

UTILIZAÇÃO DE DADOS AEROMAGNETOMÉTRICOS NA CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA ESTRUTURAL DAS BACIAS TUCANO NORTE E JATOBÁ, NE BRASIL

Nicolas Rodrigues Hispagnol, PPGG/ON, Dr. Juarez Lourenço, ON/ MCTI, Dr. Andrés Reinaldo Rodriguez Papa, ON/ MCTI, Dra. Renata Regina Constantino Barrella (LDEO)

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do IX SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Resumo

As deformações distensivas causadas pelo processo de ruptura do supercontinente *Gondwana* no Período Cretáceo resultou nas origens das bacias intra-continenciais. As formações das Bacias alvos deste estudo (Bacias de Tucano Norte e Jatobá), estão diretamente ligadas a evolução geológica na região nordeste do Brasil e também com à origem do Oceano Atlântico. Ambas as bacias estão situadas na porção central do rifte abortado, dentro do Cráton do São Francisco (CSF) e da Província Borborema. O presente trabalho tem como objetivo realizar a interpretação estrutural, traçar os lineamentos e delimitar domínios magnéticos, utilizando dados aeromagnetométricos obtidos por projetos do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), na região da Bacia Tucano Norte e de Jatobá. Os resultados deste estudo a partir do processamento, aplicação de filtragens e análise das anomalias magnéticas na região permitiram identificar os domínios e lineamentos magnéticos e estruturas associadas à evolução tectônica da região.

1. Introdução

Durante o processo de ruptura do supercontinente *Gondwana* no período Cretáceo, ocorreu na porção oeste deste uma degradação de blocos causados por esforços distensivos durante a era Mesozoica. Este processo resultou na abertura do oceano Atlântico Sul, e consequentemente na formação de crosta oceânica, assim como, das suas bacias marginais (Asmus, 1984).

Segundo ALMEIDA, 1967, as forças distensivas no processo de separação dos continentes Sul-Americano e Africano formaram bacias intra-continenciais, apresentando baixo magmatismo e alguns riftes abortados, como, por exemplo, o encontrado entre os estados da Bahia (BA) e de Pernambuco (PE).

Neste contexto, os alvos de estudo do presente trabalho são as Bacias de Tucano e de Jatobá, estando situadas na porção Central e Norte de um rifte abortado, dentro do Cráton São Francisco (CSF) e da Província Borborema (ALMEIDA et al., 1977) (Figura 1).

A Bacia de Tucano (B-T) tem como limite sul a Bacia do Recôncavo (BA), e se estende para noroeste apresentando pequenas extensões de suas bordas no estado de Sergipe (SE). A B-T está dividida em três sub-

bacias (Norte, Central e Sul), respectivamente com as siglas B-TN, B-TC e B-TS, ocupando uma área ao todo de aproximadamente 30 km², que é limitado ao sul por granulitos do Pré-cambriano do cinturão Atlântico e ao norte pelo Arco de Vaza-Barris (BIZZI et al., 2003).

Essa bacia representa a porção intermediária do rifte abortado, denominado de Rifte Recôncavo-Tucano-Jatobá (RTJ) formado durante o processo extensional responsável pela formação do Atlântico Sul (MAGNAVITA et al., 2003).

Já a Bacia de Jatobá (B-J) está instalada ao extremo norte do sistema RTJ (SANTOS et al., 1990) ocupando uma área de aproximadamente 5 km². Praticamente constitui todo o Sul do estado de Pernambuco (PE) com pequenas bordas no estado de Alagoas (AL). A Bacia de Jatobá é limitada geologicamente ao sul pelo Arco de Vaza-Barris e ao norte pela falha Ibimirim Barris (BIZZI et al., *op. cit.*).

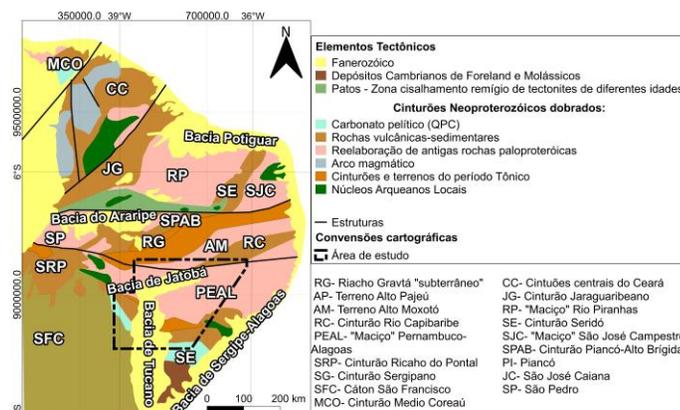


Figura 1 – Mapa esquemático dos principais elementos tectônicos em maiores detalhes da província de Borborema. Modificado de Brito Neves et al., (2016).

A área de estudo está situada na região nordeste do Brasil do qual engloba os estados de Paraíba, Alagoas, Bahia, Pernambuco e Sergipe (Figura 2) estando compreendida ao norte do sistema RTJ.

CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA ESTRUTURAL DAS BACIAS TUCANO NORTE E JATOBÁ

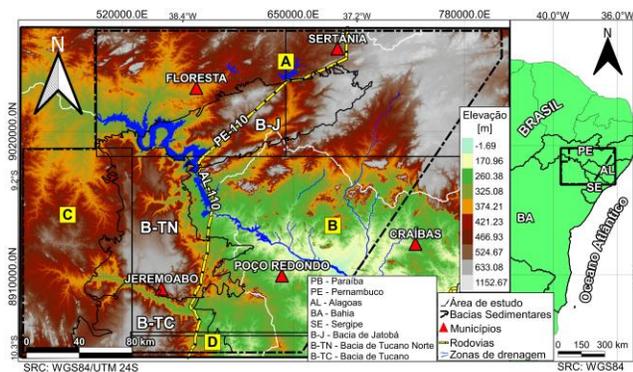


Figura 2 – Mapa Topo-altimétrico (BRASIL, 2008) com localização da área de estudo. As letras representam: A - Projeto aerogeofísico Paraíba – Rio Grande do Norte - Pernambuco – Paraíba (CPRM, 2010); B - Projeto Aerogeofísico Paulo Afonso – Teotônio Vilela (CPRM, 2011); C - Projeto Aerogeofísico Oeste de Tucano (CPRM, 2011); D - Projeto Aerogeofísico estado de Sergipe (CPRM, 2011).

Apesar dos mapeamentos realizados nas últimas décadas, impulsionados pelas indústrias petrolíferas para caracterizar as Bacias de Tucano e Jatobá, ainda existe uma lacuna no conhecimento quanto à subsuperfície. O objetivo deste trabalho é a delimitação de feições lineares, utilizando quatro projetos aerogeofísicos.

2. Geologia Regional

O sistema RTJ atualmente é interpretado conforme proposto por Magnavita et al. (1994, 2003). A RTJ teria evoluído durante o Cretáceo inferior, principalmente no Neocomiano, como um rifte intracratônico concomitante ao estágio rifte da evolução do Atlântico Sul. A evolução do rifteamento pode ser subdividida em: fase pré, sin e pós-rifte.

A evolução geológica da B-T está atrelada ao processo de rifteamento causado pelo supercontinente *Gondwana*. Em termos de geologia estrutural a B-J é marcada pela Zona de cisalhamento de Pernambuco e a Falha de Ibimirim (MAGNAVITA *et al.*, 1994). O arcabouço estrutural é principalmente marcado pelos esforços translativos de uma tectônica transcorrente ligados à sua geração e formação.

A formação da B-J está diretamente ligada à evolução geológica da região nordeste do Brasil. A sua litologia é marcada pela presença de unidades metamórficas dos complexos Cabrobó, Belém do São Francisco (≈ 1600 a 1000 Ma) (SANTOS, 1995) e numerosos plútons neoproterozoicos (≈ 1 Ga a 542 Ma) na região leste de seus limites (NASCIMENTO, 2003).

A Província Borborema foi desenvolvida durante o ciclo brasileiro, inicialmente interpretada como um conjunto de maciços e sistemas de dobramentos estruturais gerados durante a orogênesis brasileira (ALMEIDA *et al.*, 1977).

A figura 3 apresenta os domínios geológicos definidos pela CPRM (CARVALHO e RAMOS, 2010; TORRES e PFALTZGRAFF, 2014; VILLANUEVA e MARTINS, 2016; CARVALHO e MARTINS, 2017).

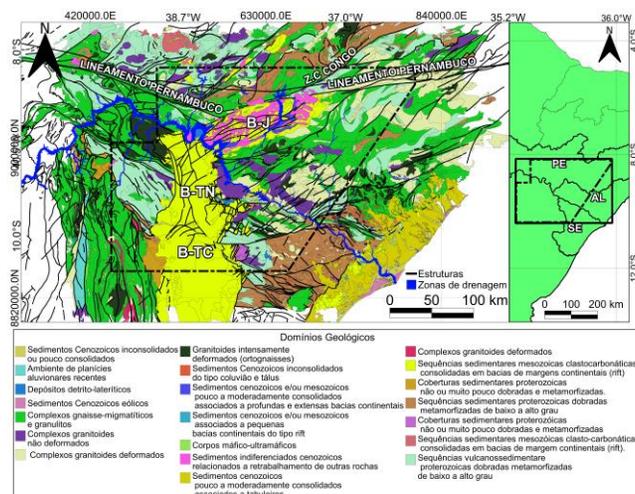


Figura 3 – Mapa de geologia regional da área de estudo. Modificado de CARVALHO e RAMOS, 2010; TORRES e PFALTZGRAFF, 2014; VILLANUEVA e MARTINS, 2016; CARVALHO e MARTINS, 2017.

3. Metodologia

Para as informações geológicas foram utilizados dados de geodiversidades estaduais fornecidos gratuitamente pela CPRM (CARVALHO e RAMOS, 2010; TORRES e PFALTZGRAFF, 2014; VILLANUEVA e MARTINS, 2016; CARVALHO e MARTINS, 2017) que foram posteriormente mesclados e recortados para a área de estudo. O modelo digital de terreno (MDT) utilizado possui uma resolução de 30 metros.

Os dados aeromagnéticos utilizados neste estudo são de domínio público e disponibilizados pela CPRM. Foram utilizados um total de quatro projetos aerogeofísicos (Figura 1). Todos os projetos utilizados apresentam espaçamento entre as linhas de voo de 500 m com direções norte-Sul e a altura nominal de voo de 100 m.

O processamento, filtragens e realce dos dados aeromagnéticos foram realizados na plataforma *Oasis Montaj Educacional / Seequent*.

Para a geração do *grid* (modelo interpolado) foi adotado 1/4 do espaçamento dos projetos, resultando em células de 125×125 m. O método utilizado foi o de gridagem bidirecional (BHATTACHARYYA, 1969; AKIMA, 1970). A integração dos dados geofísicos consistiu na aplicação do método da Sutura (GEOSOFT, 2014) dos blocos de dados que foram adquiridos em datas distintas, aeronaves e instrumentos diferentes.

O filtro de redução ao polo (RTP) (BARANOV, 1964; GRANT e DOODS, 1972), foi aplicado para reduzir feições complexas (dipolares) do TMI. Este filtro transforma as respostas de corpos medidos a uma determinada latitude para uma anomalia que seria gerada no polo magnético (onde a Inclinação do campo é vertical).

Como suporte para análise e interpretação de estruturas lineares e descontinuidades foram aplicados os filtros de realce:

O filtro da primeira derivada vertical (DV) é aplicado através do domínio da frequência no qual as derivadas das anomalias são calculadas em relação à direção vertical.

Estimando a taxa de variação da anomalia magnética à medida que se aproxima ou se afasta da fonte causadora (BLAKELY, 1995).

Segundo (NABIGHIAN, 1972) a aplicação do filtro da amplitude do sinal analítico (ASA) em dados magnéticos pode auxiliar na delimitação de limites geológicos. O filtro da ASA é calculado a partir da derivada de três gradientes direcionais do campo magnético (DENTITH e MUDGE, 2014).

Os métodos potenciais possuem variações da faixa de comprimento de onda. Permitindo a detecção de fontes profundas (comprimentos longos) e rasas (comprimentos menores). Consequentemente a separação regional/residual dos dados permitem separar parcialmente as respostas superficiais, intermediárias e profundas (DENTITH e MUDGE, 2014).

A inclinação do sinal analítico (TDR) (NABIGHIAN, 1972; MILLER e SINGH, 1994), baseia-se na razão entre a DV e a 1° derivada horizontal total. Os seus valores variam de $-\pi/2$ a $+\pi/2$.

A técnica do *ThetaMap* (WIJNS et al., 1972), é definida como a derivada do Sinal Analítico. Considerada uma ferramenta simples para delinear contatos.

As técnicas de realce apresentadas foram aplicadas nos dados Reduzidos ao Polo (RTP), continuados para cima (BLAKELY, 1995) em 250 m, para atenuar os ruídos.

4. Resultados e discussões

Os dados de TMI (Figura 4) apresentam valores variando de -450,78 a 465,86 nT, com feições anômalas complexas (dipolos), que tornam difíceis de identificar e delimitar as geometrias dos corpos geradores. As principais feições anômalas complexas estão destacadas pelos polígonos brancos na figura 4.

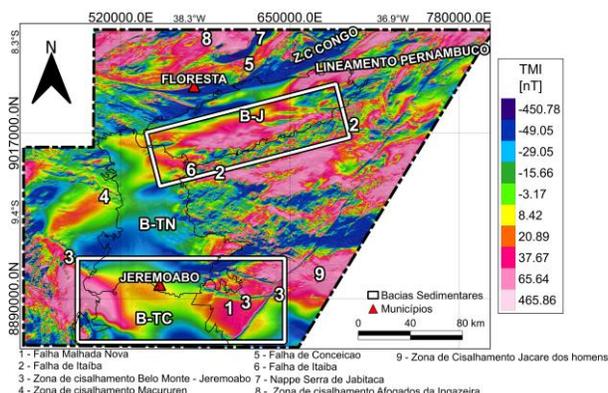


Figura 4 - Mapa do campo magnético anômalo (TMI). Os polígonos brancos indicam as anomalias interpretadas como complexas.

Os valores após a aplicação do filtro RTP no TMI apresentaram variações de -191,21 a 461,11 nT (Figura 5). Os polígonos apresentados no mapa indicam algumas feições anômalas complexas eliminadas/suavizadas pelo filtro RTP. Dentro dos limites das bacias as anomalias magnéticas são caracterizadas por serem suaves e de longo comprimento de onda.

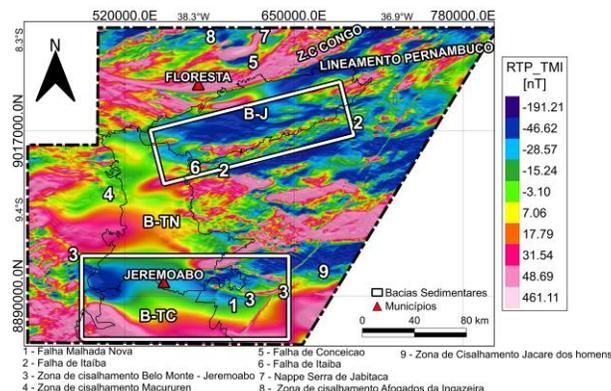


Figura 5 - Mapa do campo magnético anômalo (TMI) reduzido ao polo (RTP). Os polígonos brancos indicam as anomalias interpretadas como complexas suavizadas após a aplicação do filtro RTP.

A separação regional foi realizada utilizando um Espectro de Potência Radial. Para os valores regionais, o corte foi realizado a partir do comprimento de onda igual a 21300 m com um filtro *Butterworth*, com base no espectro de potencial radial (Figura 6). Os valores máximos de profundidade das fontes magnéticas variam de ≈ 11 a 19 km.

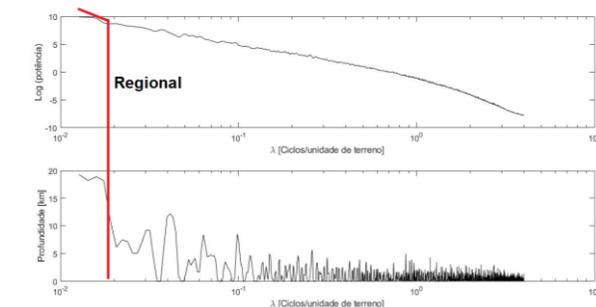


Figura 6 – Espectro de potência radial gerado a partir dos dados do TMI reduzido ao polo, a linha vermelha indica o limite do domínio regional dos dados magnéticos.

Os valores da separação regional do mapa de TMI reduzido ao polo apresentam valores que variam de -66,61 a 79,39 nT (Figura 7). Foram observados que os lineamentos magnéticos gerados por fontes profunda possuem direções preferenciais variando de Sudoeste-Nordeste a Leste-Oeste. Dentro do limite da bacia de Jatobá é observado um grande lineamento de alto valor com sentido nordeste com baixa angulação e outro sentido nordeste em alta angulação, possivelmente associada a zona de cisalhamento Congo.

Foi observado que a maioria dos lineamentos regionais cruzam paralelamente as estruturas de mapeamentos geológicos, como no caso da zona de cisalhamento Macurure. Na borda das B-TC e B-TN é visível um grande lineamento de forte intensidade que cruza o município de Jeremoabo, referente a continuidade da Zona de cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo. Foi observado também uma anomalia magnética semi-circular na borda

CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA ESTRUTURAL DAS BACIAS TUCANO NORTE E JATOBÁ

oeste da B-TC, podendo estar associada a um corpo intrusivo.

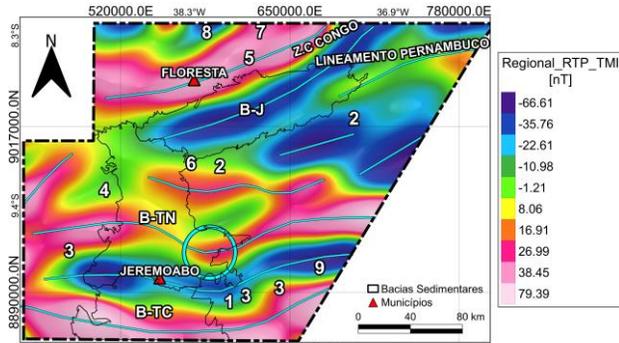


Figura 7 - Mapa da separação regional do campo magnético anômalo (TMI). Com destaque aos lineamentos magnéticos (linha azul clara) e a anomalia magnética semi-circular (polígono circular azul claro).

O filtro da primeira derivada vertical (DV) aplicado no RTP do TMI apresentou valores que variam de -0,506 a 0,548 nT/m (Figura 8). Observa-se uma clara diferença da figura 7 em termos de quantidades de lineamentos magnéticos, por conta da capacidade da DV em realçar fontes anômalas rasas. Nota-se que quase não aparecem lineamentos magnéticos dentro dos limites das bacias.

A partir do diagrama de roseta (Figura 9), foi observado que os lineamentos magnéticos gerados por fontes rasas possuem direção preferencial nordeste, mas com poucos lineamentos na direção noroeste.

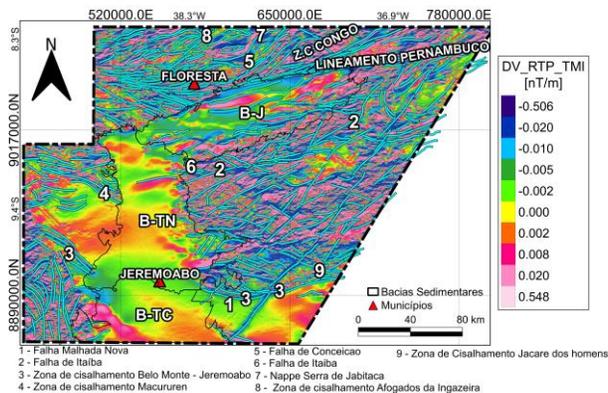


Figura 8 - Mapa da primeira Derivada Vertical (DV). Com destaque aos lineamentos magnéticos deste trabalho (linha azul).

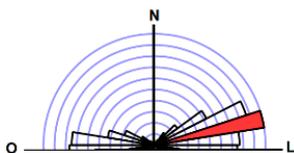


Figura 9 – Diagrama de Roseta apresentando a direção preferencial (linha vermelha) dos lineamentos magnéticos delimitados pela DV.

Os valores da amplitude do sinal analítico (ASA) aplicada ao campo magnético anômalo (TMI) reduzido ao polo (RTP) variam de 0,00005 a 0,56 nT/m (Figura 10).

Para o ASA, nota-se que os menores valores estão relacionados à região das bacias (Bacias de Tucano Norte e Jatobá), indicando que as fontes destas anomalias são profundas quando comparados com as bordas.

A partir de análises do mapa de ASA aplicado ao filtro RTP, foi possível delimitar 40 (quarenta) domínios magnéticos (Figura 10). A demarcação destes domínios se deu de acordo com os padrões de lineamentos magnéticos (forma e orientação). Foram selecionados 7 (sete) domínios que estão relacionados com as bacias alvos de estudo, e estes estão indicados pelas letras A, B, C, D, E e F.

