

Projeto Aerogeofísico Itaituba: Interpretações como suporte à revisão da cartografia geológica e à pesquisa mineral

**Cleyton de Carvalho Carneiro<sup>1,2</sup>, Caetano Juliani<sup>1</sup>, Alvaro Penteado Cróst<sup>2</sup> & Lena Monteiro<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>GMG/IGUUSP; <sup>2</sup>DGRN/UNICAMP, [cleyton@ige.unicamp.br](mailto:cleyton@ige.unicamp.br), [cjuliani@usp.br](mailto:cjuliani@usp.br),  
[alvaro@ige.unicamp.br](mailto:alvaro@ige.unicamp.br) & [lena@ige.unicamp.br](mailto:lena@ige.unicamp.br)

**Resumo** A região de Itaituba localiza-se na parte central do Cráton Amazônico, oeste do estado do Pará, e faz parte da Província Aurífera do Tapajós, reconhecida internacionalmente pela sua grande produção de ouro, estimada em mais de 750 ton. A cartografia geológica atual desta área está nas escalas de 1:1.000.000 e 1:500.000, além de 1:250.000 na maior parte da Província. Para elaboração desses mapas foram principalmente utilizados dados aerogeofísicos de baixa resolução espacial, adquiridos na década de 1970. A partir dos produtos magnetométricos e gamaespectrométricos gerados pelo Projeto Aerogeofísico Itaituba, desenvolvido em 2009 pelo Serviço Geológico do Brasil, importantes feições geológicas puderam ser ressaltadas. Este trabalho apresenta os resultados obtidos a partir da interpretação desses novos dados. Com isso, feições estruturais e litoestratigráficas são apresentadas como proposta à revisão da cartografia geológica da região.

**INTRODUÇÃO** Os primeiros estudos geológicos na região do Tapajós deram-se na década de 70 com o desenvolvimento do projetos RADAMBRASIL – Folha Tapajós (Santos *et al.* 1975), Jamanxim (Pessoa *et al.* 1977) e Tapajós–Sucunduri (Bizzinela *et al.* 1980, em Silva 1982). A esses estudos seguiram-se trabalhos executados pelo DNPM, PROSPEC e CPRM Silva (1982). A maioria destes mapas geológicos foram baseados, sobretudo, em mapeamento de campo com suporte de imagens aerogeofísicas magnéticas e gamaespectrométricas geradas pelo “Projeto Geofísico Brasil Canadá” (PGBC), um convênio entre os dois países. Esses dados aerogeofísicos, no entanto, eram compatíveis com as tecnologias daquele momento, que consistia em navegação aérea baseada em imagens LANDSAT e intervalos entre linhas de vôo comumente de 2 km.

Entretanto, apesar do grande esforço e dos altos volumes de investimento já feitos para melhoria do conhecimento geológico da região, diversas áreas da Província são ainda geologicamente pouco conhecidas. Algumas destas áreas sequer possuem mapas geológicos em escala adequada ao estudo da estratigrafia das unidades vulcânicas, bem como para trabalhos de prospecção mineral.

O presente trabalho apresenta os resultados preliminares da aplicação de técnicas avançadas de processamento e de análise espacial de imagens aerogeofísicas utilizando os dados deste último projeto. O objetivo é o de fornecer informações que permitam avançar o conhecimento geológico da região, e de demonstrar a importância do emprego de dados indiretos em programas de mapeamento geológico regional na Amazônia, em combinação com as técnicas aqui apresentadas. Visa também subsidiar os trabalhos de exploração mineral, com a definição das características aerogeofísicas das unidades que hospedam as mineralizações epitermais e de pórfiros mineralizados em ouro e metais de base e, se possível de suas zonas hidrotermalizadas.

