



## Levantamento Gravimétrico da Faixa Seridó (NE-Brasil): Implicações para o Mapeamento Geológico e o Arcabouço Tectônico

Nitzschia R. R. Domingos (CPRM-SGB); Roberto G. de Oliveira (CPRM-SGB), Marília A. C. Rodrigues (CPRM-SGB), Edlene P. da Silva (CPRM-SGB)

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15<sup>th</sup> 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 15<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

The acquisition of gravimetric data in the Seridó Belt (NE-Brazil) enabled the creation of Bouguer anomaly maps used to describe the distribution of the masses of the main rocks and structures of the Rio Piranhas-Seridó, São José do Campestre and Zona Transversal domains. The regional-residual separation of the data permitted to discriminate anomalies caused by shallow sources (mean top depth < 10 km) and deep (mean top depth 20 km). The correlation of the residual Bouguer anomaly data with mapped rocks generated important information for the geological mapping. The understanding of the tectonic framework involved the evaluation of the effects caused by deep sources.

### Introdução

O levantamento gravimétrico na Faixa de Dobramentos Seridó teve como objetivo a geração do mapa de anomalias Bouguer em escala de reconhecimento (1:100.000) para a identificação da variação da distribuição de massa das rochas ígneas e metassedimentares. Os resultados serviram para subsidiar os estudos do Projeto Províncias Metalogenéticas Brasileiras desenvolvido pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil. Neste resumo são apresentados os métodos de levantamento, o processamento dos dados e os resultados preliminares da interpretação e correlação geológica e tectônica dos dados de anomalia Bouguer.

### Localização e Contexto Geológico

A Faixa de Dobramentos Seridó está localizada na extremidade nordeste da Província Borborema (Figura 1). Ela forma um cinturão de rochas com direção NNE-SSW composto por supracrustais neoproterozoicas constituídas por micaxistos da Formação Seridó; quartzitos e metaconglomerados da Formação Equador; e paragneisses, mármore, formações ferríferas e metaultramáficas da Formação Jucurutu (Figura 2). Esse cinturão de rochas foi deformado e metamorfoseado no final do Neoproterozoico (Angelim, 2006), no ápice da Orogênese Panafricana-Brasileira que soldou o Supercontinente Gondwana Oeste (Trompette, 1994).

A Orogênese Panafricana-Brasileira compartimentou as rochas em torno da Faixa de Dobramentos Seridó em três grandes domínios que representam o seu embasamento (Figura 1). No leste, o Domínio São José do Campestre é formado por complexos paleoproterozoicos constituídos por ortogneisses e migmatitos e complexos arqueanos compostos por ortogneisses graníticos, anfibólitos, formações ferríferas, paragneisses e metaultramáficas (Angelim, 2006). No oeste, o Domínio Rio Piranhas-Seridó é formado por ortogneisses e migmatitos paleoproterozoicos (Angelim, 2006). No sul, o Domínio da Zona Transversal é composto por metassedimentos e ortogneisses formados no início do Neoproterozoico (Santos, 2002).

Na Faixa de Dobramentos Seridó e nos três domínios do embasamento ocorrem inúmeros corpos plutônicos intrudidos na Orogênese Panafricana-Brasileira. Afloram granitos porfíricos K-calcialcalinos, granitos equigranulares finos médios K-calcialcalinos, dioritos e gabros shoshoníticos, granitos e quartzo-sienitos alcalinos e granodioritos calcioalcalinos (Figura 1). No Mesozoico ocorreu o Vulcanismo Rio Ceará-Mirim, com petroquímica toleítica, que aflora na forma de diques com direção leste-oeste (Mizusaki et al., 2002). O Cenozoico foi marcado por um evento de vulcanismo básico alcalino (Vulcanismo Macau) que formou derrames, soleiras e necks (Mizusaki et al., 2002); bem como, pela sedimentação de arenitos e conglomerados.

### Levantamento dos Dados Gravimétricos

Foram levantadas 3.114 novas estações gravimétricas no período entre março/2013 e dezembro/2015. As estações foram distribuídas ao longo de estradas com espaçamento médio de 2,0 km (Figura 2). A estratégia do levantamento considerou a existência prévia de outros levantamentos gravimétricos disponíveis em um banco de dados elaborado por Oliveira (2008).

