

## Sismicidade na Região Noroeste do Ceará, NE do Brasil, em 2010

Paulo Henrique Sousa de Oliveira<sup>1,\*</sup>, Joaquim Mendes Ferreira<sup>1,2</sup>, Aderson Farias do Nascimento<sup>1,2</sup>, Francisco Hilário Rego Bezerra<sup>1</sup> Eduardo A. S. de Menezes<sup>2</sup>

1 – PPGG/Universidade Federal do Rio Grande do Norte

2 – Departamento de Geofísica/Universidade Federal do Rio Grande do Norte

\* corresponding author

Copyright 2011, SBGF - Sociedade Brasileira de Geofísica.

*This paper was prepared for presentation at 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, held in Rio de Janeiro, Brazil, 15-18 August 2011. Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Ideas and concepts of the text are authors' responsibility 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.*

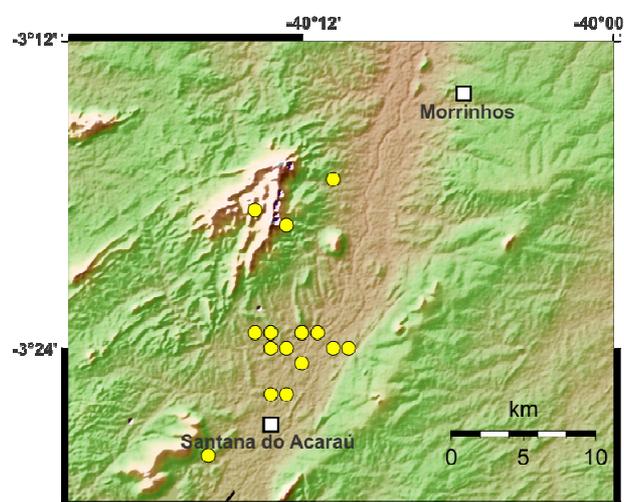
### Abstract

The seismic activity recorded by networks deployed in NE Brazil shows that this region has great seismogenic potential. This region includes the northwestern part of the State of Ceará, where several seismic events have been reported since the 19<sup>th</sup> century. The study area exhibits important tectonic structures, such as the Transbrasiliano Lineament, a shear zone that extends from Northeast to Southwestern Brazil and continuous in West Africa (Kandi fault) in a pre-Pangea breakup reconstruction. Seismic activity in the study area is located near the city of Santana do Acaraú. In this area, a digital seismographic network was deployed near the cities of Santana do Acaraú and Morrinhos in 2009. The preliminary results, which correspond to the analysis from December 17, 2009 to March 29, 2010, reveal that epicenters in the area are close to the Transbrasiliano Lineament. However, we cannot assert that this activity is directly correlated with the Transbrasiliano Lineament, despite the spatial proximity of seismicity to this structure.

### Introdução

A região Noroeste do Estado do Ceará é uma das principais regiões de atividade sísmica ativa do Nordeste do Brasil. Ela possui um histórico de ocorrência de sismos desde o século XIX (Ferreira & Assumpção, 1983). Estudos de sismologia nessa região, realizados pelo Laboratório Sismológico da UFRN (LabSis), foram iniciados em 1988 após a ocorrência, no município de Groaíras (CE), de dois sismos com magnitudes de 4,0  $m_b$  e 3,9  $m_b$ . Após estes eventos, várias campanhas têm sido realizadas para estudar a sismicidade ocorrida na região, com a instalação de redes locais, como por exemplo: (1) em Irauçuba e Hidrolândia, em 1991; (2) em Coreaú, Uruoca e Granja, em 1992; (3) em 1997, no município de Senador Sá; (4) na região de Sobral, em 2008; e (5) em 2010, na região próxima a Santana de Acaraú. Desde agosto de 2007, opera na região a estação SBBR. A análise dos dados registrados por esta estação tem possibilitado a obtenção de resultados relevantes no monitoramento da atividade sísmica no Nordeste do Brasil, em geral, e da região Noroeste do Ceará, em particular. Ela permitiu, em janeiro de 2007, monitorar a atividade sísmica na Serra da Meruoca (proximidades de

Sobral), registrando um sismo de magnitude 4,2  $m_b$  em maio de 2008. Além disso, a rede sismográfica instalada na região próxima a Sobral, permitiu identificar novas áreas sísmicas relevantes, como a área onde está ocorrendo a recente atividade sísmica, nas proximidades da cidade de Santana do Acaraú (Figura 1). Esta sismicidade é o objeto de estudo deste trabalho.