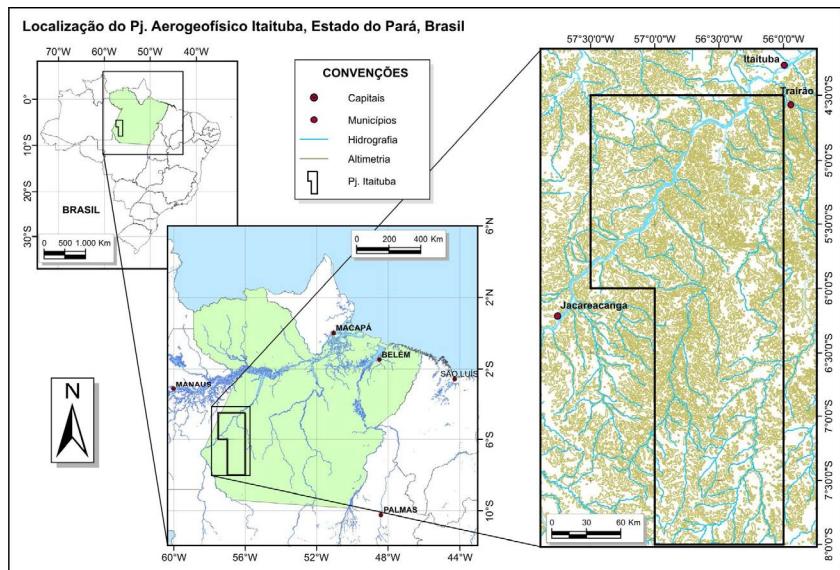


Figura 1- Localização do aerolevantamento correspondente ao Projeto Aerogeofísico Itaituba, CPRM/2009 (polígono em preto).

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Projeto Areogeofísico Itaituba** O Projeto Aaerogeofísico Itaituba (Figura 1) localiza-se na região sudoeste do estado do Pará, com uma pequena área adentrando no estado do Amazonas e foi feito a partir do “Programa Geologia do Brasil” (PGB), desenvolvido pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). A aquisição dos dados foi feita entre 07/2008 e 09/2009 pelo Consórcio LASA Engenharia e Prospecções S.A. e a PROSPECTORS Aerolevantamentos e Sistemas Ltda. Abrangeu uma área de 51.967 km<sup>2</sup>, recoberta por 111.891,19 km de perfis em 561 linhas de produção, com direção N-S e 26 linhas de controle com direção E-W.

A interpolação dos dados aerogeofísicos seguiu rotinas usuais relatadas nos trabalhos de Briggs (1974) e Armstrong (1984). Dessa maneira, a partir do campo magnético anômalo e dos dados gamaespectrométricos, foram geradas malhas com células de 125 m, correspondentes a  $\frac{1}{4}$  do espaçamento entre as linhas de produção do projeto. Estes dados foram submetidos às transformações necessárias para geração de temas relevantes para realce das estruturas e unidades litoestratigráficas. Dessa forma, tanto nos dados magnetométricos quanto nos gamaespectrométricos foram utilizadas técnicas para a determinação de parâmetros geométricos, tais como a localização de limites geológicos e estruturais, profundidades de corpos e feições estruturais. Com isso, foram gerados os seguintes produtos: (1) Mapa do Campo Magnético Anômalo – CMA; (2) Mapa da Derivada Vertical (DV) do CMA em ordens de diferenciação 0,75, 1 e 1,25; (3) Mapa da Amplitude do Gradiente Horizontal nas direções X e Y do CMA; (4) Mapa de Amplitude do Sinal Analítico do CMA; (5) Composição colorida das diferentes ordens de diferenciação das DV's R0,75 G1 B1,25; (6) Mapa da Taxa de Exposição do Canal de Contagem Total; (7) Mapa da Concentração de Potássio (em %); (8) Mapa da Concentração de Urânio (em ppm); (9) Mapa da Concentração de Tório (em ppm); (10) Mapa da Razão Urânio/Tório; (11) Mapa da Razão Urânio/Potássio; (12) Mapa da Razão Tório/Potássio; (13) Mapa da Distribuição Ternária RK, GTh, BU.

**Interpretação das Imagens Aerogeofísicas** Nesta etapa, os dados foram submetidos à interpretação visual. Inicialmente foi realizada a fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação dos lineamentos indicativos das estruturas geológicas (Soares e Fiori 1976). Para isso foram utilizados, sobretudo os dados magnetométricos referentes aos produtos (2), (4) e (5). Em seguida, o mesmo procedimento foi realizado para a delimitação de unidades litogeofísicas. Para isso, foram utilizados os dados gamaespectrométricos relacionados aos produtos (6), (9) e (13). Os resultados desta fase interpretativa estão apresentados na Figura 2.