O levantamento gravimétrico foi efetuado com dois gravímetros CG-5 Autograv fabricados pela SCINTREX. O cálculo do valor de gravidade foi referenciado ao International Gravity Standardization Net - 1971 (IGSN-71) por meio da ocupação de bases com valores absolutos da gravidade previamente conhecidos e pertencentes à Rede Gravimétrica Fundamental do Brasil mantida pelo Observatório Nacional. O levantamento das altitudes foi realizado com pares de GPS geodésicos, modelo GTR-G2 fabricados pela TechGeo. Nessa atividade foi adotado o método estático, pela manutenção de um GPS fixo em uma base com altitude precisa e previamente conhecida em Referências de Nível do IBGE ou por Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) no site do IBGE.

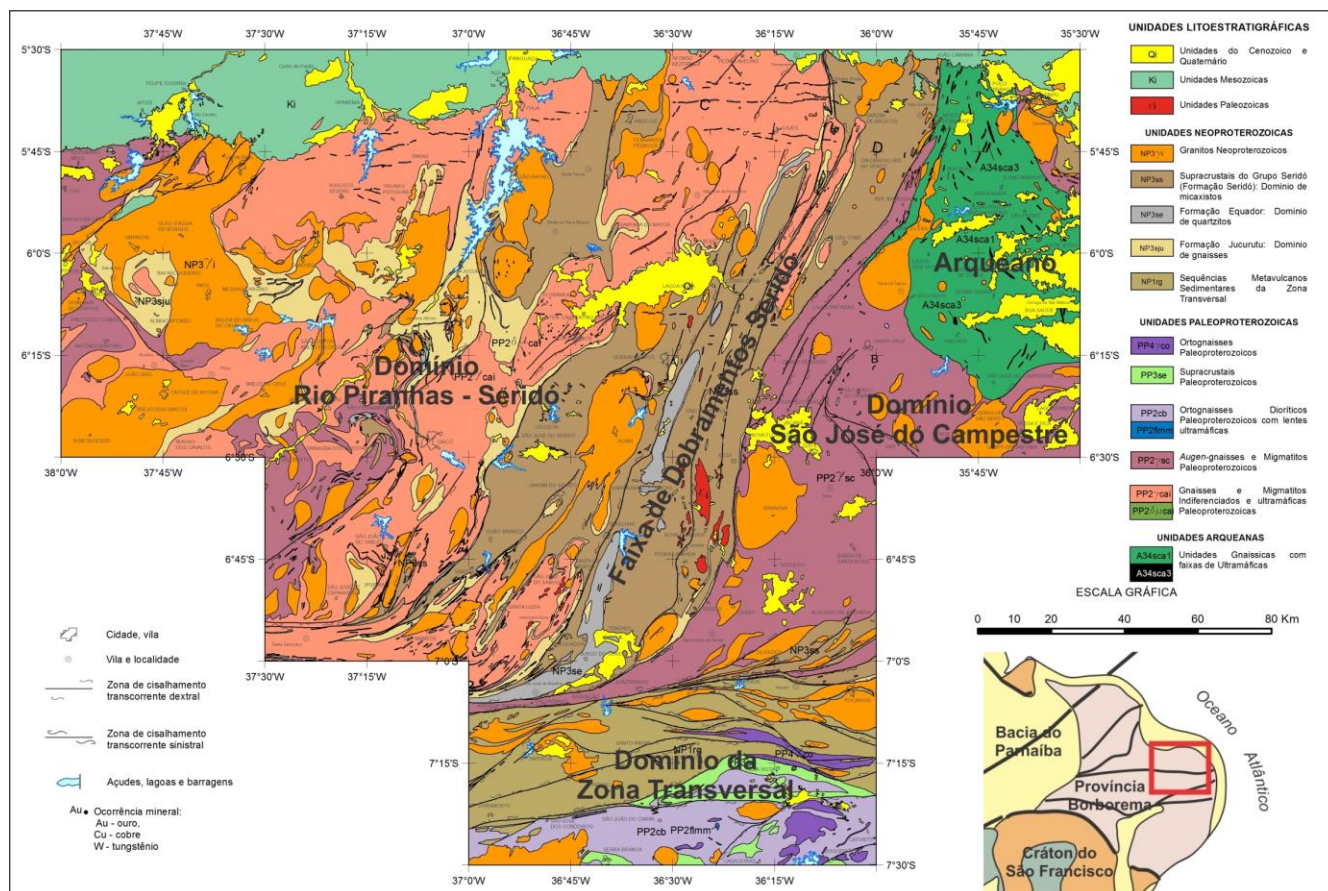


Figura 1 - Geologia simplificada da Faixa de Dobramentos Seridó e de seu embasamento com indicação dos principais domínios e subdomínios tectônicos. Fonte: Costa et al. (2016).

