

PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS AEROGEOFÍSICOS DA PORÇÃO CENTRO-OESTE DO DOMÍNIO CEARÁ CENTRAL, NW PROVÍNCIA BORBOREMA

Marcus Leandro de Andrade Teixeira, Luciano Costa Gonçalves, Elton Luiz Dantas, Roberto Alexandre Vitória de Moraes, Augusto César Bittencourt Pires – Universidade de Brasília

Copyright 2005, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation at the 9th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Salvador, Brazil, 11-14 September 2005.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 9th 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

This paper reports the processing and interpretation of the airborne geophysical data (**MAGNETIC** and **GAMASPECTROMETRY**) from the Itaitira Project (1977). The aerogeophysical themes can be used on the characterization of the tectonic framework of the Ceará central region. The data processing was able to distinguish the inner differentiation of the Santa Quitéria migmatitic complex and the distinct nappe systems in the Ceará supracrustal sequence. Granites bodies and faults are well recognized in the airborne products.

INTRODUÇÃO

Na década de 1970 diversos levantamentos aerogeofísicos regionais foram realizados no Brasil com o intuito de contribuir para o conhecimento geológico e impulsionar as perspectivas no setor de prospecção mineral no país. Entre estes, encontra-se o Projeto Itaitira (1977), realizado na região Central do Estado do Ceará, com aquisição de dados aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos. Este trabalho apresenta os resultados do processamento, interpretação e integração dos dados aerogeofísicos com dados geológicos, visando contribuir para a caracterização do arcabouço estrutural e diferenciação litológica dos complexos gnáissicos migmatíticos (Complexo Tamboril – Santa Quitéria e Complexo Ceará) existentes na região Centro-Oeste do Domínio Ceará Central.

CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

A área de estudo está inserida na porção Centro-Oeste do Domínio Ceará Central (Província Borborema), limitada pelos meridianos 39°45'W e 40°45'W e paralelos 3°45'S e 4°45'S (Figura 1).

No contexto tectônico da Plataforma Sul-Americana, a Província Borborema (Almeida *et al.* 1977 e 1981) compreende um extenso segmento geológico pré-cambriano consolidado no Neoproterozóico durante o Ciclo Brasileiro-Pan Africano, caracterizada por um arranjo complexo de domínios tectono-estratigráficos limitados por zonas de cisalhamento regionais e intenso magmatismo granítico (Brito Neves 2001, Fetter *et al.* 2000 e 2003, Jardim de Sá 1994).

A porção Norte da Província Borborema, adotada neste trabalho, foi subdividida em três grandes domínios tectono-estratigráficos: Domínio Rio Grande do Norte, Domínio Ceará Central e Médio Coreáú (NW Ceará). Estes domínios são limitados por extensas zonas de cisalhamento transcorrentes com movimentos dextrais: Lineamento Patos, Zona de Cisalhamento Senador Pompeu e Zona de Cisalhamento Sobral-Pedro II (Lineamento Transbrasileiro, Brito Neves *et al.* 2000, Fetter *et al.* 2000 e 2003, Jardim de Sá 1994, Figura 1).

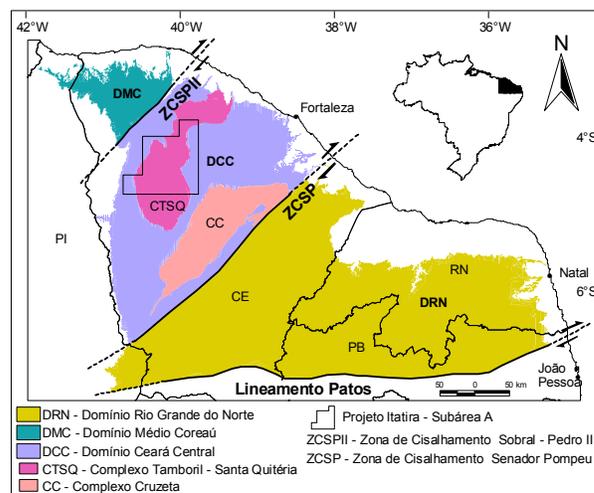


Figura 1 – Subdivisão dos domínios tectono-estratigráficos a Norte do Lineamento Patos e localização do Projeto Itaitira – Subárea A (CPRM 2003).

