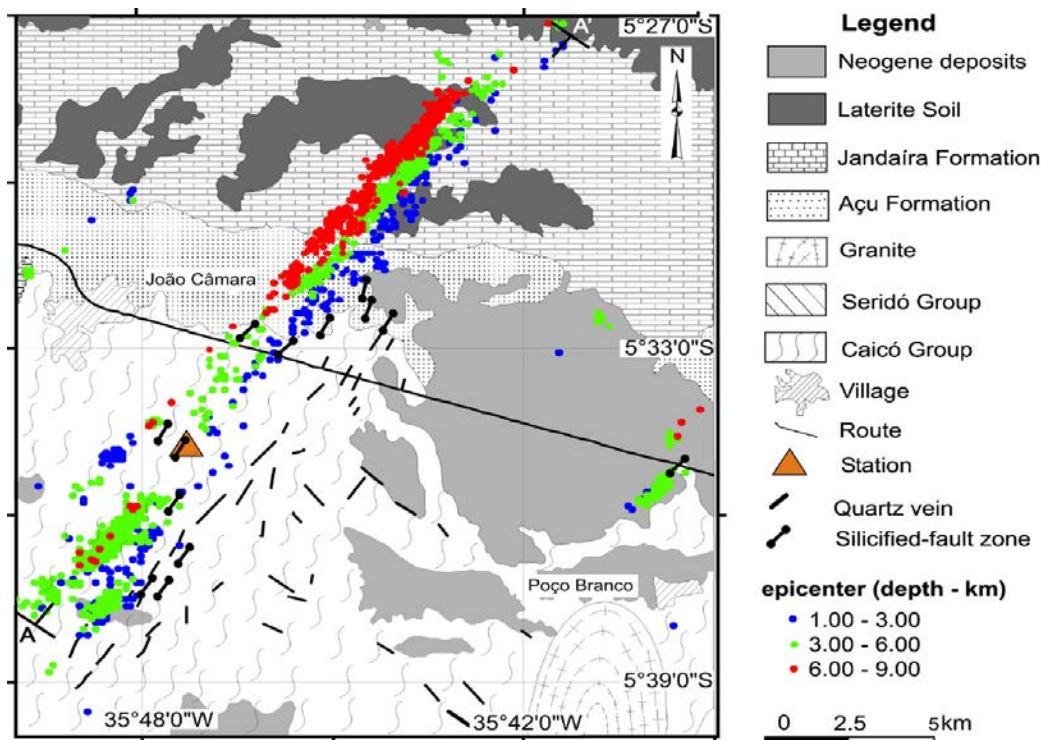


Figura 2 - Dados da Falha de Samambaia, incluindo sismos e geologia da região (retirado de Bezerra et al., 2007).

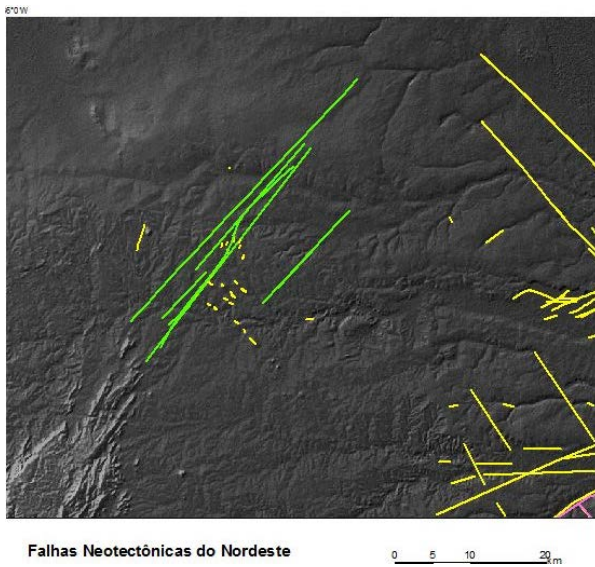


Figura 3 - Falhas Neotectônicas com a região de João Câmara no centro da Figura: Interpretação de diferentes autores. Etapa anterior à filtragem de dados.

Os dados de interesse ao desenvolvimento desse projeto, provenientes da compilação de dados através de análise bibliográfica de publicações de cunho acadêmico, foram cadastrados em um banco de dados na forma de tabelas e as falhas traçadas em mapa (Tabelas 1 e 2).

Nome	Falha de Samambaia
Area	Parte oriental da bacia Potiguar, nordeste Brasileiro. (João Câmara)
Comprimento	Zona linear de 27 km
Altitude	37°Az/~76°-80°NW
Cinemática	Movimento transcorrente destral, com uma pequena componente normal.
Magnitude	Magnitude de 5,1
Ultimo terremoto	30 de novembro de 1986
Rejeito	2 km
Profundidade superior	1 km
Profundidade inferior	9 km
Informações adicionais	De agosto de 1986 até setembro de 1998 foram registrados 400 eventos. Foi descoberta uma segunda falha paralela na região: falha de poço branco.