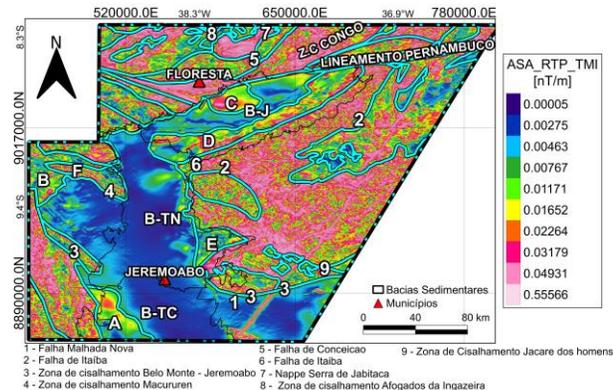


Figura 10 - Mapa da amplitude do sinal analítico (ASA). Com destaque aos domínios magnéticos deste trabalho (polígono azul claro).

Os domínios (A, B, C, D, E e F) foram interpretados de acordo com a geologia da figura 3:

O domínio A apresenta valores da ASA variando de 0.0003 a 0.03 nT/m. Este conjunto de anomalias está localizado na borda Sudoeste da B-TC e é caracterizado pela sua geometria circular orientada a sudeste. A região apresenta maciços de alta porosidade de Arenito, Carvão, Siltito, Subarcóseo e Folhelho. Os altos valores magnéticos podem ser respostas dos arenitos consolidados em bacias de margem continentais (*rift*).

O domínio B apresenta valores de ASA variando de 0.0004 a 0.13 nT/m. Localizado na região Noroeste da B-TN, após o domínio de rochas carbonatas pelíticas (Brito Neves et al., 2016). Sua geometria é dada por lineamentos magnéticos de direção Sudeste e corpos anômalos circulares. Se trata de uma zona intensamente fraturada e dobrada e com a presença de *Metacherts*, rochas metavulcânicas, formações ferríferas e/ou formações manganíferas, metacalcários, metassedimentos arenosos e silticos argilosos. Estes óxidos podem ser os responsáveis pelas anomalias circulares de altos valores magnéticos.

O domínio C apresenta valores da ASA variando de 0.004 a 0.06 nT/m. E está relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas, coberturas arenoconglomeráticas e/ou siltico-argilas associadas a superfícies de aplainamento. A região apresenta uma

grande anomalia de altos valores magnéticos orientado a Leste-Oeste. Esta anomalia pode ser reflexo de grãos de magnetita presente no conteúdo de argila desta região.

O domínio D apresenta valores da ASA variando de 0.0003 a 0.14 nT/m, e está localizada na borda nordeste da B-J. As anomalias magnéticas possuem geometrias estiradas na direção nordeste e apresenta uma inclinação de quase 10° em seu extremo ao Leste. Sua litologia varia na mesma direção da inclinação, variando de Areia, Argila, Cascalho, Laterita (zona rúptil) a Anfibólito, Migmatito, Metadiorito, Ortognaisse Granodiorítico, Ortognaisse Tonalítico (zona rúptil/dúctil). Na zona rúptil a Laterita pode apresentar magnetita como mineral acessório, podendo ser uma das causadoras das anomalias.

O domínio E está localizado na borda leste da B-TN. Apresenta valores da ASA variando de 0.0002 a 0.11 nT/m. Representa o domínio de sedimentos quartzo-arenosos e conglomeráticos com intercalações de sedimentos siltico-argilosos e ou calcíferos. Apresentando diversas rochas detríticas que refletem nas anomalias caóticas magnéticas da região.

Finalmente, o domínio F localizado na borda Oeste no limite B-TC e B-TN Apresenta Metacherts, metavulcânicas, formações ferríferas e/ou formações maganêsíferas, metacalcários, metasedimentos arenosos e silticos argilosos. Seus altos valores e sua geometria alongada de direção nordeste indicando uma possível formação ferrífera que foi abortada durante a formação das bacias.

A inclinação do sinal analítico (TDR) (Figura 11) é eficaz para delimitar feições rasas e profundas, mas por conta de ser aplicado junto ao filtro RTP, não pode ser utilizado para delimitar bordas. Seus valores variam de -1,57 a 1,57 radianos. A partir das análises foram separadas 4 anomalias principais (I, II, III e IV), que estão associadas à bacia.

