

Arcabouço estrutural do Rife Intracontinental Araí: perspectivas sobre sua profundidade e geometria com base em dados magnéticos e gravimétricos

Polyanna de Sousa Moro (Programa de Pós-graduação em Geociências Aplicadas – Instituto de Geociências, UnB) & Roberta Mary Vidotti (Instituto de Geociências, Universidade de Brasília)
sousapolyanna@gmail.com; roberta@unb.br

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

Aeromagnetic and gravity data processing was carried out in the Araí Group region to obtain the characterization of the rift structural framework, including the main fault system and depth of magnetic and gravimetric anomalies in the basin. The depth analysis involved the realization of the power spectra to the entire area and the same technique applied to smaller sub-areas of same size to detect the wavelengths related only with the anomalies associated directly to the rift, as well as the Euler Deconvolution, also used in the analysis of the geometry of the structures related to the Araí Group. In addition, the magnetic lineaments were delineated at different depths using the Matched Filtering and all the traces were integrated into a magnetic-structural map. It was verified five depth levels, associated respectively to: Shallow sedimentary structures (0.34 km to 0.54 km), interface between the sedimentary layer and basement (6 km to 7.4 km), Conrad Discontinuity (12.5 km to 14.5 km), Curie Surface (20.9 km to 22.6 km) and Mohorovicic Discontinuity (35 km to 37 km). The magnetic lineaments revealed that the main structures of the rift region have NE signature, related to the deformations of the Brasiliano Orogeny. The depth of the sedimentary layer was correlated to the intracontinental rift of the central portion of the United States (Midcontinent Rift – MCR), having similar depths, revealing that the Araí Rift can configure an intracontinental rift of the Paleomesoproterozoic that suffer subsequent deformation, similarly to the MCR.

Introdução

A bacia-rifte Araí (Figura 1) é uma entidade tectônica pouco explorada, com uma história evolutiva complexa. O

arcabouço estrutural do rife é composto por um sistema de falhas envolvendo tanto suas unidades sedimentares quanto o embasamento e estruturas profundas que carecem de dados geofísicos a serem incorporados ao conhecimento geológico. Partindo desse cenário, foi realizado estudo geofísico focando a relação entre as unidades sedimentares e o embasamento na região da bacia a fim de obter a caracterização do arcabouço estrutural do rife e estimativa de profundidades de fontes associadas.

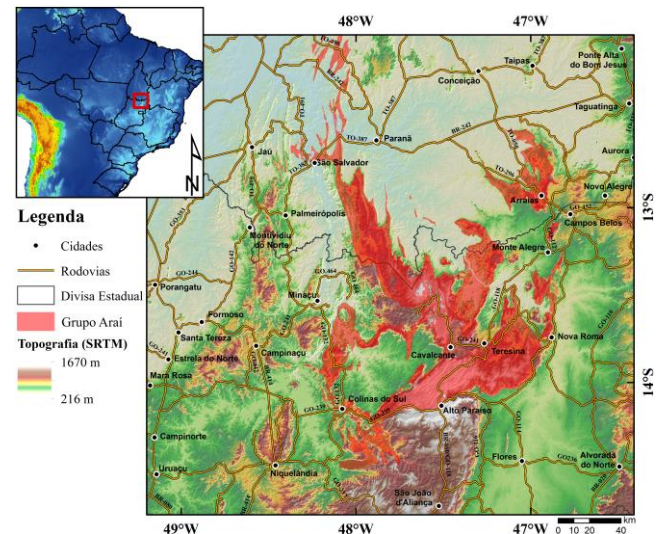


Figura 1. Localização do Rife Araí.

Metodologia

Foram utilizados dados aeromagnéticos e de gravimetria terrestre, com a aplicação do Espectro de Potência (Spector & Grant, 1970) e Deconvolução de Euler (Reid et al., 1990) em ambos dados magnéticos e gravimétricos e o *Matched Filtering* (Syberg, 1972; Phillips, 2001) aos dados magnéticos, utilizando técnicas de realce como a derivada vertical e derivada *Tilt* para realçar feições lineares. Também foi realizada uma análise do espectro de potência a partir do recorte de sub-áreas do *grid* magnético que abrangessem somente o Grupo Araí, a fim de restringir o espectro a comprimentos de onda relacionados apenas a profundidades de fontes

associadas à bacia. A interpretação e integração dos produtos envolveu principalmente a análise qualitativa, incluindo a observação dos lineamentos magnéticos em diferentes profundidades, a localização das soluções de Euler, a análise da distribuição espacial das anomalias de forma conjunta, e sua correlação com o arcabouço estrutural do rifte e regiões adjacentes. Com essas informações foi produzido um mapa do arranjo magnético-estrutural interpretado, correlacionando à geologia conhecida da área de estudo.