Tabela 1 - Exemplo de tabela de informações de falhas sísmológicas: Tabela da Falha de Samambaia.

Um exemplo de falha geológica, constante em nosso banco de dados, é a Falha do Rio Jundiá, localizada em Natal, Rio Grande do Norte (Figuras 4 e 5; Tabela 2).

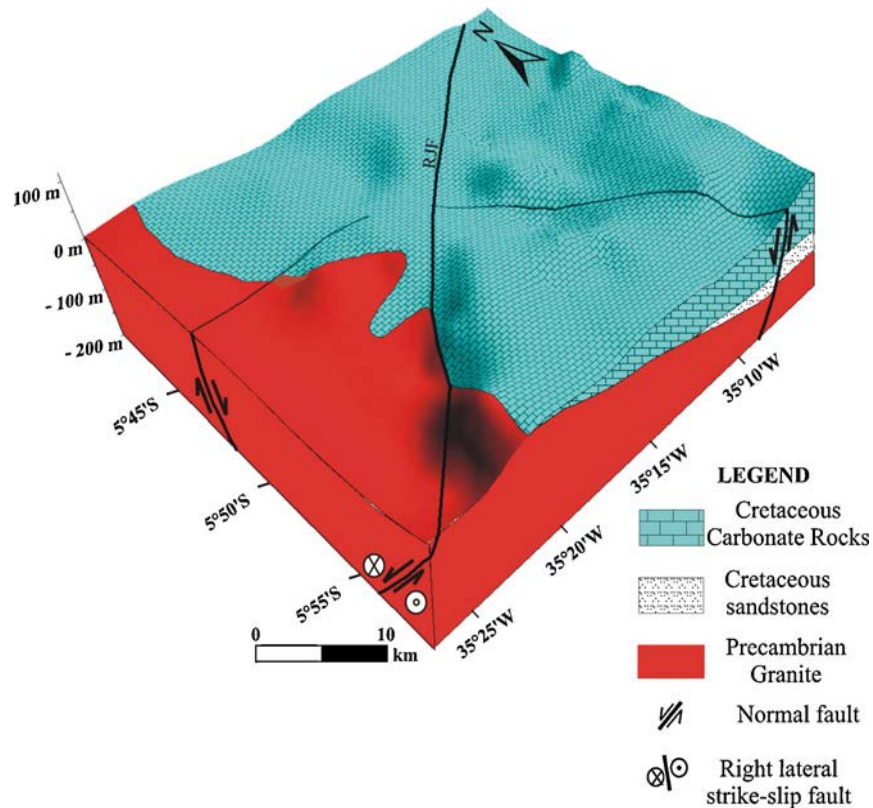


Figura 4 - Exemplo de falha mapeada por métodos geológicos (poços) e geofísicos (resistividade). Bloco diagrama da Base da Formação Barreiras – Falha do Rio Jundiá (retirado de Nogueira et al., 2010).



Nome	Falha do Rio Jundiá (FRJ)
Comprimento	38,16 km
Altitude	direção NE-SW ~60Az/~60NW
Cinemática	Movimento transcorrente dextral com componente normal
Magnitude	5,0 a 5,3 Mw
Último terremoto	seis períodos nos últimos 100 ka: 8,0-9,0 Ka, 11,0-15,0 ka, 16,0-24,0 ka, 37,0-45,5 ka, 65,0-67,9 ka e 84,5-93,5 ka (p85)
Rejeito	até 180m
Profundidade superior	0 m
Profundidade inferior	360 m
Largura	20m
Informações adicionais	Localizada na margem direita do Rio Potengi/Jundiá. O lineamento de direção NE-SW coincide com a direção que controla o Vale do Rio Jundiá, através do rejeito na base da Formação Barreiras superior a 180m.

Tabela 2 - Exemplo de tabela de informações de falhas geológicas: Tabela da Falha do Rio Jundiá.

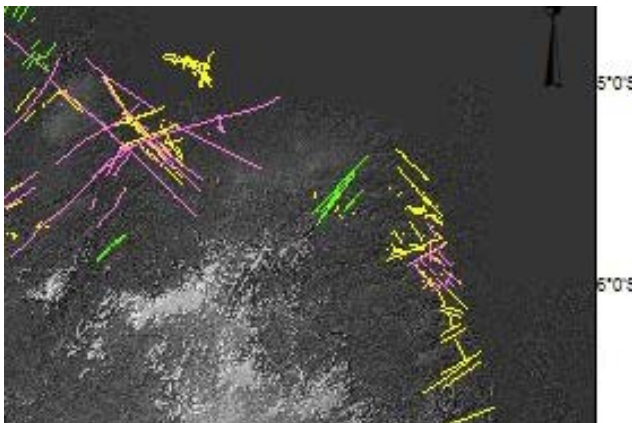


Figura 5 - Falhas neotectônicas nas porções central e leste da Bacia Potiguar. Seção do mapa em desenvolvimento.