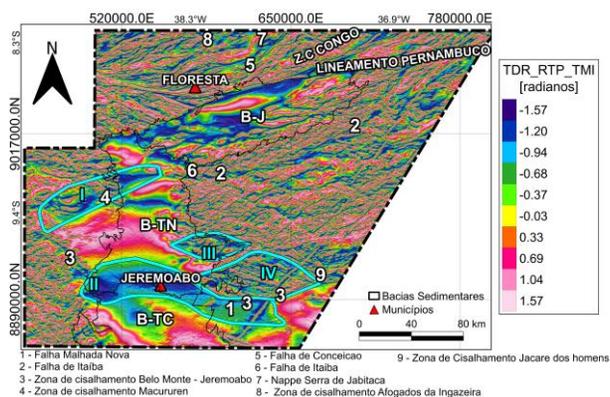


Figura 11 - Mapa da inclinação do sinal analítico (TDR). Com destaque as principais anomalias magnéticas deste trabalho (polígono azul claro).

A anomalia indicada como I, apresenta uma geometria esticada na direção Sudoeste-Nordeste, indicando uma possível reativação da província de Borborema pós formação das Bacias. Já a anomalia II indica o mesmo lineamento observado na separação regional, associada ao cisalhamento Belo Monte-Jeremoabo. A zona de anomalias III está localizada na porção leste da B-TN e é

representada pela letra E (sedimentos retrabalhados de outras rochas) nos domínios magnéticos. E sua geometria é sigmoidal, indicando uma possível zona de cisalhamento, e as anomalias internas são orientadas a nordeste, se diferindo do padrão ao seu redor. A zona de anomalias IV apresenta anomalias internas com direção noroeste, apresentam geometria sigmoidal indicando uma possível zona de cisalhamento.

A técnica de *ThetaMap* apresentou valores variando de 0 a 1,57 radianos (Figura 12). Foram definidas 4 anomalias principais: *I, *II, *III e *IV. A anomalia *I está localizada na porção leste da B-TN, apresentando um padrão de anomalias Leste-Oeste até uma brusca mudança nos padrões das anomalias para direção nordeste. Neste caso o *ThetaMap* indicou que está zona segue em quase toda a borda leste da bacia B-TN representando possíveis rochas detríticas. A anomalia *II apresenta uma geometria de dobra na porção oeste. A anomalia *III apresenta geometria mais afinada em relação ao TDR. A anomalia *IV está localizada na região central da B-TN e apresenta a geometria de um corpo anômalo dobrado. E a anomalia *V não é visível na TDR, sendo apresentada como um possível lineamento magnético dobrado que corta a B-TC.

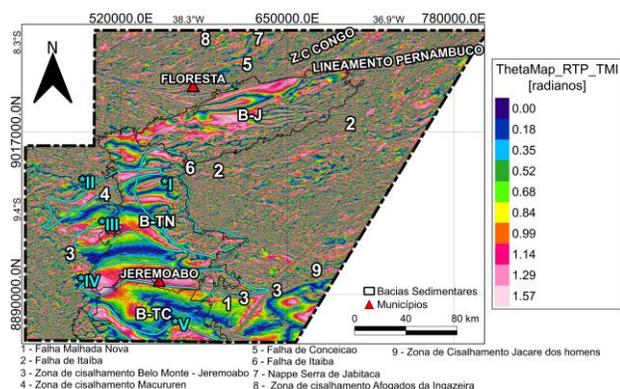


Figura 12 - Mapa da técnica de *ThetaMap*. Com destaque as principais anomalias magnéticas deste trabalho (polígono azul claro).

5. Conclusão

A análise e interpretação dos mapas magnéticos possibilitaram definir domínios magnéticos ligados a evolução tectônica da região. Os mapas temáticos possibilitaram a identificação de feições lineares em subsuperfície (profundas e rasas), não identificadas anteriormente. A aplicação do Diagrama de Roseta possibilitou a identificação das direções preferenciais dos lineamentos magnéticos rasos.

O uso das técnicas de filtros de realce e delimitação qualitativa dos lineamentos magnéticos, contribuíram na caracterização estrutural da região, pois apresenta diversas zonas de cisalhamentos possivelmente relacionadas a formação das B-T e B-J, oriundas das deformações distensivas durante a ruptura do supercontinente *Gondwana*. Estas novas informações possibilitarão a revisão dos mapeamentos geológicos existentes e servirão como ponto de partida para futuros mapeamentos geológicos.

CARACTERIZAÇÃO GEOFÍSICA ESTRUTURAL DAS BACIAS TUCANO NORTE E JATOBÁ

A nossa proposta para estudos futuros seria a integração de dados gravimétricos terrestres. Assim, teria uma base mais fundamentada para elaborar uma nova teoria acerca da evolução geológica da RTJ, por meio de modelagens qualitativas e quantitativas.

