

Mapeamento de rochas ígneas na borda oeste da Bacia do Parnaíba

Leonardo da Silva Ribeiro Mocitaiba* (UFRN), David Lopes de Castro (UFRN)

Copyright 2015, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 3-6, 2015.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 14th 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

This paper presents a geophysical study to map volcanic rocks in the western border of the Parnaíba basin, based on airborne magnetic data. The aeromagnetic surveys were flown cover 240000 Km². The magnetic data showed many anomalies in the study area. The analysis of the vertical derivatives and the analytic signal of the residual magnetic anomaly allowed associating magnetic source bodies with volcanic rocks of the Parnaíba basin.

Introdução

Caracterizada como uma bacia intracratônica, a Bacia do Parnaíba teve seu arcabouço formado no Eopaleozóico, em consequência da colisão entre as plataformas Amazônica e Brasileira (Caputo et al., 1983). Localiza-se na região tropical N-NE do Brasil e ocupa uma área aproximada de 600.000 km² com um formato aproximadamente circular (Zembruski e Campos, 1988), abrangendo parte dos estados do Piauí, Maranhão, Tocantins, Pará, Ceará e Bahia.

Estruturalmente, a bacia tem alinhamentos com direções NE-SW, NW-SE e N-S (CAROZZI et al., 1975) relacionados ao embasamento e reativados quando da abertura do Atlântico Norte. Na borda oeste da bacia, região onde foram adquiridos os dados magnéticos do presente trabalho, o embasamento sob a bacia engloba o Cráton Amazônico e a Província do Tocantins (Fig. 1). A Província do Tocantins inclui o alinhamento N-NE, Faixa Brasília, formado na margem oeste do Cráton São Francisco, e o alinhamento N-S, Faixa Araguaia, flanqueando o Cráton Amazônico (Castro et al., 2014).

O magmatismo, preferencialmente básico, que ocorreu nas bacias do Parnaíba, Paraná, Amazonas e Solimões teve início no Triássico (cerca de 215 Ma), quando ocorreu o início da quebra continental entre os continentes Sul-Americano e Africano (Almeida, 1986; Thomaz Filho et al., 2000).

Nesse contexto, na Bacia do Parnaíba acomodaram-se rochas ígneas intrusivas (diques e soleiras) e extrusivas, de composição básica, as quais do ponto de vista estratigráfico foram divididas em duas unidades: as formações Mosquito e Sardinha. Estas rochas ígneas básicas possuem idades entre 215 e