O interesse em falhas neotectônicas e sua crescente importância na análise do risco sísmico e influência no sistema petrolífero de bacias da margem continental, fazem com que um trabalho como este tenha grande importância a todos os profissionais e pesquisadores das áreas de geociências, que se valerão de um verdadeiro banco de dados devidamente mapeado das falhas neotectônicas da porção setentrional Nordeste do Brasil.

A reunião das falhas neotectônicas da Província Borborema, na região Nordeste brasileira em um único mapa e a formulação de tabelas com todas as informações relevantes de cada falha, constituirão um banco de dados que fará parte de um projeto maior, um trabalho que reunirá tais informações e mapeamento em nível nacional.

#### Agradecimentos

Este trabalho é uma contribuição ao Projeto Mapa Neotectônico do Brasil, financiado pela Petrobras, executado pela Unesp (Fundunesp) e coordenado por

Norbert Morales. ACT agradece a uma bolsa de IC da Fundunesp e CGLM a uma bolsa IC do CNPq.

#### Referências

- ASSUMPÇÃO, M. **The Regional Intraplate stress field in South America**. 1992. *J. Geophys. Res.*, 97, 11889-11903.
- BERROCAL, J., ASSUMPÇÃO, M., ANTEZANA, R., DIAS NETO, C.M., ORTEGA, R., FRANÇA, H., VELOSO, J.A.V. 1984. **Sismicidade do Brasil**. São Paulo: AG/USP/CNEN, 320p.
- BEZERRA, F. H. R. et al. **Review of active faults in the Borborema Province, Intraplate South America - Integration of seismological and paleoseismological data**. *Tectonophysics*, v. 510, 2011, p. 269–290.
- FERREIRA, J.M. **Sismicidade e esforços no Nordeste do Brasil**. Tese de doutorado. USP, 1997.
- FERREIRA, J.M., OLIVEIRA, R.T. TAKEYA, M.K. & ASSUMPÇÃO, M. **Superposition of local and regional stresses in Northeast Brazil: evidence from the Potiguar marginal basin**. 1998. *Geophys. J. Int.*, v. 134, p. 341-355.
- FERREIRA, J. M.; FRANCA, G.; VILAR, C.; DONASCIMENTO, A.; BEZERRA, F.; ASSUMPÇÃO, M. **Induced seismicity in the Castanhão reservoir. NE Brazil preliminary results**. *Tectonophysics*. Amsterdam, JRC, v.456, p. 103-110, 2008.
- MAIA, R. P. & BEZERRA, F. H. R. **Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, nº 3, 2011.
- NOGUEIRA, F. C.; BEZERRA, F. H. R.; FUCK R. A. **Quaternary fault kinematics and chronology in intraplate northeastern Brazil**. *Journal of Geodynamics*, ed. 49, 2010, p. 79–91.
- SAADI, A. **Neotectônica da Plataforma Brasileira: Esboço de interpretação preliminar**. Geonomos, MG. 1(1): 1-15, 1993. In: MAIA, Rúbson Pinheiro & BEZERRA, Francisco Hilario R.. *Neotectônica, geomorfologia e sistemas fluviais: uma análise preliminar do contexto nordestino*. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, nº 3, 2011.
- SAADI, A. **Mapa Neotectônico do Brasil em escala de 1:5.000.000 (1ª aproximação): contribuição brasileira ao World Map of Major Active Faults (International Lithosphere Program Project II-2)**. In: 6 Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 1997, Brasília-DF. *Boletim de Resumos Expandidos do 6 SNET*. Brasília-DF: Universidade de Brasília, 1997. v. 1. p. 126-127.
- SEEBER, L. & ARMBRUSTER, J.G. **Seismicity along the Atlantic seaboard of the U.S.: intraplate neotectonics and earthquake hazard**. 1988. In: *The Atlantic Continental Margin: U.S., The Geology of North America*. R.E. Sheridan & J.A. Grow (eds.), *Geological Society of America, Boulder*, p. 565-582.

TAKEYA, M.K., FERREIRA, J.M. PEARCE, R.G., ASSUMPÇÃO, M., COSTA, J.M. & SOPHIA, C.M.. **The 1986-1987 intraplate earthquake sequence near João Câmara, northeast Brazil - evolution of seismicity.** Tectonophysics, v. 167, 1989, p. 117-131.