



## Contribuição da aerogeofísica de alta resolução para o mapeamento geológico da região de Mapuera, Pará.

De Sordi, D.A.\*, Marques, M.V., Fugro-Lasa-Geomag

Copyright 2008, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

*Este texto foi preparado para a apresentação no III Simpósio Brasileiro de Geofísica, Belém, 26 a 28 de novembro de 2008. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do III 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

Este trabalho utilizou os dados do projeto aerogeofísico Mapuera e a interpretação destes dados pretendeu demonstrar como tais levantamentos agregam valor aos mapeamentos existentes. Através da análise dos mapas geofísicos de magnetometria e gamaespectrometria foi possível inferir novos lineamentos, contatos e diferenciar feições correlacionáveis com unidades geológicas.

### Introdução

Os levantamentos aerogeofísicos constituem importantes ferramentas para mapeamento geológico, principalmente quando se trata de grandes áreas localizadas em regiões de difícil acesso, como por exemplo, a Amazônia.

Localizado no Noroeste do Estado do Pará, o projeto aerogeofísico Mapuera é parte do Programa Geologia do Brasil (PGB) da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM. Os levantamentos aerogeofísicos estão sendo realizados com intuito de disponibilizar dados geológicos-geofísicos destinados a fomentar a exploração mineral na região.

A aquisição de dados foi realizada no primeiro semestre de 2007 e empregou os dois métodos geofísicos mais comumente utilizados para mapeamento regional: magnetometria e gamaespectrometria. O levantamento foi executado pela Lasa Engenharia e Prospecções S.A., e recobriu 40.050 km lineares de perfis magnetométricos e gamaespectrométricos de alta resolução, com linhas de voo e controle espaçadas de 1 km e 10 km, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. Como base de operações foi adotada a cidade de Manaus (AM) e a plataforma aerogeofísica uma aeronave bimotor Reims F-406, prefixo PR-FAG. O sistema aerogeofísico era composto por um magnetômetro Scintex de bombeamento ótico de vapor de céσιο, modelo CS-2, gamaespectrômetro multicanal Exploranium, modelo GR-820, interligado a detectores do tipo NaI(Tl) com volume total de 2560 polegadas cúbicas. A navegação e o posicionamento da aeronave utilizou o sistema GPS com correção diferencial em tempo real, proporcionando precisão melhor que 5m.

Para fim deste artigo foi selecionada uma área de interesse, com cerca de 8000 Km<sup>2</sup>, para discussão e interpretação geológica-geofísica (Figura 1).

É importante salientar que a área do Projeto Mapuera se encontra dentre aquelas mais “desconhecidas geologicamente” do território brasileiro, de forma que este projeto, juntamente com outros levantamentos conduzidos na região pela CPRM, pretende também eliminar o vazio de informações desta importante região.

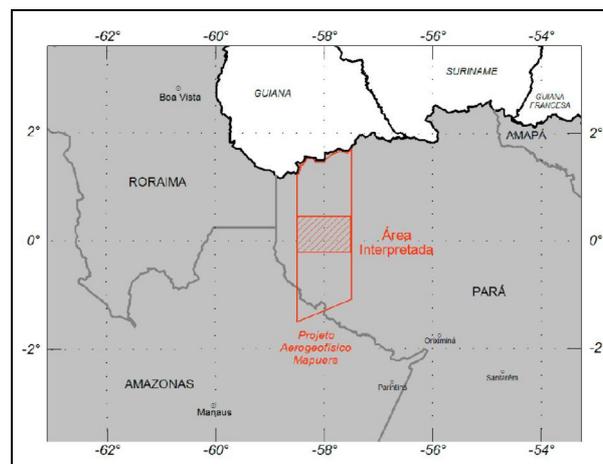


Figura 1 – Localização da área interpretada dentro do Projeto Aerogeofísico Mapuera.

### Metodologia

O método magnetométrico se baseia no registro da intensidade total do campo magnético terrestre, o qual sofre variações em função da magnetização das rochas existentes em subsuperfície, devido às diferenças de susceptibilidade magnética dos minerais. As variações na intensidade magnética (contraste/anomalias), traduzidas para a linguagem geológica, contribuem para a diferenciação das litologias e identificação de estruturas, subsidiando os trabalhos de mapeamento geológico, assim como a identificação de alvos de prospecção mineral.