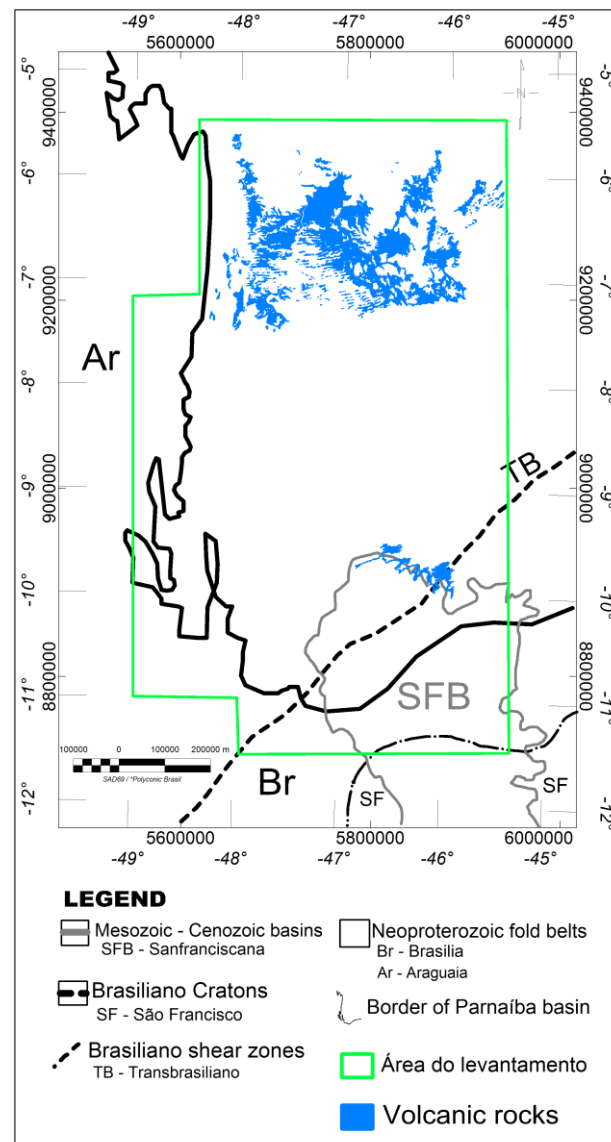


Figura 1: Esboço tectônico do embasamento da Bacia do Parnaíba compilado de mapas geofísicos (Nunes, 1993) e geológicos (Cordani et al., 1984, 2009a; Vasconcelos et al., 2004) e com as rochas vulcânicas da Bacia do Parnaíba com base nas Folhas SB23, SB23 e SC23 da CPRM (adaptado de Castro et al., 2014).

110 Ma e podem ser associadas a dois pulsos magmáticos principais (Góes e Feijó, 1994). Segundo Mizusaki e Thomaz Filho (2004), a Formação Mosquito é correlacionável com as soleiras de diabásio (Magmatismo Penatecaua) das bacias do Solimões e do Amazonas (idades de 210-201 Ma), e que as básicas da Formação Sardinha seriam correlatas dos derrames da Formação

Serra Geral (idades de 137 a 127 Ma) da Bacia do Paraná.

As primeiras manifestações ígneas na Bacia do Parnaíba processaram-se na sua borda oeste, ao longo dos falhamentos Pré-Cambrianos que foram reativados provavelmente a partir do Triássico Médio. As manifestações ígneas posteriores, que tiveram lugar durante o Jurássico, corresponderiam a pulsações subsequentes deste evento, com derrames basálticos e intrusões de diabásios se processando preferencialmente através dos fraturamentos desenvolvidos ao longo da borda oeste da bacia. O quadro evolutivo do magmatismo básico teria atuado de modo seletivo, com manifestações iniciais na Bacia do Amazonas e a seguir na Bacia do Parnaíba (Leite, 2011).

Metodologia

Em 2002, a Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP), financiou a aquisição do levantamento aerogeofísico na Bacia do Parnaíba. A área sobrevoada estende-se sobre os estados do Tocantins, Maranhão, Piauí, Bahia e uma pequena parcela do estado do Pará (Fig. 2).

micronivelamento do conjunto de dados. Usando um espaçamento regular de 125 m, foi gerado o mapa da anomalia magnética (Fig. 4).

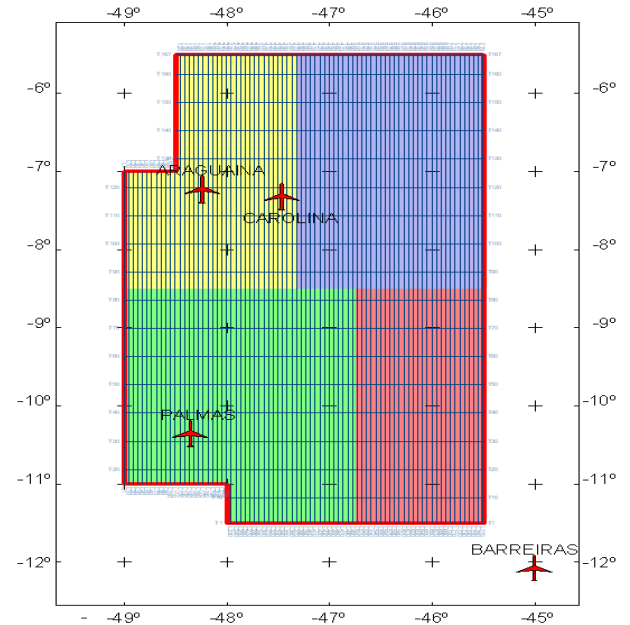


Figura 3: Mapa das linhas de voo e área de cobertura (Adaptado de, Andrade & Konzen, 2006).