As medidas com o GPS itinerante foram efetuadas simultaneamente com o levantamento dos dados gravimétricos. Os dados altimétricos foram processados por meio do software GTR-Processor 2.80. As altitudes ortométricas foram calculadas pela incorporação da ondulação do geóide por meio do software MAPGEO2010 do IBGE.

### Processamento dos Dados Gravimétricos

Os dados gravimétricos foram processados por meio do software Oasis Montaj da Geosoft, módulo Gravity. Foram calculados a deriva instrumental, a gravidade normal (fórmula de 1967), o valor da gravidade, a correção da maré e as anomalias ar-livre e Bouguer referenciadas a superfície do geóide. No cálculo da anomalia Bouguer foi adotada a densidade média da topografia de 2,67 g/cm<sup>3</sup>. No cálculo final da anomalia Bouguer Completa foi incorporada a correção de terreno empregando a malha topográfica do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) da NASA. Os dados de anomalia Bouguer foram interpolados em uma malha de 0,5 km x 0,5 km pelo método de curvatura mínima (Figura 2).

### Separação Regional-Residual dos Dados Gravimétricos

Para estimar as profundidades médias estatísticas dos topos das fontes gravimétricas foi calculado o espectro de potência radial médio pelo método de Spector & Grant (1970). A análise do espectro de potência foi o passo inicial para definição dos parâmetros dos filtros a serem aplicados na malha original dos dados e está apresentado na Figura 3.

Para os dados gravimétricos observa-se que o número de onda correspondente ao limite entre fontes mais profundas (profundidades médias do topo em torno de 20 km) e as rasas (profundidades médias do topo menores que 10 km) é 0,02 ciclos/km (Figura 3). O operador gaussiano residual foi utilizado nos dados para passar frequências espaciais maiores que 0,02 ciclos/km, gerando o mapa representativo das fontes rasas e anomalias com comprimentos de onda menores que 50 km (Figura 4). O operador gaussiano regional foi aplicado nos dados para passar frequências espaciais menores que 0,02 ciclos/km, gerando uma malha de dados com anomalias causadas por fontes profundas e comprimento de onda maior que 50 km (Figura 5).