Resultados

(i) Análise de Profundidades

Os resultados encontrados no espectro de potência para toda a área de estudo são descritos na Figura 2. Foram adicionados a estes resultados as profundidades detectadas na Deconvolução de Euler de dados magnéticos e gravimétricos correspondentes ao início e ao final do intervalo de soluções, representando o topo e a base de fontes com assinaturas magnéticas distintas, podendo acrescentar informações à integração das profundidades.

As profundidades referentes aos intervalos 0,34; 0,36; 0,5 e 0,54 km são caracterizadas como estruturas rasas relacionadas ao pacote sedimentar, provavelmente fraturas de pequena extensão que caracterizam a geometria do arcabouço em lineamentos magnéticos de terceira ordem. As profundidades entre 6 e 7,4 km indicam a variação de profundidade apresentada pela interface entre a camada sedimentar e o embasamento. As profundidades de 12,5 – 14,5 km podem configurar a Descontinuidade de Conrad. Esse resultado é semelhante à modelagem crustal, com base em dados de sísmica de refração, realizada por Soares et al. (2006), com valores variando entre aproximadamente 10 e 15 km. O valor de 9,7 km encontrado no *Matched Filtering* aplicado às sub-áreas pode fazer referência aos pontos mais rasos dessa descontinuidade caso hajam sido incorporados de forma significativa os comprimentos de onda relacionados a esta interface nas sub-áreas. A profundidade de 21,8 a 22,6 km detectada na magnetometria é associada à Superfície Curie média da

área. Blum (1999) resgata limite semelhante, de 19,3 km, na região de Niquelândia, podendo chegar a 21,3 km na porção a oeste da mesma. As profundidades de 35 e 37 km indicam o limite crosta/manto, correspondente à Descontinuidade de Mohorovicic, o que está de acordo com os estudos de sísmica de refração profunda realizados nos limites da bacia, com espessuras crustais variando entre 36 e 43 km (Soares et al., 2006; Ventura et al., 2011).

(ii) Deconvolução de Euler

Para a Deconvolução de Euler dos dados gravimétricos, as soluções marcam a geometria dos complexos máficos-ultramáficos de Cana Brava e Niquelândia em contato com as sequências metavulcanossedimentares de Palmeirópolis e Indianópolis e também discriminam a falha de empurrão que sobrepõe rochas do Grupo Paranoá às do Grupo Bambuí (movimentos essencialmente frontais), pertencente ao Sistema Paranã, demonstrando que essa falha possui características profundas que são detectadas nas soluções à profundidade limite de 35 km, articulando com o Cráton São Francisco. Destaca-se também uma megaestrutura de direção NE-SW com topo entre 11 e 24 km que parece estar relacionada à direção de abertura do rifte, descrita por Marques (2010) – Figura 3. Ela se manifesta pelos sistemas São Jorge-Alto Paraíso-Cormari e Cavalcante-Teresina, articulando com o sistema transpressivo frontal Terezina-Nova Roma. Esses sistemas configuram a fase F1 de deformação do Brasileiro, descritas por Fonseca et al. (1995), onde sistemas frontais e transcorrentes foram nucleados, embora as estruturas transcorrentes, associadas principalmente aos sistemas São Jorge-Alto Paraíso-Cormari e Cavalcante-Teresina, tenham sido construídas tardiamente, ativadas devido a zonas de fraqueza do rifte, sendo integradas a uma fase essencialmente transcorrente, que podem ser consideradas como as últimas manifestações estruturais ocorridas durante a inversão brasileira. A Deconvolução de Euler aplicada aos dados magnéticos foi utilizada principalmente para delinear as principais estruturas magnéticas na região do rifte. Os resultados da deconvolução para ambos os

métodos possui boa correlação no que diz respeito aos sistemas transcorrentes, observados desde Niquelândia até Campos Belos. A associação entre os diferentes índices estruturais dá forma à geometria de subsuperfície que essas zonas de cisalhamento assumem na região (sistemas São Jorge-Alto Paraíso-Cormari, Cavalcante-Teresina e Terezina-Nova Roma – Figura 4).

(iii) Lineamentos Magnéticos

A partir dos resultados do espectro de potência dos dados magnéticos, gerou-se malhas individualizadas pela técnica de *Matched Filtering* (Figura 5), aplicando a derivada vertical e derivada *Tilt*. As informações adquiridas a partir da interpretação das estruturas magnéticas, juntamente com estruturas geológicas discriminadas em mapeamento foram integradas, fornecendo um mapa geofísico-geológico (Figura 6).