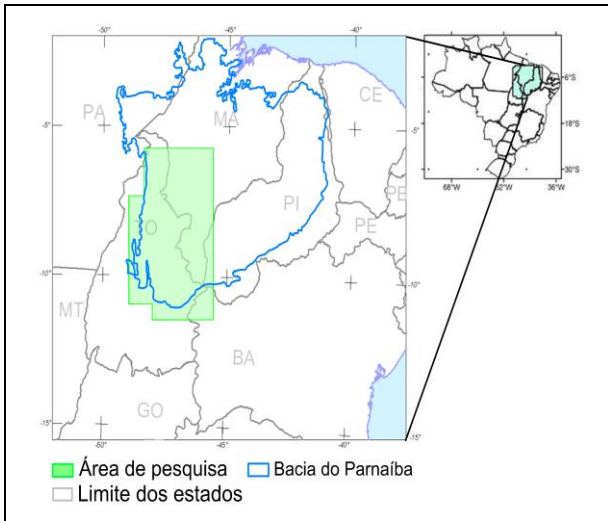


Figura 2: Localização da área do Levantamento Aerogeofísico na Bacia do Parnaíba (Adaptado de, Andrade & Konzen, 2006).

O levantamento aerogeofísico constou do recobrimento de uma área de 240.00 Km² e 544.446 km de perfis aeromagnetométricos de alta resolução, com linhas de voo e controle com espaçamento de 0,5 km e 4,0 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W (Andrade & Konzen, 2006). A altura de voo foi fixada em 100 m sobre o terreno com tolerância de mais ou menos 10 m por no máximo 2 Km (Fig. 3).

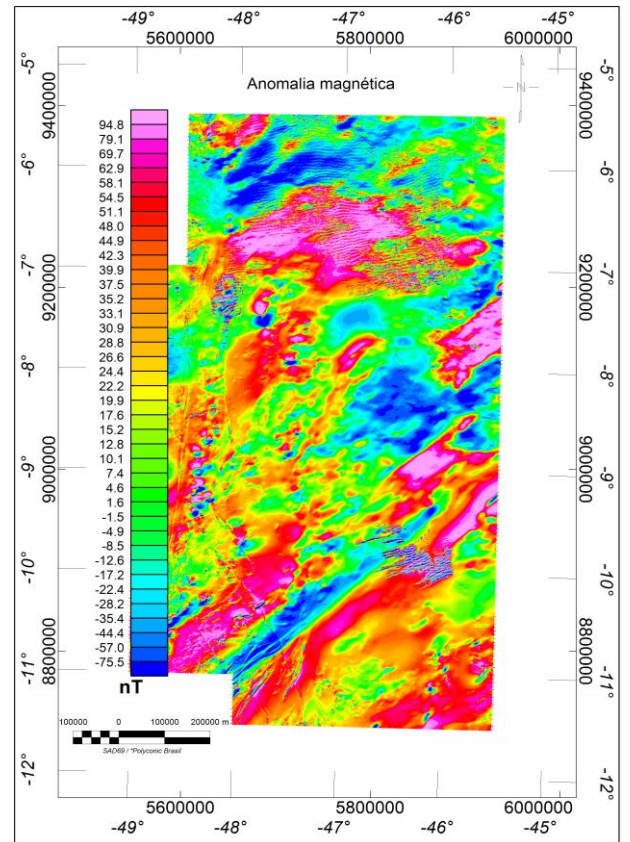


Figura 4: Mapa de anomalias magnéticas da borda oeste da Bacia do Parnaíba

No processamento inicial dos dados, foram removidas a componente principal do campo geomagnético (International Geomagnetic Reference Field - IGRF) e a Variação Diurna e realizado o nivelamento e