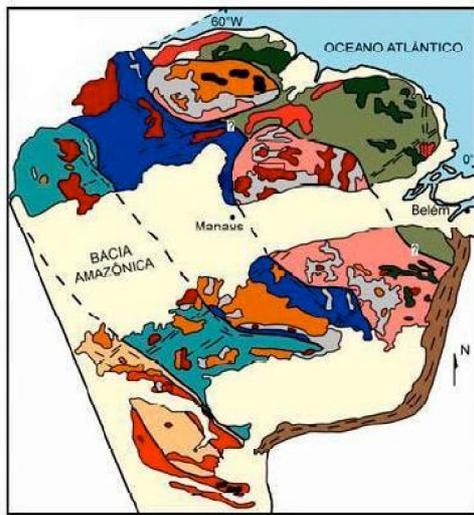
A gamaespectrometria se baseia na concentração de minerais radioativos presentes nas rochas, através da detecção da radiação gama proveniente do decaimento natural dos radionuclídeos das séries do U(Bi) e Th (TI). É um método bastante utilizado para auxiliar o mapeamento de superfície.

A análise dos produtos resultantes da magnetometria, tais como, sinal analítico e primeira derivada vertical, propiciaram a identificação de diversos falhamentos e contatos entre unidades magnéticas, resultando em nas feições não visualizadas no mapa geológico atualmente

disponível para a região. Como contribuição da gamaespectrometria, foram analisados os mapas de contagem total e das concentrações de potássio, tório e urânio, razões entre esses radioelementos e a imagem ternária (K-U-Th). Esses produtos ajudaram na delimitação de feições geofísicas que poderão ser traduzidos em corpos geológicos aflorantes ou não.

**Geologia**

A área em estudo está localizada na região noroeste do estado do Pará, mais especificamente no escudo das Guianas no Cráton Amazônico (Almeida *et. al* 1981). Provavelmente devido as dificuldades de acesso e sua vasta cobertura vegetal a área objeto deste artigo possui informação geológica apenas regional. A geologia aqui descrita foi definida a partir da correlação com estudos de área adjacentes e extraídas do mapa Geológico do Brasil publicado pela CPRM (Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, 2004, Folha Tumucumaque NA-21 e Santarém SA-21).



LEGENDA:

Sunsas	Coberturas Fanerozóicas
Rondoniano - San Ignacio	Granitídeos
Rio Negro - Juruena	Coberturas Sedimentares Pré-cambrianas
Ventuari - Tapajós	Coberturas Vulcânicas Ácidas - Intermediárias
Maroni - Itacaiunas	Vulcanismo Básico
Amazônica Central	Greenstone Belts
Altos Estruturais do Embasamento	Complexos Granulíticos
	Faixas Móveis Neoproterozóicas

Figura 2 – Mapa geológico regional mostrando a disposição das unidades geológicas no Cráton Amazônico e a cobertura sedimentar. (Tassinari, C.C.G., 1996).

A geologia da área Mapuera é pouco estudada e devido à falta de trabalhos científicos, justificado pela dificuldade de acesso e cobertura vegetal, sua geologia foi definida correlacionando com estudos de áreas adjacentes e a carta geológica do Brasil.

As rochas mais antigas são os granitóides cálcio-alcalinos da suíte intrusiva Água Branca com idades entre 1.960 Ma e 1.938 Ma (Reis, Faria; Haddad, Fraga, 2000). Esta unidade é cortada por rochas vulcânicas do Grupo Iricoumé e rochas graníticas alcalinas da Suíte Intrusiva Mapuera, com idades entre 1.897Ma e 1.875 Ma, apresentando em um *trend* estrutural preferencial NE-SW de fácies anfíbolito. No leste ocorre intrusões de rochas máficas indiferenciadas, como gabros e diques de diabásio, encaixadas num *trend* NW na suíte Água Branca, pequenos corpos de sienitos também são observados na parte Oeste.

O vulcanismo Iricoumé foi controlado por processos distensivos e subsidência de caldeiras vulcânicas relacionados com o evento magmático Uatumã (Almeida e Macanbira, 2007). As rochas vulcânicas de composição ácida a intermediária do grupo Iricoumé apresentam uma grande variação composicional e textural, sendo predominantemente compostas por riolitos, tufos, ignibritos, brechas vulcânicas, dacitos e quartzo-traquitos.