**Figura 1** – Mapa da sismicidade registrada pela estação SBBR, localizada na fazenda da EMBRAPA Caprinos, nas proximidades de Sobral. Os círculos amarelos mostram as localizações dos sismos registrados por esta estação e os quadrados simbolizam as cidades localizadas na região.

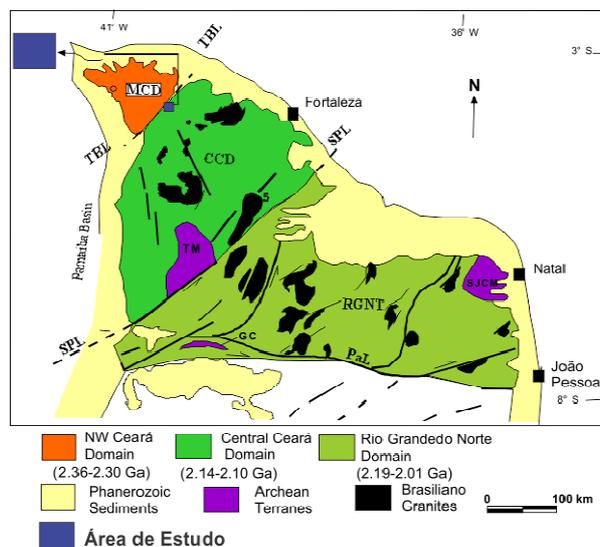
### Resumo da Geologia da Área Estudada

A região Noroeste do Ceará está quase toda localizada no Domínio Médio Coreaú (DMC), que representa a margem Noroeste da Província Borborema (Almeida *et al.*, 1981). O DMC é caracterizado, tectonicamente, por um sistema de zonas de cisalhamento Neoproterozóicas de direção NE – SW, destacando-se o Lineamento Sobral – Pedro II (Figura 2). Este lineamento é um segmento de uma descontinuidade de magnitude continental: o Lineamento Transbrasiliano, o qual contorna o limite entre o Cráton Amazônico e a porção Leste da Plataforma Sul – Americana (Feng *et al.*, 2004).

### Metodologia

Neste trabalho foram analisados os dados registrados pela rede de estações sismográficas localizada próximo às cidades de Santana do Acaraú e de Morrinhos (Rede SA) no ano de 2009 e de 2010. Esta rede foi constituída por estações pertencentes ao Pool de Equipamentos

Geofísicos do Brasil (PEGBr), sediado no Observatório Nacional e com financiamento da PETROBRAS.

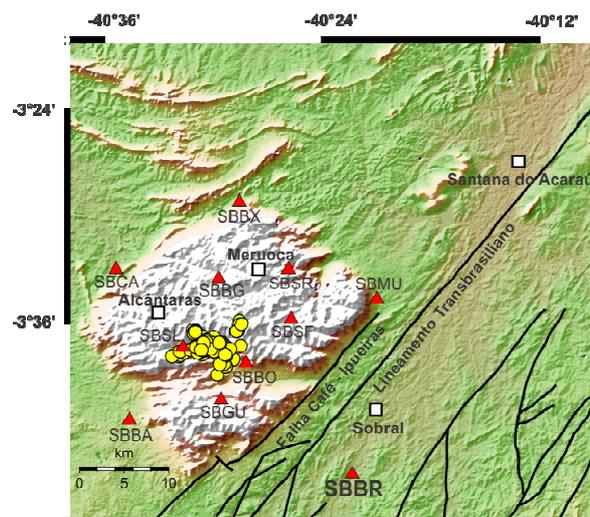


**Figura 2** – Mapa geológico da porção Norte da Província Borborema, destacando a área de estudo deste trabalho no canto superior esquerdo (quadrado azul) (Modificado de Santos et al., 2008).