Posteriormente, os dados foram reduzidos ao polo (RTP), (Figura 5), usando dados de inclinação e declinação magnética de -13° e $-19,9^\circ$, respectivamente. Uma Inclinação para Correção de Amplitude (ACI) de 70° foi escolhida para suprimir altas amplitudes na direção de declinação, comuns na aplicação do operador RTP em baixas latitudes magnéticas (Blakely, 1996). A operação RTP é uma técnica que recalcula os dados como se o campo magnético induzido tivesse uma inclinação de 90° e declinação de 0° . Isso transforma as anomalias magnéticas dipolares em monopolares, centradas sobre o corpo causador, simplificando a interpretação dos dados.

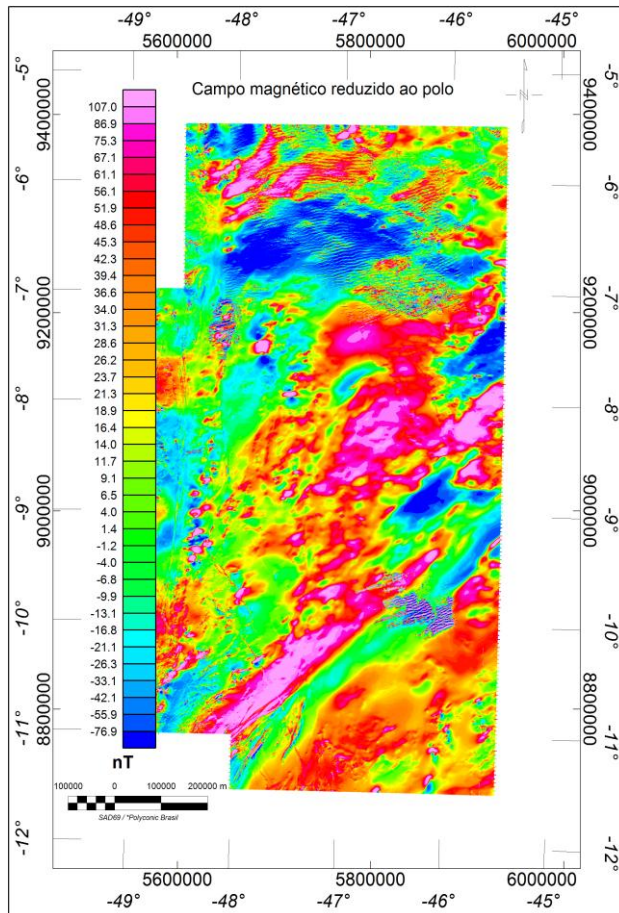


Figura 5: Mapa de anomalias magnéticas reduzidas ao polo da borda oeste da Bacia do Parnaíba.

Um filtro do tipo Gaussiano foi aplicado no campo magnético anômalo reduzido ao polo para separar suas componentes regional (Fig. 6) e residual (Fig. 7), permitindo uma interpretação individual das fontes magnéticas profundas e rasas. A partir da componente residual, foram gerados mapas da Primeira Derivada Vertical (Fig. 8) e do Sinal Analítico (Fig. 9). Estas duas técnicas são, comumente, aplicadas no campo magnético para realçar as bordas dos corpos magnéticos (Geosoft, 2014).