A combinação entre os elementos interpretados revela um complicado arranjo estrutural (Figura 6), onde estruturas profundas são evidenciadas pela presença de estruturas mais sutis nas porções superficiais. Os lineamentos magnéticos expressivos que cortam a Zona Externa na porção setentrional da FDB, numerados em II, IV e VI na Figura 6 possuem assinatura profunda, detectados em todas as camadas do *Matched Filtering* até a profundidade de 21,8 km, esta identificada como a Superfície Curie média, ou seja, essas falhas podem alcançar profundidades ainda maiores, atingindo até a parte superior do manto, como descrito em Alvarenga et al., 2007. Os lineamentos I e III são secundários a estes. Eles não são visualizados nesta profundidade, mas são todos identificados na profundidade de 6,6 km. Esses lineamentos possuem direção paralela ao Lineamento Transbrasiliano e são estruturas formadas no ciclo Brasileiro, configurando expressivas falhas transcorrentes dextrais que cortam toda a Zona Externa na porção setentrional, sendo que nem todas são mapeadas em superfície. O lineamento numerado em V é identificado na camada mais profunda, porém com direção N60E parecendo infletir, à medida que se aproxima da superfície, para direção essencialmente E-W. Também configura estrutura do Brasileiro. Na cobertura sedimentar da ZE, precisamente no Grupo

Araí, as estruturas também são essencialmente N60-70E, sendo estruturas de terceira ordem. São fracamente visualizadas também estruturas com direção variando N-W na cobertura sedimentar do Araí e parte do Paranoá, sendo relacionadas à fase rifte e pós-rifte.

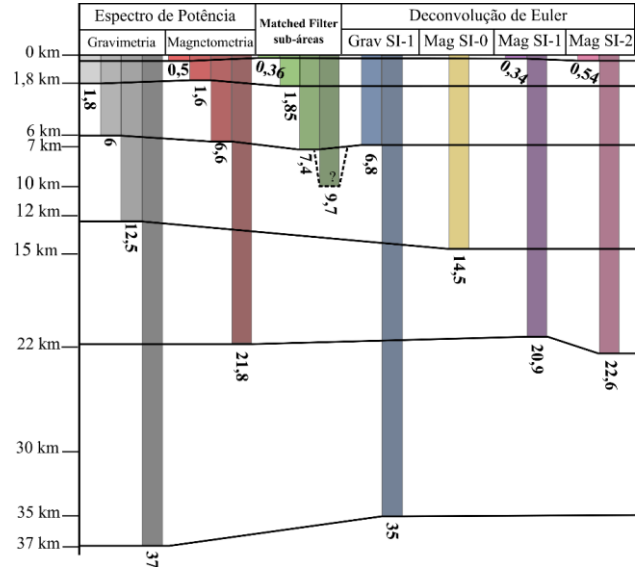


Figura 2. Síntese dos principais resultados de profundidades obtidas destacando as metodologias utilizadas.

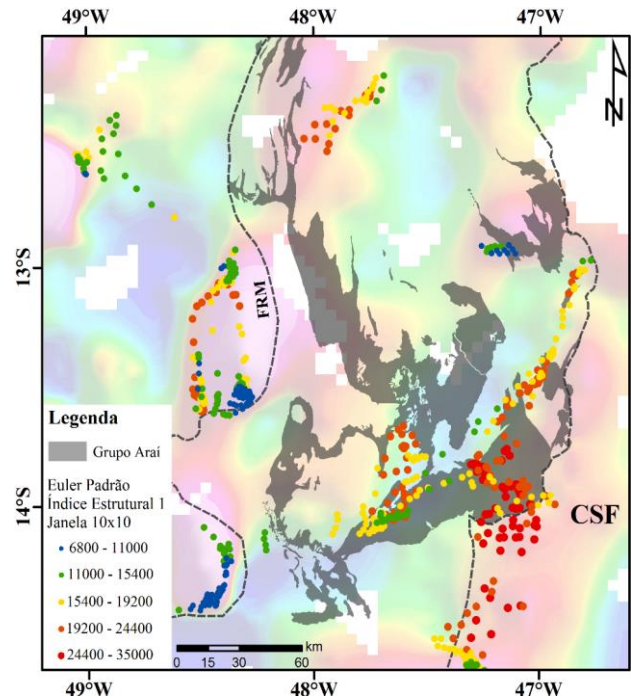


Figura 3. Soluções de Euler para o mapa da Anomalia Bouguer com remoção de tendência regional de ordem 2 (ao fundo), sobrepondo o respectivo sinal. FRM – Falha Rio Maranhão; CSF – Cráton São Francisco.

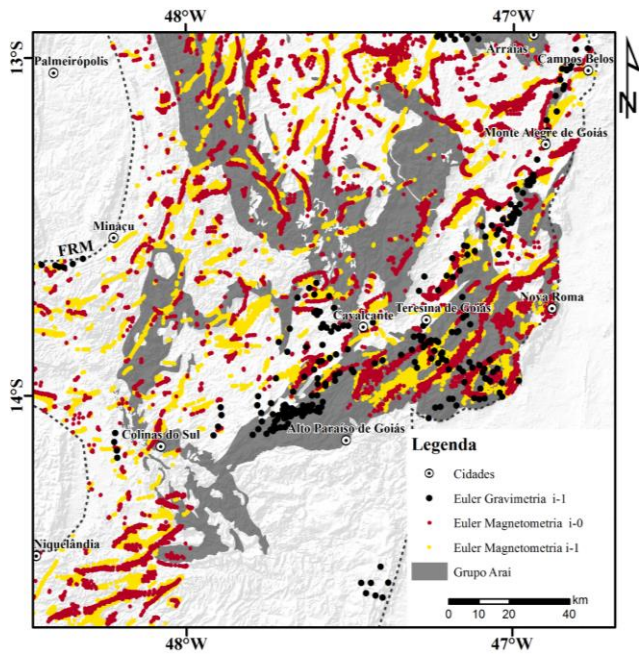


Figura 4. Comparação dos resultados da Deconvolução de Euler para os dados magnéticos e gravimétricos utilizando diferentes índices estruturais na região do Grupo Araí. Observe a megaestrutura que vai de Niquelândia até Campos Belos. i-1: Índice Estrutural 1. i-2: Índice Estrutural 2 – Janela quadrada fixa de 10x10.

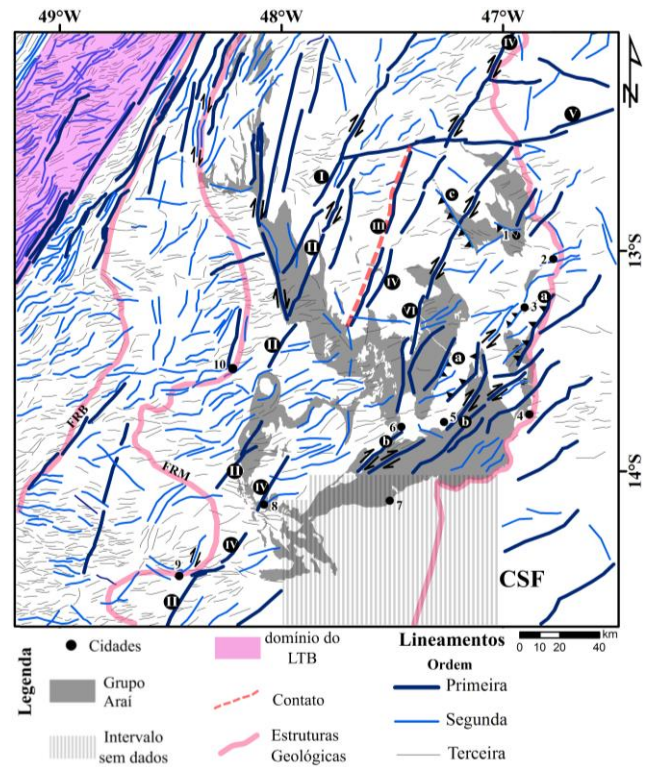


Figura 6. Arranjo estrutural interpretado, com as regiões de influência dos Sistemas: (a) Teresina-Nova Roma, (b) Cavalcante-Teresina e (c) Arraias-Campos Belos. Os indicadores cinemáticos foram alocados apenas na Zona Externa da FDB, nos limites mais importantes relacionados ao Araí, de acordo com a geologia conhecida.

Conclusões

Ainda não existem publicações sobre o rifte Araí no que diz respeito a qual seria a profundidade da sua cobertura sedimentar. O resultado encontrado, que varia entre 6 e 7,4 km, é próximo ao do rifte conhecido como Midcontinent Rift (MCR), localizado na parte central do continente americano. Esse rifte é um dos melhores exemplos em se tratando de riftes intracontinentais e possui uma extensa camada sedimentar variando entre 5 e 8 km. Uma das premissas a partir dos resultados encontrados é a de que o rifte Araí seria um rifte intracontinental formado no Paleomesoproterozoico, sofrendo afinamento da crosta no estágio de rifteamento e aumentando sua espessura novamente após a inversão da bacia no Brasileiro, invertendo a movimentação de algumas falhas e ativando novas a partir de zonas de fraqueza pré-existentes, em comparação aos sucessivos eventos também ocorridos no MCR. Os outros resultados encontrados, referentes a profundidades de fontes para a região do rifte Araí, foram