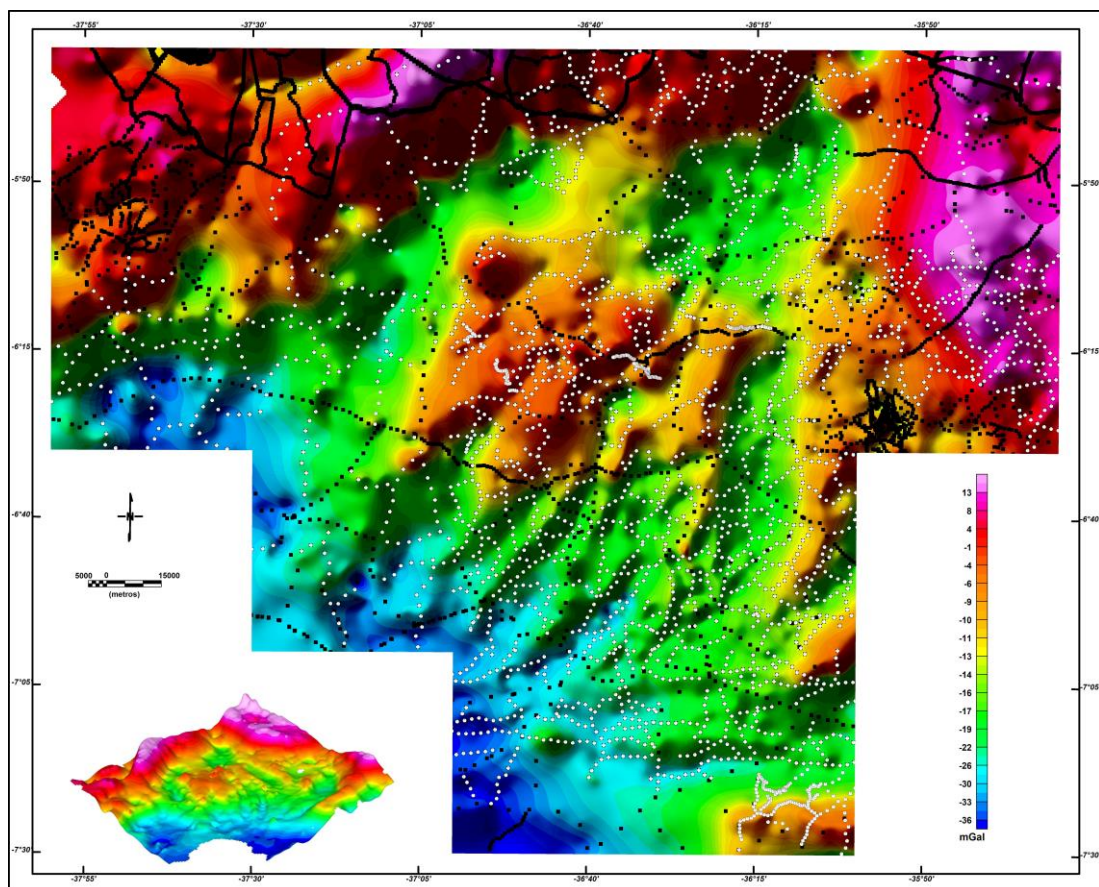


Figura 2 - Anomalia Bouguer em malha de 0,5 x 0,5 km (sombreado, Inc=35°, Dec=315°) com localização das estações gravimétricas: pontos na cor branca são estações levantadas entre 2013 e 2015; pontos na cor preta são estações já existentes na base de dados organizados por Oliveira (2008).

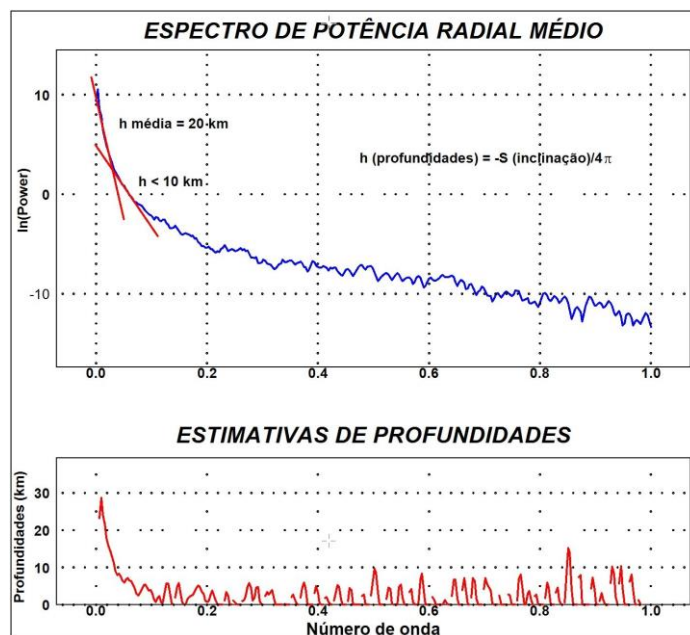


Figura 3 - Espectro de potência radial médio dos dados das anomalias gravimétricas Bouguer com a interpretação dos intervalos dos números de onda utilizados para a aplicação do filtro gaussiano regional-residual.