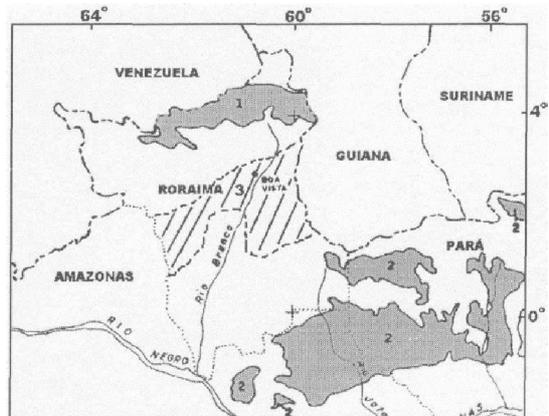


Figura 3– Distribuição das rochas vulcânicas do Grupo Surumu ( 1 ) e Grupo Iricoumé (2) em relação ao cinturão da Guiana central (3). (Reis, N. J., De Faria, M.S. & Fraga, L. M. , Haddad, R. C.)

A suíte plutônica Mapuera apresenta conteúdos de SiO<sub>2</sub> entre 64 e 80% e tem características metaluminosas a levemente peraluminosas (Ferron *et al.* 2006). As características geoquímicas dos granitos apontam afinidade alcalina (CPRM 1999, 2000), e apresentam conteúdos de Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O entre 6,6 e 10,4% e se posicionam no campo dos granitóides intra-placa ou pós-colisionais (Ferron et al. 2006). A evolução tectono-magmática da região é marcada por um processo contínuo de geração de rochas granitóides cálcio-alcalinas, alcalinas e peralcalinas, envolvendo ambientes de arcos magmáticos e de caldeiras vulcânicas, associados a regimes pós-colisional e anorogênicos.

A suíte Água Branca apresenta magmatismo cálcio-alcalino metaluminoso, atribuído a fontes mantélicas em ambiente de subducção, e é caracterizada predominantemente por granodioritos, monzogranitos, tonalitos e quartzo-dioritos.

O ambiente tectônico de características extensionais da região é sugerido devido sua relação com a bacia do Amazonas, preenchida por sedimentos clásticos

continentais com importante contribuição vulcanoclástica, além de intercalações de rochas piroclásticas ácidas.

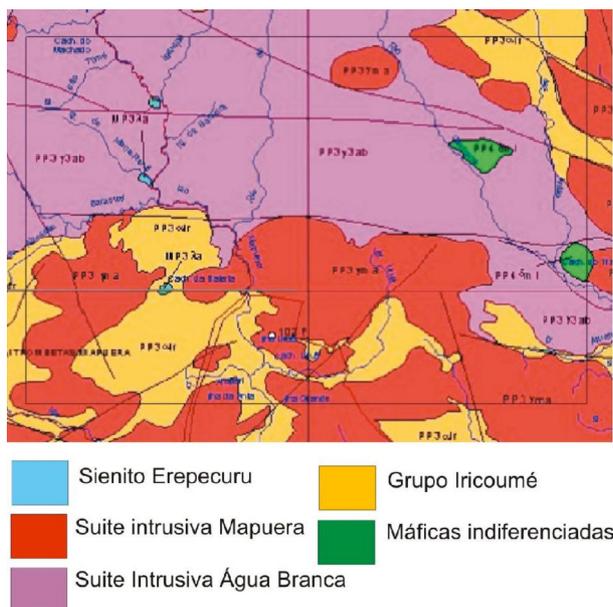


Figura 4 – Recorte da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, 2004, com a área deste artigo.

**Interpretação geofísica**

Correlacionando o mapa geológico acima (Fig. 4) e mapeamentos de áreas adjacentes com os mapas magnéticos e radiométricos interpretados (Figuras 6, 7 e 8) foi possível observar importantes alterações na geologia da área, assim como o detalhamento de unidades.

A imagem ternária expressa relação entre as concentrações dos três elementos de referência (K, U e Th), cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K ppm), azul (100% eU) e verde (100% eTh). A partir da comparação das respostas da imagem ternária RGB com o conteúdo de sílica (Blum 2001), pode-se inferir as variações radiométricas referentes aos diversos litotipos (Fig. 5). Na interpretação geofísica, os domínios são traçados de acordo com a distribuição das concentrações dos radioelementos. Na área estudada foi possível a caracterização de zoneamentos com base nos padrões de coloração visualizados na Figura 5. A interpretação geofísica possibilitou a delimitação de domínios definidas com base na variação das concentrações observadas no mapa ternário. A Figura 6 fornece alguns exemplos destes zoneamentos que são descritos a seguir.