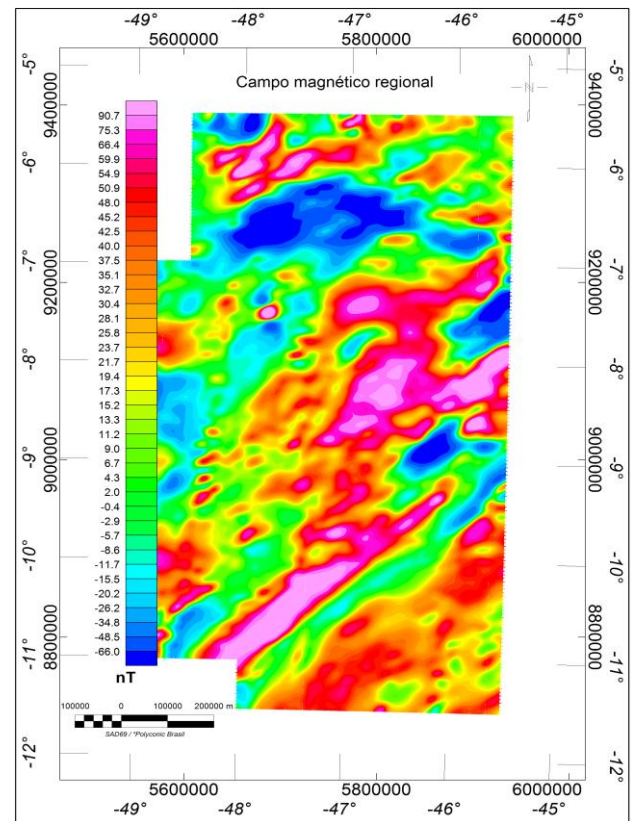


Figura 6: Mapa do Campo magnético regional.

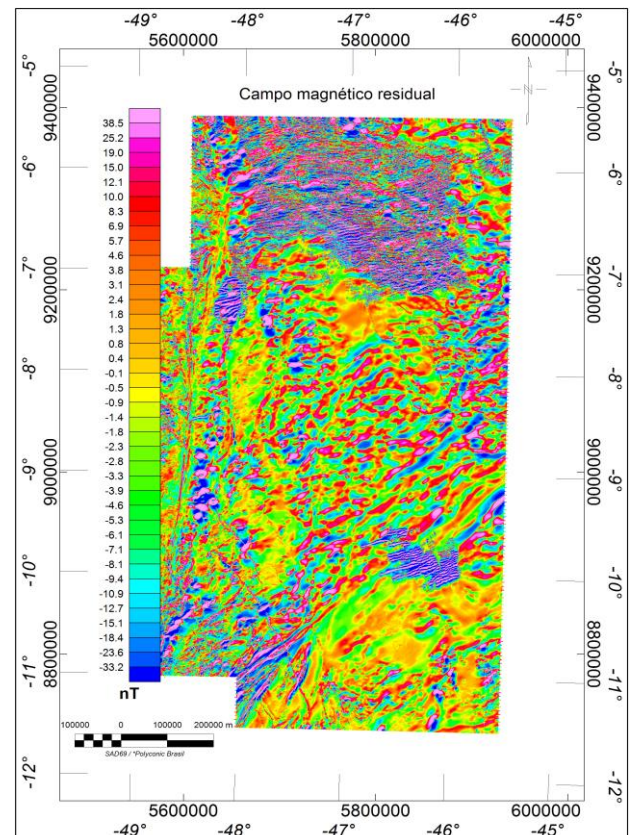


Figura 7: Mapa do Campo magnético residual.