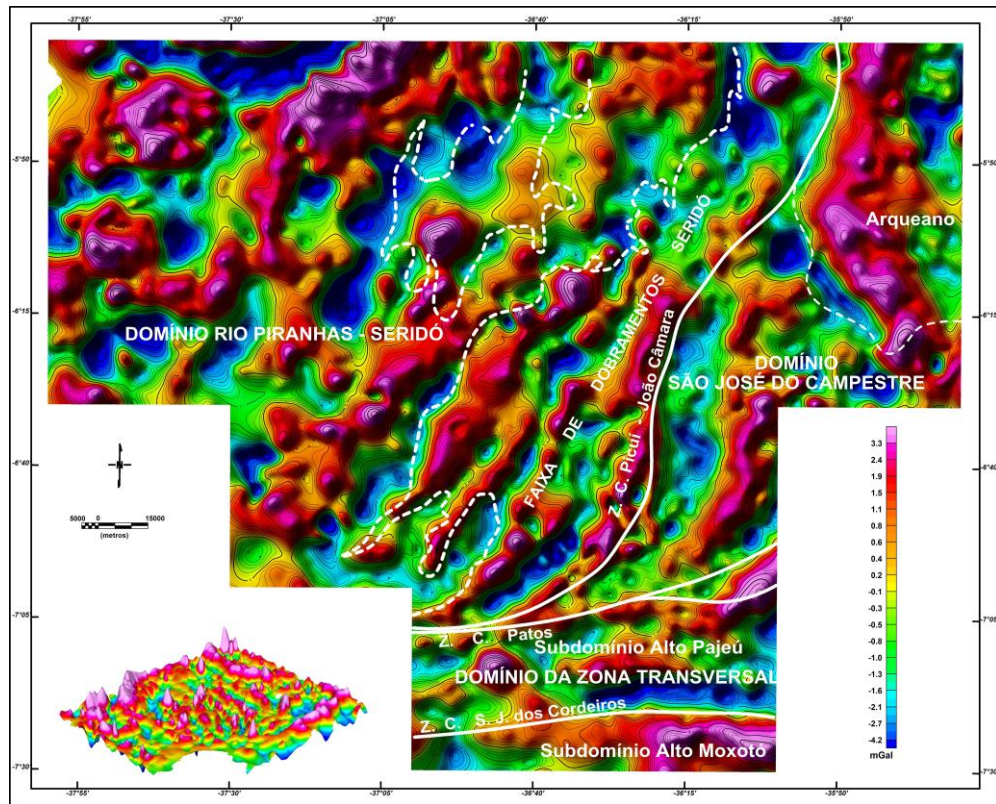


Figura 4 - Componente residual da anomalia Bouguer (sombreado, Inc=35°, Dec=315°) com sobreposição da compartimentação tectônica.

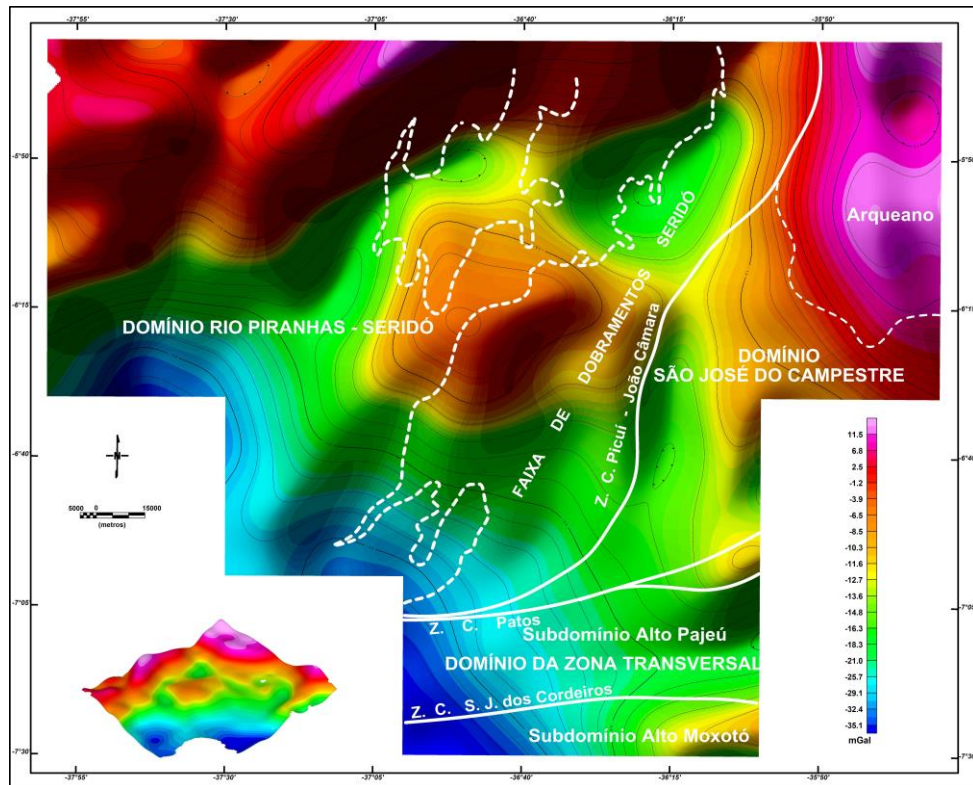


Figura 5 - Componente regional da anomalia Bouguer (sombreado, Inc=35°, Dec=315°) com sobreposição da compartimentação tectônica.