**RESULTADOS E DISCUSSÕES** Domínios de freqüência de lineamentos demonstram regiões indicativas de deformação distinta. Os domínios mais frequentes, são compostos por lineamentos pequenos, descontínuos e estruturados segundo a direção NNW. Domínios com lineamentos de direções predominantemente N60E obliteram os NNW, ocasionando deslocamento de feições em diferentes escalas. Por fim, extensos e contínuos lineamentos de direção NNE cruzam toda a extensão do aerolevantamento. Estes lineamentos são regularmente espaçados e concentram-se, principalmente, na região noroeste.

As unidades litogeofísicas, destacadas pelos atributos gamaespectrométricos e magnetométricos, demonstram a presença de dois domínios de unidades com características geométricas distintas.

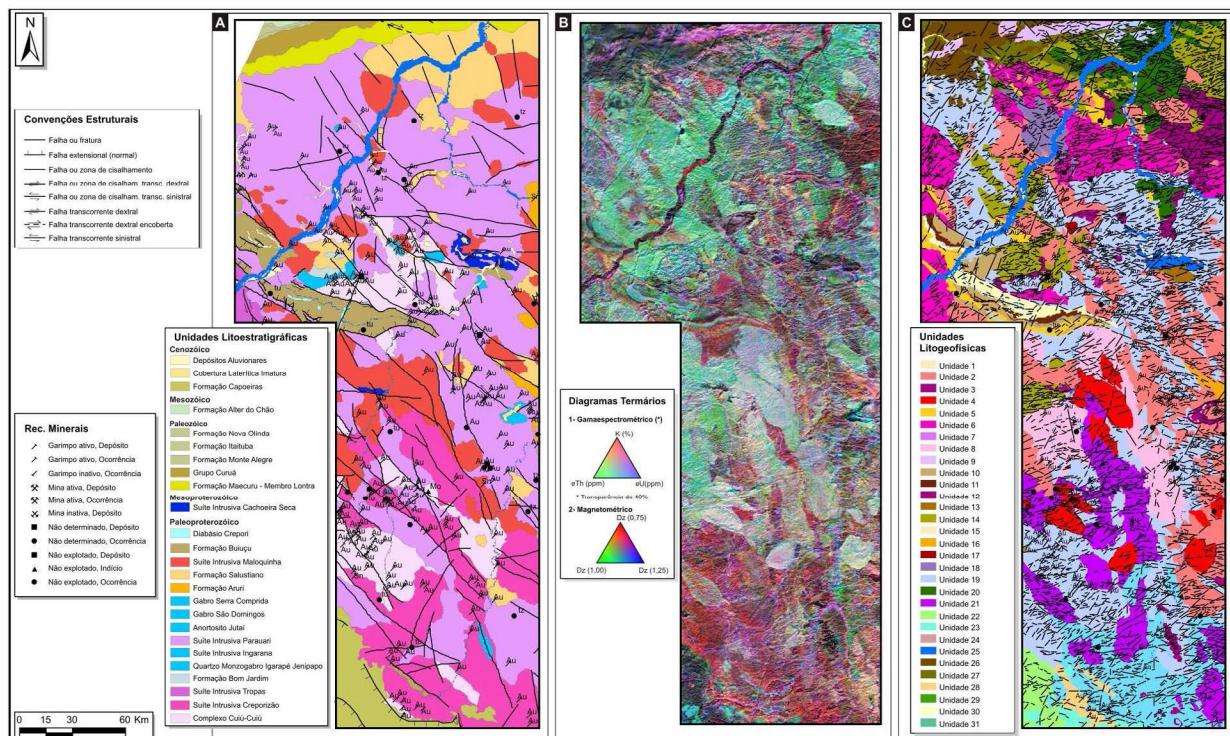


Figura 2- (A) Imagem R(K)-G(Th)-B(U) de gamaespectrometria sobreposta à imagem R(0,75)-G(1)-B(1,25) das derivadas verticais de ordens de diferenciação 0,75, 1 e 1,25 do campo magnético anômalo; (B) Unidades litogeofísicas interpretadas a partir dos dados gamaespectrométricos, com sobreposição das estruturas interpretadas a partir dos dados de magnetometria.