A – Na porção Leste, dois pequenos corpos presentes no mapa geológico são descritos como rochas máficas e relacionados a duas serras, apresentam respostas radiométricas similares indicando altos valores nos três canais, e o contato proposto indica representarem somente um grande corpo composto por rochas félsicas.

Porém no nordeste da área um corpo mostrou características típicas dessas rochas.

B – O mapa geológico descreve três pequenas elevações como sienitos no setor oeste da área, sendo que duas dessas serras que estão alinhadas a um trend circular, não apresentam resposta típica desse tipo de rochas. Outros plugs são propostos mais ao sul, associados a um trend NO.

C – Cortando a parte central da área e disperso na porção norte, em contato com a suíte Água Branca, estão alguns domínios com valores mais elevados de K e Th, com coloração rosa escuro indicando provavelmente uma variação mais porfírica. Esse domínio não está presente no mapa geológico existente e sugere uma verificação mais detalhada.

A análise dos mapas magnéticos possibilitou a delimitação dos compartimentos estruturais como se observa pelo forte contraste das respostas magnéticas entre as porções norte e sul da área (Fig. 8). Os lineamentos magnéticos auxiliam na compreensão da evolução tectônica da área. Além das alterações propostas foram ainda observados vários corpos magnéticos e feições circulares que podem representar diferentes pulsos magmáticos.

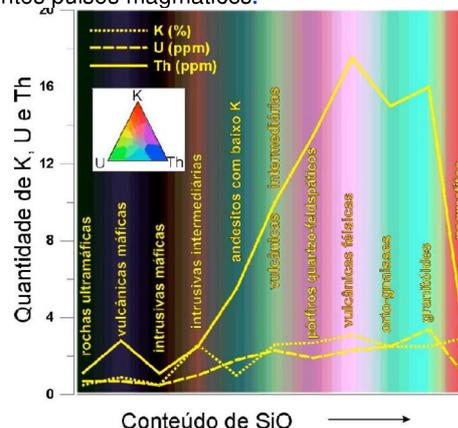


Figura 5 – Variação pela media do conteúdo de K, U e Th para algumas rochas com o acréscimo de SiO2 representando a variação das rochas ígneas (Blum 2001).

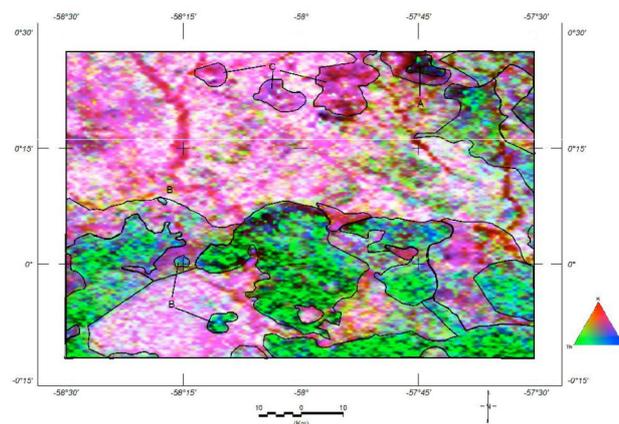


Figura 6 – Imagem Ternária RGB com os domínios gamaespectométricos delimitados.

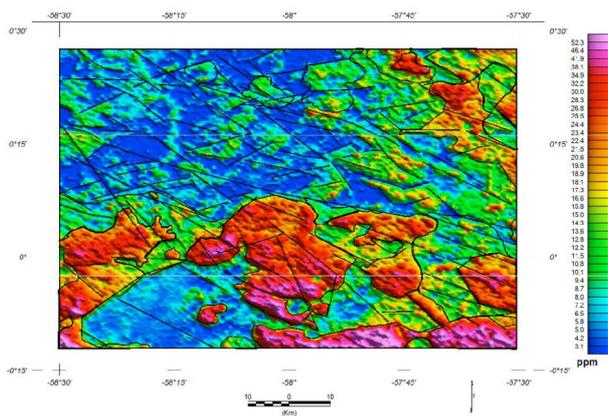


Figura 7 – Imagem do canal do Tório com os lineamentos e domínios gamaespectrométricos delimitados.