A rede SA operou entre dezembro de 2009 e dezembro de 2010. Cada estação era composta por um sensor triaxial de período curto L4C3D (Sercel) e um registrador DAS 130 (Reftek). Durante o período analisado, entre dezembro de 2009 e março de 2010, foram registrados cerca de 250 sismos, no mínimo, em uma estação da rede SA. O programa SAC (Seismic Analysis Code) foi utilizado para fazer a leitura dos tempos de chegada e das polaridades das ondas P e S. Os hipocentros foram determinados com o programa HYPO71 (Lee & Lahr, 1975), que tem sido utilizado com sucesso no estudo de sismicidade local no Nordeste do Brasil.

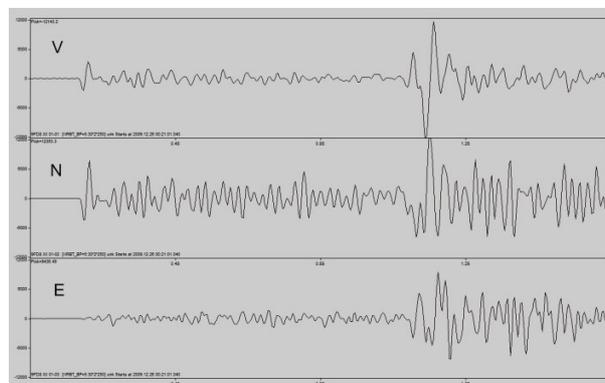
### Resultados Preliminares e Conclusões

O estudo mais recente de sismicidade local realizado na região Noroeste do Ceará foi apresentado por Oliveira *et al.* (2010), onde foram analisados os dados de uma rede local instalada nas proximidades da cidade de Sobral. As localizações dos sismos registrados por esta rede estão mostradas na Figura 3. A localização de sismos, para uma rede local, é baseada principalmente em um modelo de velocidade de camadas horizontais e o problema de variações laterais de velocidade normalmente é ignorado. O cálculo de um modelo de velocidades exige uma grande quantidade de dados confiáveis, assim como vários sismos registrados em número maior de estações. A análise preliminar dos dados registrados pela rede SA serviu, principalmente, para detectar um possível arranjo perfeito (estações circundando a área epicentral) para a geometria da rede. Entretanto, os dados registrados com a nova configuração de rede, ainda estão em fase de análise. Portanto, devido à proximidade da área sísmica estudada neste trabalho da área estudada por Oliveira *et al.* (2010), foi utilizado o mesmo modelo de velocidades para localização dos hipocentros, ou seja,  $V_p/V_s = 1,71$  e  $V_p = 6$  km/s, com o objetivo de obter algum resultado preliminar.



**Figura 3** – Mapa da sismicidade encontrada no trabalho anterior a este, mostrando a estação SBBR, localizada na fazenda da EMBRAPA Caprinos, nas proximidades da cidade de Sobral. Esta estação foi decisiva no planejamento da localização das estações da rede SA (Modificada de Oliveira et al., 2010).

O meio homogêneo nos fornece trajetórias de raios, provenientes das ondas P e S, em forma de linhas retas. Este modelo torna-se aceitável, pois a área sísmica estudada está localizada sobre embasamento Pré – Cambriano, o qual é constituído de rochas consolidadas e de baixa atenuação, possibilitando, nos sismogramas, chegadas das ondas P e S bem definidas (Figura 4).



**Figura 4** – Sismograma registrado na estação SAEV de um sismo ocorrido em 26 de dezembro de 2009, às 00h21min (hora GMT).

Os resultados preliminares das análises dos dados registrados pela rede SA, entre 17 de dezembro de 2009 e 29 de março de 2010, revelam epicentros com determinada proximidade ao Lineamento Transbrasiliano. Durante este período foram registrados cerca de 250 sismos, no mínimo, em uma estação (Figura 5). Na determinação do mapa epicentral foram selecionados 25 sismos registrados em pelo menos três estações e com maior precisão epicentral, hipocentral e valores baixos para o resíduo médio quadrático de tempo ( $ERH \leq 0,2$ km,  $ERZ \leq 0,4$ km e  $RMS \leq 0,04$ s).