## **Expressão Gravimétrica das Unidades Litológicas e dos Domínios Tectônicos**

### **I) Domínio Rio Piranhas-Seridó**

Este domínio apresenta duas regiões de anomalias positivas intercaladas com regiões de anomalias negativas (Figura 2). A origem dessas assinaturas na crosta profunda está bem caracterizada na componente regional (Figura 5). As expectativas de profundidades acima 10 km (média de 20 km) para o sinal gravimétrico sugere que as causas podem ser ondulações na interface crosta superior/inferior. Para a anomalia regional positiva a norte é possível supor conexões com eventos tectônicos associados com a evolução Cretácea da Bacia Potiguar. Para a anomalia regional negativa a sul, o suave gradiente para sudoeste sugere um aumento de espessura da crosta nessa direção. O negativo no nordeste pode estar relacionado com intrusões de granitos neoproterozoicos, enquanto o positivo na região central não tem explicações geológicas evidentes.

O Grupo Seridó compõe as rochas superficialmente mais abundantes desta região e nas áreas de afloramento o principal destaque é para os alinhamentos com direção NNE-SSW que vergam para oeste na convergência com a zona de cisalhamento Patos no sul da área (figuras 2 e 4). Ocorre um emparelhamento de positivos e negativos dentro da faixa de metassedimentos, os positivos estão geralmente correlacionados com afloramentos da Formação Seridó e os negativos com granitos neoproterozoicos e afloramentos de quartzitos da Formação Equador. Neste último caso, a correlação do ponto de vista dos tipos litológicos e de suas densidades esperadas está justificada. Porém, as anomalias positivas associadas com os metassedimentos da Formação Seridó só podem ser explicadas se as rochas sotopostas à Formação Seridó possuem densidade menor do que os metassedimentos. Dados de densidade medidos em testemunhos do poço estratigráfico perfurado nas proximidades da Mina Brejuí indicam que o empilhamento de metassedimentos formado pelas formações Seridó e Jucurutu possui densidades que variam entre 2,7 e 2,8 g/cm<sup>3</sup>. Considerando o afloramento de rochas que ocorrem no sul da Faixa Seridó onde dominam granitos e migmatitos como representativos do embasamento, cujas densidades devem ser inferiores a 2,7 g/cm<sup>3</sup>, as anomalias positivas associadas com a Formação Seridó estariam justificadas. No entanto, existe outra possibilidade para explicar a correlação espacial entre os positivos Bouguer e a Formação Seridó. Neste caso, as rochas sotopostas seriam da Formação Jucurutu, contendo mármore e formações ferríferas e, sendo assim, o empilhamento dessas duas unidades produziria as anomalias Bouguer positivas. Ainda no contexto das rochas do Grupo Seridó destacam-se anomalias positivas onde ocorrem afloramentos reconhecidos de formações ferríferas da Formação Jucurutu.

As intrusões neoproterozoicas são as principais fontes das anomalias Bouguer negativas (Figura 4). Na maioria dos casos, os corpos estão correlacionados com anomalias negativas alongadas na direção NE-SW segundo a direção das principais zonas de cisalhamento

indicando que as intrusões foram controladas por essas zonas ou posteriormente deformadas por elas.

### **II) Domínio São José do Campestre**

Neste domínio existe um núcleo de rochas arqueanas que ocupam a parte nordeste da área do projeto. A associação deste núcleo com anomalias gravimétricas positivas é evidente em todos os mapas (figuras 2, 4 e 5). Outro aspecto marcante é a existência de uma faixa de anomalias negativas contornando o oeste do núcleo de anomalias positivas relacionadas com as rochas arqueanas. O limite entre estes subdomínios geológicos é definido por uma linha média entre o positivo e o negativo gravimétrico. Na região de anomalias positivas ocorrem as rochas arqueanas compostas por granulitos, formações ferríferas e rochas ultramáficas. Na região de anomalias negativas ocorrem predominantemente augen-gnaisses e migmatitos paleoproterozoicos. A assinatura gravimétrica negativa associada com as rochas paleoproterozoicas em relação ao núcleo arqueano se deve as suas composições graníticas.

O emparelhamento de anomalias positivas e negativas de comprimento de onda longo (figuras 2, 4 e 5), que marca o limite entre os domínios arqueano e paleoproterozoico, pode ser interpretado como a assinatura fóssil de uma sutura que define o limite entre os dois subdomínios geológicos. É importante observar que tanto no limite entre estes subdomínios, como no limite entre os domínios São José do Campestre e Rio Piranhas-Seridó (definido pela Z. C. Picuí-João Câmara) ocorrem afloramentos de granitos neoproterozoicos. Também pode ser observado que o trecho norte do limite entre os domínios São José do Campestre e Rio Piranhas-Seridó coincide com o limite de afloramento das rochas arqueanas.

### **III) Domínio da Zona Transversal**

Este domínio é composto por dois subdomínios: Alto Pajeú a norte e Alto Moxotó a sul (figura 4 e 5). Ambos possuem assinatura gravimétrica bem definida.

O Alto Pajeú, separado do Domínio São José do Campestre pela zona de cisalhamento Patos e do Subdomínio Alto Moxotó pela zona de cisalhamento São José dos Cordeiros, apresenta assinatura gravimétrica predominantemente negativa causada por metassedimentos e intrusões graníticas neoproterozoicas. Ocorrem anomalias positivas onde afloram rochas metamáficas.

O Alto Moxotó apresenta assinatura gravimétrica predominantemente positiva causada pelos gnaisses e migmatitos. A causa do excesso de massa deve ser atribuída ao grande volume de rochas metamáficas que ocorrem intercaladas nos gnaisses e migmatitos.

O emparelhamento de anomalias positivas e negativas de comprimento de onda longo que marca o limite desses dois subdomínios pode ser interpretada como a assinatura fóssil de uma sutura que define o limite de uma colagem entre eles. O limite médio entre o positivo e o negativo tem correlação com a zona de cisalhamento São José dos Cordeiros.

## Conclusões

Os dados gravimétricos foram úteis na definição de anomalias de massa positivas e negativas e na consequente aplicação para descrever os grandes domínios e estruturas tectônicas da Faixa de Dobramentos Seridó.

No Domínio Rio Piranhas-Seridó anomalias negativas estão ora relacionadas com intrusões graníticas ora com o espessamento da crosta para sul. Anomalias positivas a norte podem ser ligadas a eventos tectônicos ocorridos no Cretáceo, já as da porção central não possuem explicação geológica clara.

No São José do Campestre ocorrem anomalias positivas associadas com rochas arqueanas e anomalias negativas com rochas de composição granítica.

No Domínio da Zona Transversal, o subdomínio Alto Pajeú é caracterizado, em sua maior parte, por assinaturas gravimétricas negativas, sendo as anomalias positivas atribuídas a rochas metamáficas. No subdomínio Alto Moxotó, a presença de rochas metamáficas intercaladas nos gnaisses e migmatitos o atribuem característica gravimétrica positiva.

Nos dois últimos domínios, anomalias de grande comprimento de onda marcam os limites entre os subdomínios geológicos e podem ser interpretadas como assinaturas de suturas tectônicas.

## Agradecimentos

A CPRM-Serviço Geológico do Brasil pelo apoio para realização desta pesquisa.

## Referências

Angelim, L.A.A. 2006. Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte, mapas, 1:500.000. CPRM/FAPERN, Recife, 119 p.

Costa, A.P.; Cunha, A. L.C.; Cavalcante, R.; Medeiros, V. C.; Spisila, A.L.; Dantas, A.R. 2016. Áreas de Relevante Interesse Mineral (ARIM): Projeto Metalogenia das Províncias Minerais do Brasil: Área Seridó. CPRM-Serviço Geológico do Brasil, 1 mapa, Escala 1:350.000.

Mizusaki, A.M.P., Thomaz-Filho, A., Milani, P., Césero, P. 2002. Mesozoic and Cenozoic igneous activity and its tectonic control in Northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*. 15:183-198.

Oliveira, R. G. 2008. Arcabouço Geofísico, Isostasia e Causas do Magmatismo Cenozoico da Província Borborema e de Sua Margem Continental (Nordeste do Brasil). Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica do CCET-UFRN, Tese de Doutorado, 415 p.

Santos, E.J. 2002. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba, mapas, 1:500.000. CPRM, Recife, 142 p.

Spector, A. & Grant, F.S. 1970. Statistical models for interpreting aeromagnetic data. *Geophysics*. 35(2):293-302.

Trompette, R. 1994. Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma): Pan-African-Brasiliano Aggregation of

South América and Africa. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, 350p.