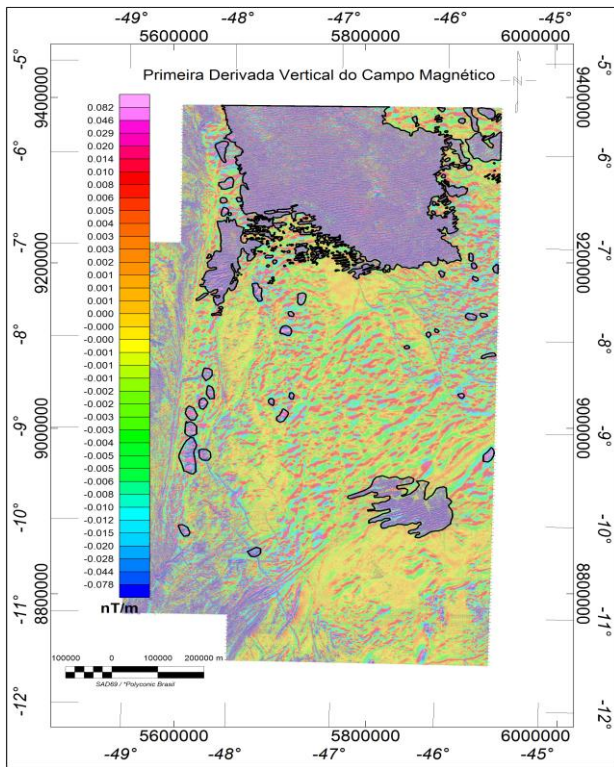


Figura 8: Mapa de Primeira Derivada Vertical do campo magnético residual. As áreas com um contorno preto representam anomalias magnéticas relacionadas aos corpos magmáticos.

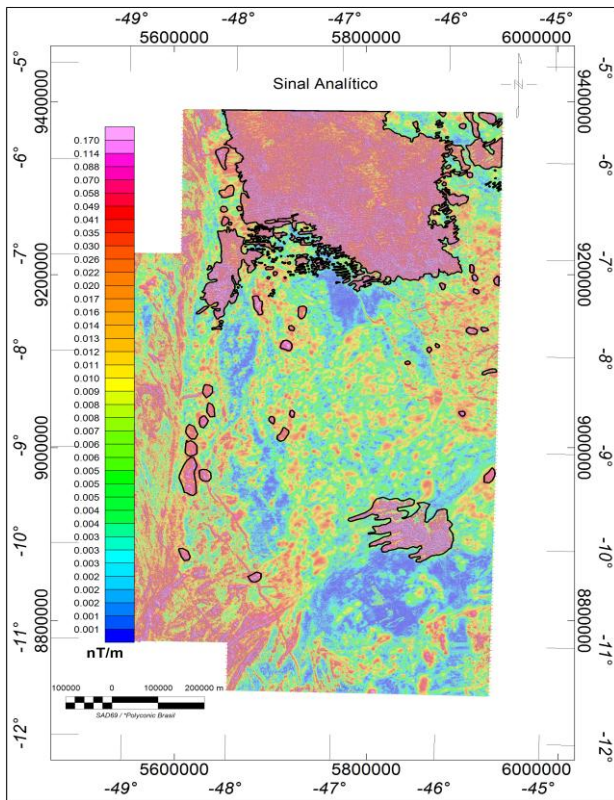


Figura 9: Mapa do Sinal Analítico do campo magnético residual. As áreas com um contorno preto representam

anomalias magnéticas relacionadas aos corpos magmáticos.

Resultados

Realizando uma análise preliminar do mapa de anomalia Magnética Reduzida ao Polo (Fig. 5), percebe-se a existência de anomalias de alta frequência, principalmente, na região norte, noroeste e sudeste da área. Comparando os mapas do campo regional (associado a longos comprimentos de onda – Fig. 6) com o residual (associado a curtos comprimentos de onda – Fig. 7), as anomalias de alta frequência ficam ainda mais evidentes no mapa.

Com o mapa do Sinal Analítico (Fig. 8) foi possível mapear corpos magmáticos sub-aflorantes. Na região norte, existe uma extensa zona magnética anômala. Margeando esta zona, existem áreas menores de altas amplitudes do Sinal Analítico. Na região oeste, ocorre uma sequência de máximos, com formato semicircular, alongados na direção N-S. Na região central há corpos menores isolados, de formato, aproximadamente, circular, que também exibem altas amplitudes do sinal analítico. Na porção SE da área, há outro corpo que exhibe altas amplitudes do sinal analítico, porém com um formato mais irregular.