O domínio mais a norte é caracterizado por unidades anastomóticas, com limites predominantemente irregulares e dimensões batolíticas. Na transição entre o domínio norte e sul, unidades dispostas em geometria predominantemente plano-paralelas. Na região sul, as unidades formam corpos arredondados em planta, dispostos, sobretudo, nas direções NW e N-S. Nota-se também que as zonas com maior abundância de potássio e tório coincidem com as principais ocorrências minerais (cobre e ouro) cartografadas na região.

**CONCLUSÕES** A partir da análise integrada de dados magnetométricos e gamaespectrométricos na região de Itaituba, tornou-se possível delinear as principais estruturas e diversas unidades litogeofísicas que detalham e subdividem as unidades geológicas já mapeadas. Esses resultados são essenciais para a revisão da cartografia geológica pré-existente, que deverá ser também apoiada por levantamentos de campo que serão iniciados pela equipe na Província. Entretanto, já é possível destacar a forte estruturação ENE e WNW em grande parte da província, que controla, inclusive, a geometria das bacias paleoproterozóicas, o que sugere uma compressão na direção aproximadamente NS. A Suite Intrusiva Parauari, que constitui o embasamento principal das unidades vulcânicas na parte

centro-norte da província, pode ser dividida em diversas outras unidades, algumas delas com características de rochas menos evoluídas das pelo baixo conteúdo de potássio. Destaca-se também a forte orientação NW das principais unidades com alto potássio, que correspondem em grande parte aos granitos do tipo A da Suite Intrusiva Maloquinha, o que sugere colocação controladas por estruturas do final do evento compressivo NS, como descrito por (Juliani *et al.* 2010) e (Fernandes *et al.* 2011) na região do Xingu. É também importante ressaltar que os dois domínios de unidades litogeofísicas sugerem a presença de, pelo menos, dois conjuntos de rochas distintas, sugerindo a amolação de diferentes blocos tectônicos, com orientações variadas na província.

A análise preliminar dos dados indica que algumas estruturas superpostas às unidades litogeofísicas parecem corresponder a zonas com fortes alterações hidrotermais, indicadas por teores relativamente altos de potássio e tório. Essas zonas, de modo geral, situam-se próximas aos garimpos de ouro.

**Agradecimentos** Os autores à FAPESP pela concessão da bolsa de pós-doutorado ao primeiro autor (Processo 2010/10498-8); ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) pela concessão dos dados aerogeofísicos, especialmente à Dra. Maria Laura Azevedo e ao Dr. Alexandre Lago da DIGEOF/RJ; e ao INCT Geociências da Amazônia (CNPq/MCT/FAPESPA).

### Referências Bibliográficas

- Armstrong M. 1984. *Problems with Universal Kriging*. Math. Geology. **16**:101-108.
- Briggs I.C. 1974. Machine contouring using minimum curvature. *Geophysics*. **39**: 39-48.
- Fernandes C.M.D., Juliani C., Monteiro L.V.S., Lagler B., Echeverri-Misas C.M. 2011. High-K calc-alkaline to A-type fissure-controlled volcano-plutonism of the São Félix do Xingu region, Amazonian craton, Brazil: Exclusively crustal sources or only mixed Nd model ages? *Journal of South American Earth Sciences* (no prelo).
- Juliani C., Fernandes C.M.D. 2010. Well-preserved Late Paleoproterozoic volcanic centers in the São Félix do Xingu region, Amazonian Craton, Brazil. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* **191**: 167–179
- Pessoa M.R., Andrade A.F. de, Nascimento J.O. do Santos J.O.S., Oliveira J.R. de, Lopes R. da C., Prazeres W.V. 1977. *Projeto Jamanxim. Relatório Final*. Manaus: DNPM/CPRM, v 8.
- Santos D.B., Fernandes P.E.C.A., Dreher A.M., Cunha F.M.B., Basei M.A.S., Teixeira J.B.G. 1975. Geologia da Folha SB-21, Tapajós. *Projeto Radam*. Levantamento de Recursos Naturais. **7**:15-116.
- Silva A.R.B. da. 1982. Considerações sobre as mineralizações auríferas da Região do Tapajós. In: Simpósio de Geologia da Amazônia, 1, Belém, 1982. Anais. SBG–Núcleo Norte, **2**:100 –115.