6. Agradecimentos

Agradecemos ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) pelos dados aeromagnetométricos fornecidos e ao Programa de Pós Graduação em Geofísica do Observatório Nacional por fornecer apoio financeiro para participar deste evento.

7. Referências

- ALMEIDA, F.F.M. 1967. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. DNPM, Rio de Janeiro, Bol. 241, 36p.
- ALMEIDA, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. Rev. Bras. Geoc., 7:349-364.
- MAGNAVITA, L.P., DESTRO N., CARVALHO M.S.S., Milhomem P.S e SOUZA-LIMA W. 2003. Bacia de Tucano. Série Bacias Sedimentares: Fundação Paleontológica Phoenix, vol. 52.
- BIZZI, L.A., SCHOBENHAUS C., VIDOTTI R.M e GONÇALVES J.H. 2003. Bacias Sedimentares da Margem Continental Brasileira. CPRM, Brasília.
- SANTOS, C.F., Cupertino J.A. & Braga J.A.E. 1990. Síntese sobre geologia das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. In: Gabaglia G.P.R & Milani E.J. Origem e evolução de bacias sedimentares. Petrobras, Rio de Janeiro, 235-266.
- NASCIMENTO, M.A.L. 2003. Geologia, geocronologia, geoquímica e petrogênese das rochas ígneas cretáceas da província magmática do Cabo e suas relações com as unidades sedimentares da Bacia de Pernambuco (NE do Brasil). Tese de Doutorado em Geodinâmica e Geofísica - Centro de Ciências Exatas e da Terra, UFRN, 232 p.
- MAGNAVITA, L., DAVISON I. e KUSZNIR N. 1994. Rifting, erosion and uplift history of the Reconcavo-Tucano-Jatoba Rift, northeast Brazil. Tectonics, 13:367-388.
- CARVALHO, L.M e RAMOS M.A.B. 2010. Geodiversidade do estado da Bahia. CPRM. Salvador.
- TORRES, F.S.M e PFALTZGRAFF P.A.S. 2014. Geodiversidade do estado de Pernambuco. CPRM. Recife.
- VILLANUEVA, T.C.B e MARINS V.S. 2016. Geodiversidade do estado de Alagoas. CPRM. Salvador.
- CARVALHO, L.M e MARTINS V.S. 2017. Geodiversidade do estado de Sergipe. CPRM. Salvador.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto aerogeofísico Paraíba – Rio Grande do Norte - Pernambuco – Paraíba: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectométricos. Lasa Engenharia e Prospecções S/A; Prospectors Aerolevantamentos e Sistemas Ltda, 2010. 1 v.
- 1CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Aerogeofísico estado de Sergipe: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectométricos. LASA engenharia e prospecção S/A, 2011. 1 v.
- 2CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Aerogeofísico Oeste de Tucano: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectométricos. LASA engenharia e prospecção S/A, 2011. 1 v.
- 3CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto Aerogeofísico Paulo Afonso – Teotônio Vilela: relatório final do levantamento e processamento dos dados magnetométricos e gamaespectométricos. Microsurvey Aerogeofísica e Consultoria Científica Ltda, 2011. 1 v.
- GEOSOFT. 2014.: Geosoft Oasis Montaj, Ver. 8.3.3 Software for Earth science, Geo-soft Inc., Toronto, Canada.
- BHATTACHARYYA, B. K. 1969. Bicubic spline interpolation as a method for treatment of potential field data. Geophysics, 34 (3). 402-423 doi:10.1190/1.1440019
- AKIMA, H. 1970. A new method of interpolation and smooth curve fitting based on local procedures, J. ACM 17(4), 589-602
- BLACKELY, R.J. 1995. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications: Cambridge University Press, London. 441p.
- NABIGHIAN, M.N. 1972. The Analytic Signal of Two-Dimensional Magnetic Bodies with Polygonal Cross-Section: Its Properties and use for Automated Anomaly Interpretation. Geophysics, 37, 507-517.
- DENITH, M. e MUDGE, S.T. 2014. Geophysics for the Mineral Exploration. 438.
- MILLER, H.G. e SINGH, V. 1994. Potential Field Tilt a New Concept for Location of Potential Field Sources. Journal of Applied Geophysics, 32, 213-217.
- WIJNS, C., PEREZ, C. e KOWALCZYK, P. 2005. Theta map: Edge detection in magnetic data. Geophysics, 70(4): L39-L4.