O mapa da Primeira Derivada Vertical destacou as anomalias com alta frequência, as quais estão associadas a corpos mais rasos. Neste mapa, foi possível distinguir, também, corpos magnéticos anômalos na porção central, N, NW e NE. Estas estruturas magnéticas anômalas são semelhantes com as do mapa do Sinal Analítico.

Conclusões

As rochas vulcânicas da Bacia do Parnaíba apresentam notável resposta magnética, revelando anomalias isoladas de altas amplitudes e curto comprimento de onda. De forma correlata, as diversas anomalias magnéticas, com características semelhantes, que ocorrem em áreas diferentes das do mapa geológico, são associadas a ocorrências não conhecida destas rochas sub-aflorantes.

As anomalias magnéticas mapeadas podem ser correlacionadas com rochas vulcânicas aflorantes na região oeste da bacia (Figura 10). Por meio deste mapa, percebe-se que os dados magnéticos apresentam boa precisão no mapeamento dos corpos vulcânicos sub-aflorantes. Isto fica bem evidente na porção oeste da anomalia magnética principal, que fica na região norte, onde o seu contato lateral coincide com o contato das rochas ígneas do mapa geológico.

Além do mais, seguindo o padrão das anomalias magnéticas diretamente relacionadas aos corpos magmáticos aflorantes, é possível mapear os contatos destes e de outros corpos recobertos pelo pacote sedimentar. E assim, reconhecer a extensão mais realística dos eventos magmáticos que afetaram esta região da bacia, com implicações na sua evolução termal e geração de trapas geológicas para a acumulação de hidrocarbonetos.

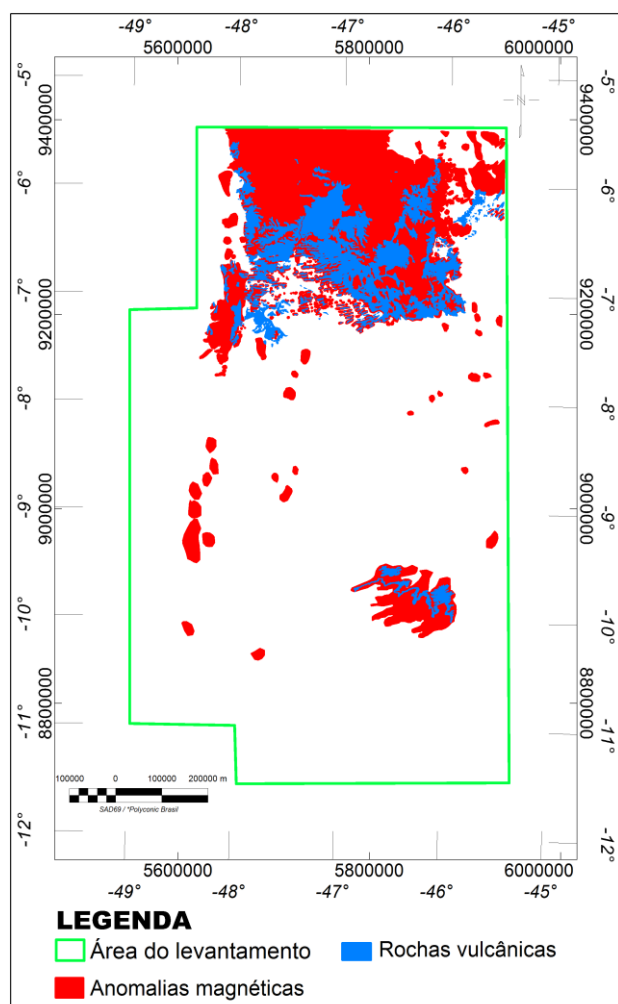


Figura 10: Comparação entre as rochas vulcânicas da borda oeste da Bacia do Parnaíba, obtidas nas Folhas SB23, SB23 e SC23 (CPRM) e as anomalias magnéticas de altas amplitudes e curtos comprimentos de onda.