O Domínio Ceará Central, limitado a Noroeste pela Zona de Cisalhamento Sobral – Pedro II e a Leste pela Zona de Cisalhamento Senador Pompeu, é caracterizado pela ocorrência de blocos arqueanos, representados pelo Maciço de Tróia, Pedra Branca e Mombaça (Complexo Cruzeta), rochas supracrustais neoproterozóicas do Complexo Ceará, Complexo granítico-migmatítico Tamboril – Santa Quitéria e suítes graníticas sin, tardi e pós-tectônica (CPRM 2003, Figura 1).

Na área de estudo, o Complexo Ceará é representado por rochas supracrustais metaluminosas da Unidade Independência e paragnaisses migmatíticos da Unidade Canindé, distribuídos a Norte da localidade Malhada Grande, na região Oeste da cidade de Nova Russas e a Leste da Falha do Rio Groaíras. O Complexo Tamboril – Santa Quitéria, localizado na porção central da área, é formado essencialmente por gnaisses migmatíticos de composição tonalítica a granítica. Granitóides de composição monzogranítica a sienítica ocorrem como

rochas intrusivas no Complexo Tamboril – Santa Quitéria (CPRM 2003, Figura 2).

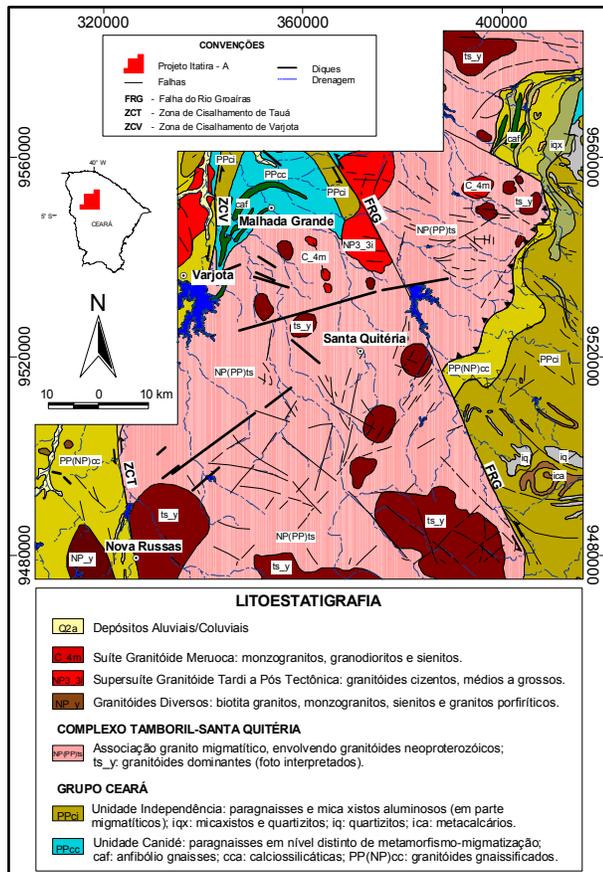


Figura 2 – Mapa geológico da área de estudo, Subárea A do Projeto Itatira (CPRM 2003).

A estruturação do arcabouço tectônico da área de estudo é representada por alinhamentos com *trends* N-NW, interpretados como zonas de cisalhamento com cinemáticas sinistras (**ZCT** e **ZCV**) e por falhas com cinemática sinistral (Falha do Rio Groairas). Diques máficos cenozóicos, de composição basáltica, apresentam direção estrutural preferencial NE-E (CPRM 2003, Figura 2).

BASE DE DADOS

Os dados aerogeofísicos (**MAGNETOMETRIA** e **GAMAESPECTROMETRIA**) adquiridos no Projeto Itatira (1977), recobriram uma área aproximada de 38.000 km² na porção central do Estado do Ceará. Neste projeto foram levantados um total de 80.000 km de perfis com intervalos de amostragem de 1 s e com altura nominal de voo de 150 m (± 15 metros). As linhas de voo apresentam direção N-S, com espaçamentos de 500 m, e as linhas de controle direção E-W com espaçamento de 20 km. O Projeto Itatira foi dividido em três subáreas (A, B e C). O presente trabalho apresenta os resultados do processamento e interpretação da Subárea A do Projeto Itatira (Figura 1).

PROCESSAMENTO DOS DADOS

Neste trabalho foram utilizadas rotinas de processamento de dados aerogeofísicos desenvolvidas no Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA) do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de Brasília (UnB). Resumidamente, foram realizadas quatro etapas de processamento. A **primeira** etapa visou o controle de qualidade dos dados, onde foram avaliados os padrões de distribuição espacial das linhas de voo e a presença de *spikes*. A **segunda** etapa consistiu na definição do algoritmo e tamanho de célula de interpolação (250 m), onde os melhores resultados foram alcançados com os métodos bi-direcional e mínima curvatura para os dados aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos, respectivamente. Na **terceira** etapa os dados foram micronivelados (Blum 1999 e Minty 1991), visando homogeneizar a distribuição espacial e corrigir os desníveis entre as linhas de voo. A **quarta** etapa compreendeu a geração dos temas transformados (amplitude do sinal analítico, amplitude do gradiente horizontal total e deconvolução de Euler) do campo magnético anômalo (Figura 3) e das imagens dos canais individuais de potássio, tório, urânio e composição colorida RGB (K:Th:U).

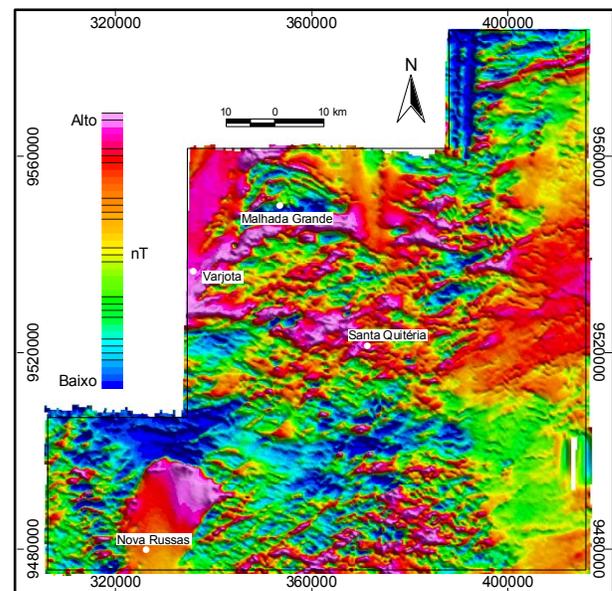


Figura 3 – Imagem do campo magnético anômalo.

INTERPRETAÇÃO

Os produtos aeromagnetométricos foram utilizados para a caracterização do arcabouço estrutural, enquanto os temas aerogamaespectrométricos foram utilizados na diferenciação das unidades litológicas da área de estudo.

A imagem da amplitude do sinal analítico de ordem zero mostrou valores elevados de susceptibilidade magnética para a maioria das rochas migmatíticas do Complexo Tamboril – Santa Quitéria (**B₁**). Na porção SW deste complexo foram observados valores intermediários de susceptibilidade magnética (**B₂**). A Leste da Falha do Rio Groairas, as unidades paraderivadas do Complexo Ceará apresentaram respostas magnéticas intermediárias à

baixas (**A₁**). Os granitos intrusivos de Nova Russas (**C₁**), Suíte do Pajé (**C₂**), Varjota (**C₃**) e do Complexo Anelar Quintas (**C₄**) foram caracterizados por baixa susceptibilidade magnética. Os diques máficos cretáceos (**D**) com *trend* NE-E apresentaram elevadas respostas magnéticas (Figura 4).

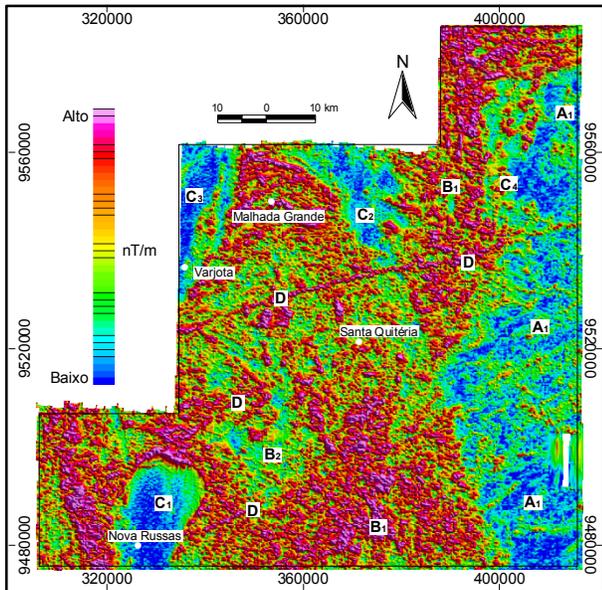


Figura 4 – Imagem da amplitude do sinal analítico de ordem zero.

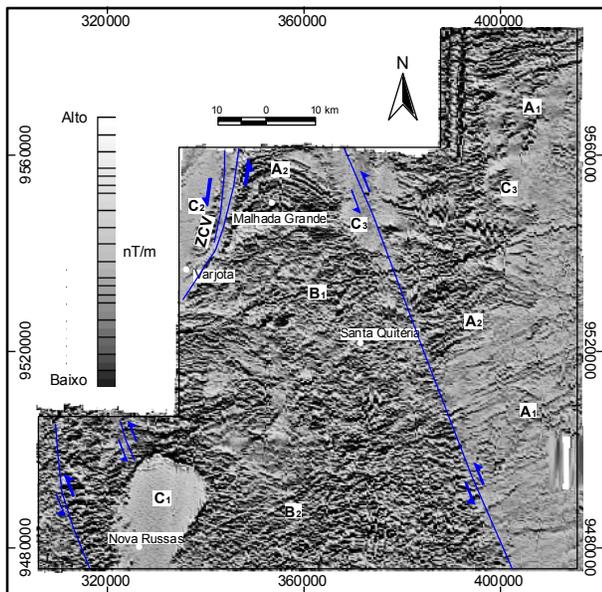


Figura 5 – Imagem da derivada vertical de primeira ordem.

Os lineamentos interpretados dos temas aeromagnéticos apresentaram dois conjuntos de direções estruturais. O *trend* N-NW apresentou correlação espacial com os sistemas transcorrentes da Zona de Cisalhamento Tauá (**ZCT**) e Zona de Cisalhamento Varjota (**ZCV**). O segundo conjunto de lineamentos magnéticos com direções NE-SW e E-W apresentaram associações com diques

cretáceos mapeados a Norte de Santa Quitéria (**D₁**) e a NE de Nova Russas (**D₂**). A Falha do Rio Groaíras (**FRG**) não apresentou resposta magnética, entretanto foi bem delimitada pelas diferentes respostas dos complexos adjacentes. Na região de Malhada Grande foi observada uma inflexão dos lineamentos magnéticos entre a **ZCV** e **FRG**, representada nas imagens da amplitude do sinal analítico, derivada vertical e gradiente horizontal total de ordem zero (Figuras 4, 5, 6).

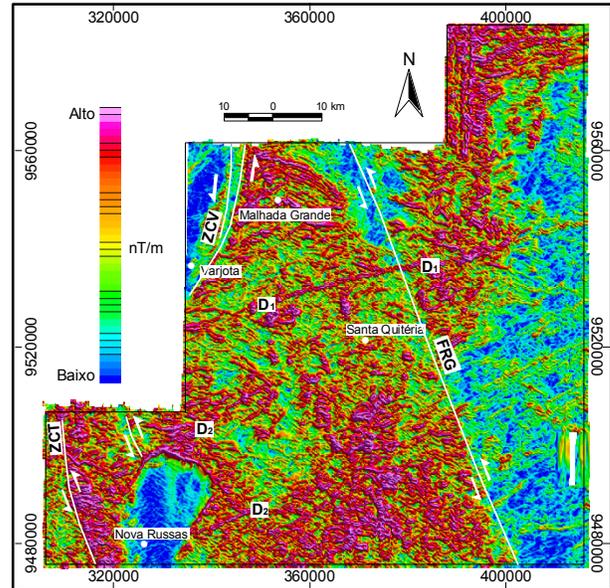


Figura 6 – Imagem do gradiente horizontal total de ordem zero.

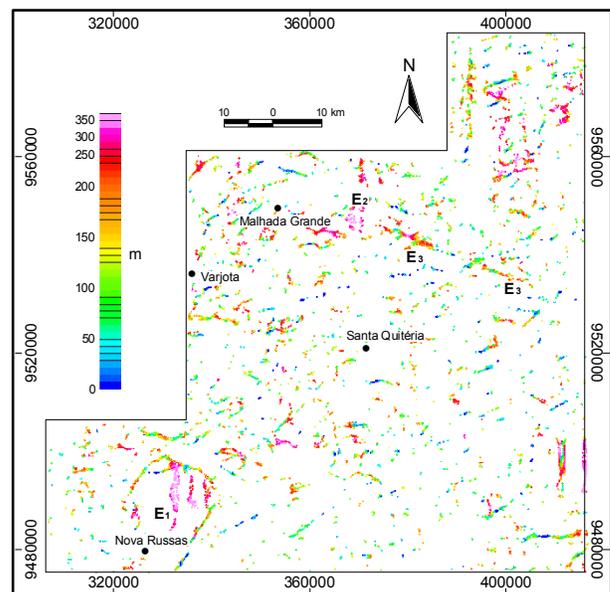


Figura 7 – Imagem da deconvolução de Euler (índice estrutural $N=0,5$, janela de 20 células e erro de 10%).

As soluções calculadas na deconvolução de Euler (índice estrutural $N=0,5$, janela de 20 células e tolerância 10%) indicaram profundidades predominantes de 200 m, com valores máximos de 780 m. As estruturas rasas (20 m)

foram correlacionadas aos diques máficos cretáceos de direção NE-SW. O *trend* NE-SW também apresentou alinhamentos de soluções Euler com profundidades de 100 m. As fontes magnéticas mais profundas foram encontradas no granito intrusivo de Nova Russas (E_1) e na Suíte Pajé (E_2). Um alinhamento de soluções Euler (E_3) com profundidades variando entre 100 m e 200 m foi bem marcado a Nordeste de Santa Quitéria (Figura 7).

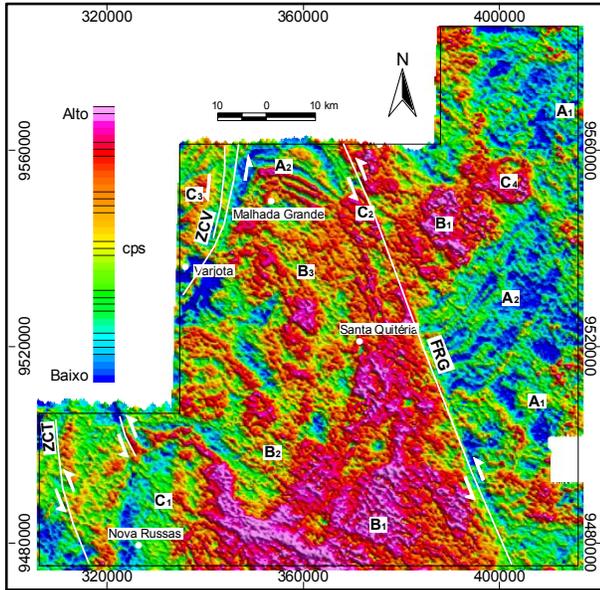


Figura 8 – Imagem do canal de potássio.

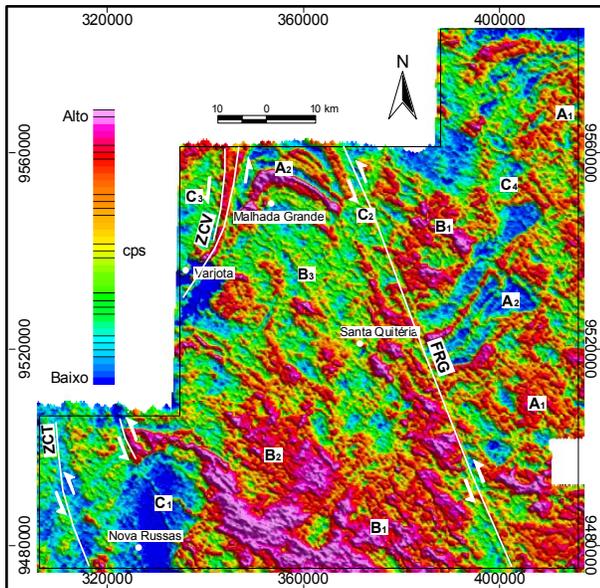


Figura 9 – Imagem do canal de tório.

As imagens radiométricas dos canais individuais de potássio, tório e urânio aliadas à composição colorida RGB (K:Th:U) mostraram a variação na assinatura isotópica da unidades do Complexo Tamboril – Santa Quitéria, sugerindo a divisão de três grandes domínios radiométricos. O domínio B_1 foi caracterizado por altas taxas de contagens nos três canais. O domínio B_2

apresentou altas taxas de contagens no canal do tório, intermediárias a altas no canal de urânio e intermediárias no canal de potássio. O domínio B_3 foi marcado por contagens intermediárias a altas no canal do potássio e baixas nos canais do tório e urânio (Figuras 8, 9, 10, 11).

O Complexo Ceará foi dividido em dois grandes domínios com características radiométrica distintas. O domínio (A_1) foi marcado por altas contagens no canal do tório e contagens intermediárias a baixas nos canais do potássio e urânio. O domínio A_2 apresentou baixas contagens nos três canais individuais (Figuras 8, 9, 10, 11).

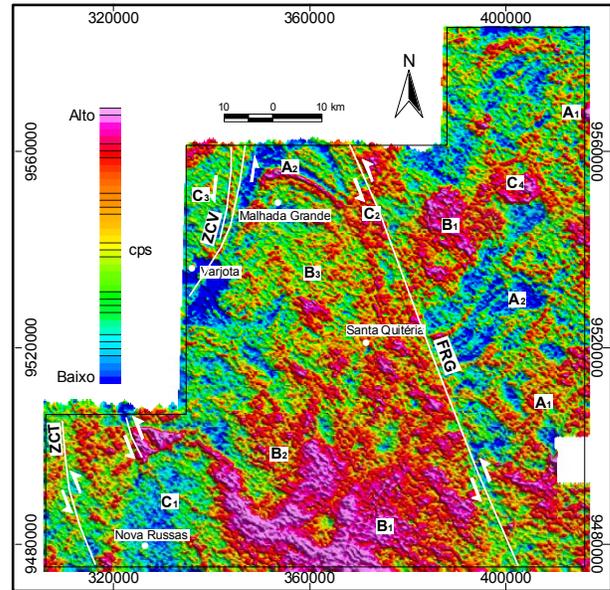


Figura 10 – Imagem do canal de urânio.

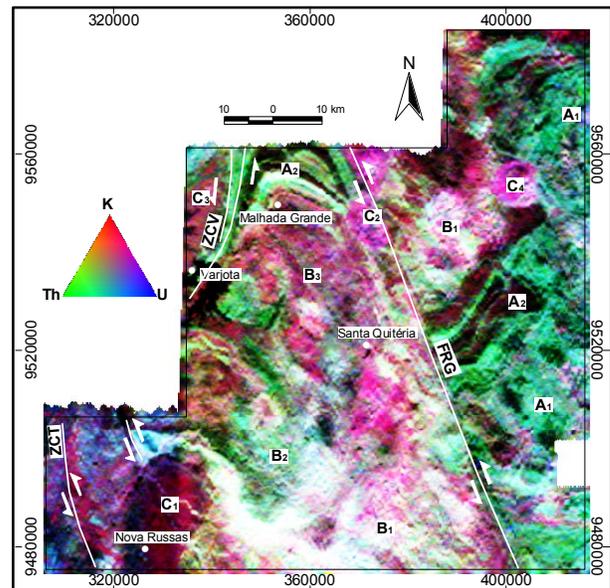


Figura 11 – Imagem da composição colorida RGB (K:Th:U).

Os granitos intrusivos também puderam ser discriminados em três famílias com características isotópicas próprias. O granito de Nova Russas (C_1)

apresentou contagens intermediárias a baixas no canal de potássio e urânio e contagens baixas no canal de tório. A Suíte Pajé (**C₂**) e o Complexo Anelar Quintas (**C₄**) foram marcados por altas taxas de contagens nos canais de potássio e urânio e intermediárias no canal do tório. O Granito Varjota (**C₃**) apresentou contagens intermediárias a altas no canal do potássio e contagens intermediárias nos canais do tório e urânio (Figuras 8, 9, 10, 11).

CONCLUSÕES

Os lineamentos magnéticos com direção NE-SW e E-W foram correlacionados com os diques máficos cretáceos, indicando a continuidade destas feições em profundidade e sugerindo a presença de corpos não mapeados na região.

As soluções mais profundas calculadas na deconvolução de Euler foram associadas aos granitos da Suíte Pajé e Nova Russas, sugerindo feições magnéticas profundas que possam estar relacionadas com raiz destes plútons.

A Nordeste de Santa Quitéria, o alinhamento magnético com direção NW-SE (**E₃**) foi visualizado em todos os temas magnetométricos. Esta feição magnética não apresentou nenhuma correlação direta com os mapas geológicos da região, entretanto a existência de diques com direção NE-SW a Leste de Varjota sugere que este lineamento possa ser a resposta magnética de diques com mesma direção não aflorantes ou não mapeados neste local.

As principais estruturas geológicas presentes na região, representadas pela Zona de Cisalhamento Tauá e Zona de Cisalhamento Varjota foram marcadas por fortes respostas magnéticas, entretanto a Falha do Rio Groairas não apresentou feições magnéticas, sendo caracterizada pela justaposição das diferentes respostas magnéticas das unidades do Complexo Tamboril – Santa Quitéria e do Complexo Ceará.

A variação da susceptibilidade magnética das rochas da área de estudo indica a evidência de uma diferenciação faciológica no Complexo Tamboril – Santa Quitéria, corroborando com os temas gamaespectrométricos que também apresentaram respostas radiométricas distintas para estas unidades, bem como para o Complexo Ceará.

O Complexo Ceará, localizado na porção Leste e Noroeste da área de estudo, apresentou uma diferenciação gamaespectrométrica marcada por unidades que apresentaram baixas contagens no três canais intercaladas em meio ao grande domínio caracterizado por baixas contagens nos canais de potássio e urânio e altas contagens no canal do tório.

A Suíte Pajé e o Complexo Anelar Quintas apresentam assinaturas isotópicas similares, em contrapartida o Granito de Nova Russas e o Granito Varjota apresentaram respostas radiométricas distintas. Este fato sugere que os granitos intrusivos foram gerados em diferentes ambientes geotectônicos.

O detalhamento das feições magnéticas e a diferenciação radiométrica das unidades litológicas forneceram novos argumentos para futuras campanhas de mapeamento geológico e discussões sobre a

evolução tectônica da região Centro-Oeste do Domínio Ceará Central.

AGRADECIMENTOS

À Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) e ao Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA) do Instituto de Geociências (IG) da Universidade de Brasília (UnB). Ao CNPq e a CAPES pela bolsa de mestrado dos dois primeiros autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida F. F. M., Hasui Y., Brito Neves B. B., Fuck H. A. 1981. Províncias estruturais brasileiras. *Earth Sciences Reviews*, **17**: 291-317.
- Almeida F. F. M., Hasui Y., Brito Neves B. B., Fuck H. A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth Sciences Reviews*, **17**: 291-317.
- 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*. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 229 p.
- Brito Neves B. B. 2000. Tectonic history of the Borborema Province, NW Brazil. In: Cordani U. G., Milani E. J., Thomaz Filho A., Campos D. A. (eds) *Tectonic Evolution of South American*, Rio de Janeiro, pp.: 151-182.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais 2003. *Mapa Geológico do Estado do Ceará* (Escala 1:500.000). CD-ROM.
- CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais. Base de dados do Levantamento Aerogeofísico do Projeto Itatira acessada no endereço eletrônico www.cprm.gov.br.
- Fetter A. H., Van Schmus W. R., dos Santos T. J. S., Nogueira Neto J. A., Arthaud M. H. 2000. U-Pb and Sm-Nd geochronological constraints on the crustal evolution and basement architecture of Ceara State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the existence of the paleoproterozoic supercontinent "Atlantic". *Revista Brasileira de Geologia*, **30** (1): 102-105.
- Fetter A. H., Van Schmus, W. R., Hackspacher P.C., Brito Neves, B. B., Nogueira Neto, J. A., Arthaud, M. H. and Wernick E. (2003). Evidence for neoproterozoic continental arc magmatic in the Santa Quitéria Batholith of Ceará State, NW Borborema Province, NE Brazil: implications for the assembly of West Gondwana. *Gondwana Research*, **6**: 265-273.
- Jardim de Sá E. F. 1994. *A Faixa Seridó (Província Borborema, NE do Brasil) e o seu significado geodinâmico na cadeia Brasileira/Pan-Africana*. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 804 p.
- Minty B. R. S. 1991. Simple micro-levelling for aeromagnetic data. *Expl. Geophysics*, **22**: 591-59.