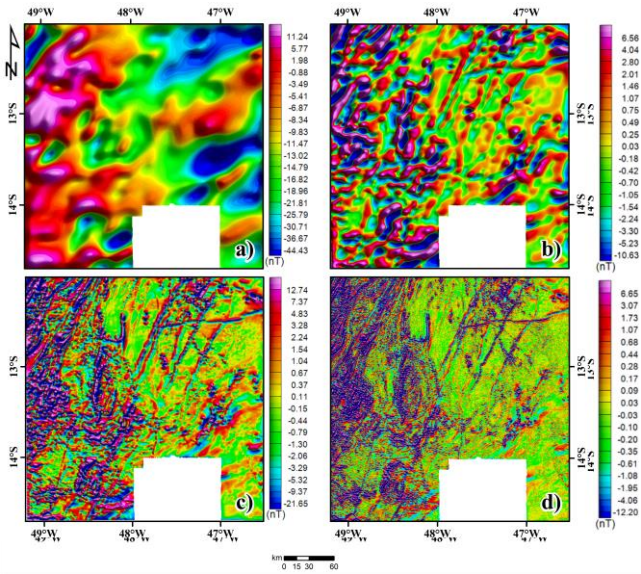


Figura 5. Resultados do *Matched Filtering* aplicado ao campo magnético anômalo: (a) 21,8 km; (b) 6,6 km; (c) 1,6 km; (d) 0,5 km.

bem correlacionados àqueles relatados em literaturas anteriores para a região em estudo.

Em relação a seu arcabouço estrutural, o arranjo magnético da região do rifte possui, em geral, uma forte assinatura NE. São estruturas magnéticas relacionadas, em grande maioria, à deformação do Brasileiro. A fraca detecção de estruturas com direção NS e NW pode ser explicada pela falta de contraste da magnetização com as rochas adjacentes, porém os lineamentos com direção NE são truncados e a correlação destes truncamentos NE apresentam direção NW. Por fim, fica evidente o caráter profundo das falhas relacionadas ao arcabouço do rifte, encontrando profundidades de cerca de 20 km para as principais feições.

Referências

- ALVARENGA, C.J.S.; DARDENNE, M.A.; BOTELHO, N.F.; MACHADO, M.A.; LIMA, O.N.B.; ALMEIDA, T. 2007. Relatório Final das Folhas Monte Alegre, Cavalcante e Nova Roma. Programa Geologia do Brasil (PGB/LGB), Convênio UNB/FINATEC/CPRM. Brasília.
- BLUM, M.L.B. 1999. Processamento e interpretação de dados de geofísica aérea no Brasil Central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 229 p.
- FONSECA, M.A., DARDENNE, M.A., UHLEIN, A. 1995. Faixa Brasília setor setentrional: estilos estruturais e arcabouço tectônico. *Revista Brasileira de Geociências*, 25 (4): p. 267-278.
- MARQUES, G.C. 2010. Geologia dos grupos Araí e Serra da Mesa e seu embasamento no sul do Tocantins. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Brasília. 116p.
- PHILLIPS, J. D. 2001. Designing matched band-pass and azimuthal filters for the separation of potential-field anomalies by source region and source type, 15th Geophysical Conference and Exhibition, Australian Society of Exploration Geophysicists, extended abstract, 1-4, doi:10.1071/ASEG2001ab110.
- REID, A. B., ALLSOP, J. M., GRANSE, H., MILLETT, A. J., AND SOMERTON, I. W. 1990. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution: *Geophysics*, 55, 80–91.
- SOARES, J.P., BERROCAL, J., FUCK, R.A., MOONEY, W., VENTURA, D.B.R. 2006. Seismic characteristics of central Brazil crust and upper mantle: a deep seismic refraction study. *Journal of Geophysical Research*, 111, B12302.
- SPECTOR, A. & GRANT, F.S. 1970. Statistical methods for interpreting aeromagnetic data, *Geophysics* 35, 293-302.
- SYBERG, F. J. R. 1972. A Fourier method for the regional-residual problem of potential fields, *Geophys. Prospect.*, 20, 47–75.
- VENTURA, D.B.R., SOARES, J.E.P., FUCK, R.A., CARIDADE, L.C.C. 2011. Caracterização sísmica e gravimétrica da litosfera sob a linha de refração sísmica profunda de Porangatu, Província Tocantins, Brasil Central. *Revista Brasileira de Geociências*, 41, 130-140.