Agradecimentos

Agradecemos à Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANP) pela disponibilidade dos dados geofísicos aéreos e à Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Leonardo da S. R. Mocitaiba é bolsista de mestrado da UFRN e David L. de Castro é bolsista Produtividade de Pesquisa do CNPQ.

Referências

Andrade, F. A. R., & Konzen, L. (2006). Levantamentos aerogeofísicos para identificação de áreas com ocorrência potencial de petróleo e gás na Bacia do Parnaíba. *Convênio ANP-USP*, 9-23.

ALMEIDA, F.F.M. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo Pós-Paleozóico no Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 16, n. 4, p. 325-349, 1986.

Blakely, R.J., 1996. *Potential theory in gravity and magnetic applications*, 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge (UK) (441 pp.).

CAPUTO, M. V.; MARQUES, L. F. P.; CARVALHO, L. C. A. Desenvolvimento tectônico das bacias do Amazonas e Parnaíba; relatório interno. Belém, PETROBRÁS. DENOR, 1983.

CAROZZI, A. V.; FALKENHEIN, F. M.; CARNEIRO, R. G.; ESTEVES, F. R.; CONTREIRAS, C. J. Análise ambiental e evolução tectônica e sedimentar da seção siluro-eocarbonática da Bacia do Maranhão. Rio de Janeiro, PETROBRÁS. CENPES. SINTEP, 1975. 48 p. (Ciência-Técnica-Petróleo. Seção Exploração de Petróleo, 2).

Castro D.L., Fuck R.A., Phillips J.D., Vidotti R.M., Bezerra F.H.R., Dantas E.L. 2014. Crustal structure beneath the Paleozoic Parnaíba Basin revealed by airborne gravity and magnetic data, Brazil. *Tectonophysics*,

Cordani, U.G., Brito Neves, B.B., Thomaz Filho, A., 2009a. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras (Atualização). *Bol. Geociênc. Petrobras*, Rio de Janeiro 17 (1), 205–219.

Geosoft, 2014. Calculating the Analytic Signal and Generalised and Tilt Derivates in MAGMAP.

GÓES, A.M.; FEIJÓ, F.J. Bacia do Parnaíba. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 57-68, jan./mar. 1994.

LEITE, A. A. S.; OLIVEIRA, S. C.; Caracterização petrográfica de rochas vulcânicas da Formação Mosquito na região de Fortaleza de Nogueiras e Estreito no Estado do Maranhão. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Pará.

MIZUSAKI, A.M. P; THOMAZ FILHO, A. O Magmatismo Pós-paleozóico no Brasil, p.281-291. In: C.R.; BRITO-NEVES, B.B, (ORG). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca. P: 281-291. 2004.

Nunes, K.C., 1993. Interpretação integrada da Bacia do Parnaíba com ênfase nos dados aeromagnéticos. 3rd International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Expanded Abstracts, pp. 152–157.

THOMAZ FILHO, A.; MIZUSAKI, A.M.P.; MILANI, E.J.; CESERO, P. Rifting and Magmatism Associated with the South America and Africa Break Up. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 30. n. 1. p. 17-19. 2000.

Vasconcelos, A.M., Ribeiro, J.A.P., Colares, J.Q.S., Gomes, I.P., Forgiarini, L.L., Medeiros, M.F., 2004. Folha Teresina SB.23. In: Schobbenhaus, C., Gonçalves, J.H., Santos, J.O.S., Abram, M.B., Leão Neto, R., Matos, G.M.M., Vidotti, R.M., Ramos, M.A.B., Jesus, J.D.A.

(Eds.), Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília (CD-ROM).

Zembruski, S. G., and JN dos P. Campos. "Comportamento Geotérmico Regional e Provável Movimentação de Fluidos na Bacia do Parnaíba, Maranhão." B. Geoci. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 2 (2/4): 133-145, abr./dez (1988).