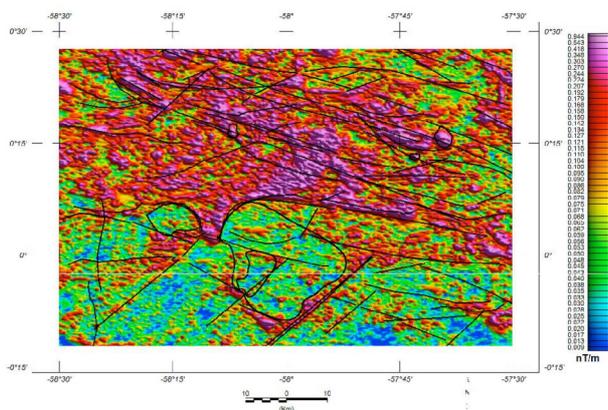


Figura 8 – Imagem do sinal analítico com lineamentos magnéticos delimitados.

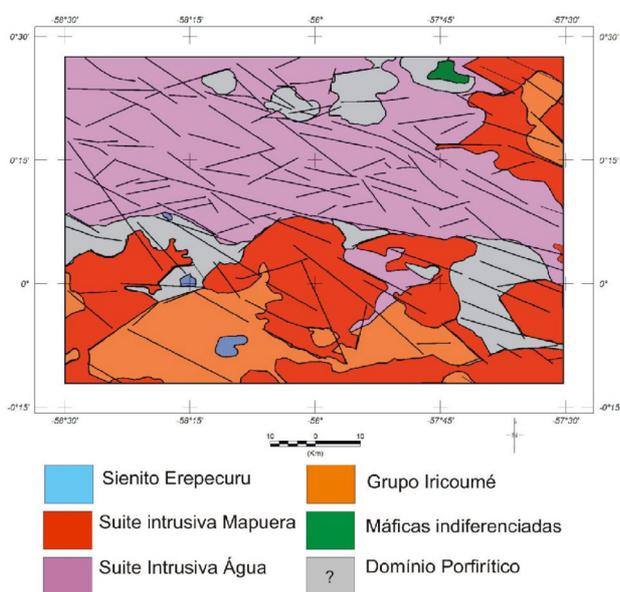


Figura 9 – Esboço Geofísico-Geológico proposto

### Conclusões

O esboço geofísico-geológico proposto para área de estudo foi confeccionado a partir da interpretação dos dados aerogeofísicos do Projeto Mapuera. A confirmação das unidades sugeridas depende ainda de análise geológico-geofísica mais aprofundada. Este artigo reafirma a aplicabilidade de levantamentos aerogeofísicos para fins de mapeamento geológico em regiões de difícil acesso, tal como ocorre na maior parte da Amazônia. O levantamento Mapuera trouxe informações relevantes para o conhecimento e para a atualização da base geológica da área e, indiscutivelmente, irá agregar valor significativo a futuros mapeamentos.

### Agradecimentos

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM pela cessão dos dados aerogeofísicos.

### Referências

Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, 2004, Folha Tumucumaque NA-21 e Santarém SA-21.

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, Brasília, Tese de Doutorado, 229p.

Almeida, F. F. M. de, 1969. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira (Tectonic differentiation of the Brazilian Platform). Proceedings 33rd. Brazilian Geological Congress, Salvador(BA), Brazil, vol. 1: 29-46.

Tassinari, C.C.G., 1996, O Mapa Geocronológico do Craton Amazônico no Brasil: Revisão dos Dados Isotópicos. São Paulo, (Tese de Livre Docência) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Pp. 139.

Ferron, J.M.T.M., 2006. Geologia Regional, Geoquímica e Geocronologia Pb-Pb de Rochas graníticas e vulcânicas Paleoproterozóicas da província Pitinga, Craton Amazônico. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Tese de Doutorado, 324p.

Prado, M., 2006, O Granito Europa e o Grupo Iricoumé na Parte Leste do Distrito Mineiro de Pitinga. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Dissertação de mestrado, 95p.

Almeida, M.E., & Macambira M.J.B., Geology and petrography of paleoproterozoic granitoid rocks from Uatumã-Anauá Domain, central region of Guyana Shield, southeastern Roraima, Revista Brasileira de Geociências, volume 37, 237-256p, 2007

Reis, N. J., De Faria, M.S. & Fraga, L. M. , Haddad, R. C., Orosian Calc-alkaline volcanism and The Orocaina event in the northern Amazonian Craton, Eastern Raraima State, Brazil. Revista Brasileira de Geociências, Volume 30,2000.

Lasa. Projeto Aerogeofísico Mapuera – Relatório Final do Levantamento e Processamento dos dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos.