

# INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE MAGNETOMETRIA DO PROJETO AEROGEOFÍSICO URARICOERA (ESTADO DE RORAIMA, BRASIL) E SUA APLICAÇÃO NO MAPEAMENTO GEOLÓGICO REGIONAL

Claudio Couto Reis <sup>1</sup>, Luiz Fernando Santana Braga <sup>2</sup>

CPRM (Serviço Geológico do Brasil) <sup>1</sup>, Luiz Fernando Santana Braga. CGG-Geomag <sup>2</sup>

## Abstract

Esse trabalho refere-se ao processamento e interpretação de dados aerogeofísicos de magnetometria do levantamento intitulado Projeto Uraricoera (Prospec, 1978), fornecidos pela CPRM (Serviço Geológico do Brasil) na forma de arquivos digitais.

O levantamento foi realizado no ano de 1977, totalizando 31.138 km de perfis de magnetometria e gamaespectrometria, adquiridos com intervalo de amostragem de 2 s e com uma altura de vôo média em relação ao terreno de 158 m. As linhas de vôo têm direção N-S e estão espaçadas de 2 km. Já as linhas de controle são E-W e possuem um espaçamento de 20 km.

A área pesquisada tem 49.500 km<sup>2</sup> e situa-se entre os paralelos 1° e 4° de latitude norte e 62° e 64° de longitude oeste. Abrange principalmente a porção noroeste do Estado de Roraima, além de parte adjacente do Estado do Amazonas – Brasil (Figura 1). Devido à sua posição geográfica afastada dos centros urbanos, bem como pelas dificuldades de acesso e pela cobertura de floresta equatorial densa, trata-se de uma das regiões do território nacional mais desconhecidas geologicamente, fato que justifica o presente estudo.

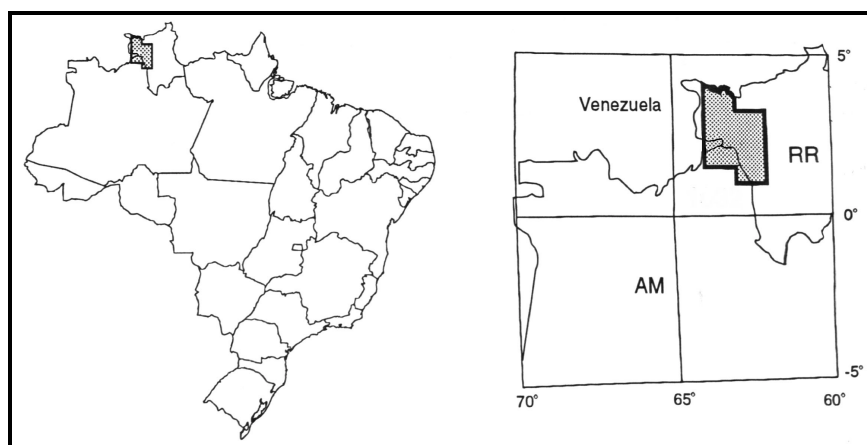


Figura 1 – Localização do levantamento aerogeofísico Uraricoera (1978). Modificado de CPRM (1995).

## METODOLOGIA

Os processamentos foram efetuados com o uso de microcomputadores do tipo IBM/PC, através do sistema Geosoft (Geosoft Inc.). Consistiram no mapeamento do campo magnético total anômalo, através do método de Briggs (1974), que baseia-se no ajuste de uma superfície de mínima curvatura. Após filtragens iniciais para a extração dos ruídos, realizou-se a transformação deste em outros mapas, com a aplicação das seguintes técnicas: redução ao pólo, redução ao equador, derivadas direcionais (derivada vertical de primeira e segunda ordens, derivada horizontal total e multiplicação das derivadas horizontais) e sinal analítico.

A redução ao pólo é uma técnica utilizada em dados coletados em regiões geográficas afastadas dos pólos magnéticos, objetivando centralizar o pico das anomalias sobre suas respectivas fontes geológicas. Foi inicialmente desenvolvida por Baranov (1957) e posteriormente por Grant & Dodds (1972). Para o seu cálculo são requisitados os valores médios da intensidade, inclinação e declinação do campo magnético da região. Como inconveniente existe a necessidade de se conhecer a direção de magnetização das fontes magnéticas. Como em geral essa é uma informação inacessível, considera-se apenas a existência de magnetização induzida, ou seja, com a mesma direção do campo magnético principal, o que pode causar erros quando magnetização remanescente estiver presente.

A redução ao equador é uma técnica similar aplicada em dados de regiões de baixa latitude para centrar os picos das anomalias sobre suas respectivas fontes causadoras, facilitando a interpretação sem a perda de significado geofísico. Entretanto, é válido ressaltar que uma anomalia magnética positiva nos pólos será negativa no equador. Essa operação possui os mesmos inconvenientes da redução ao pólo.

As derivadas direcionais de 1ª ordem têm como propriedade principal amplificar os pequenos e atenuar os grandes comprimentos de onda da função que representa o campo magnético total anômalo registrado. Esse efeito é intensificado nas derivadas de 2ª ordem. Consequentemente, as respostas geofísicas dos corpos geológicos mais rasos são ressaltadas, em detrimento dos mais profundos. Permitem também uma melhor definição das bordas dos corpos magnetizados, bem como auxiliam na separação das curvas de anomalias que estejam superpostas lateralmente. A derivada horizontal em uma determinada direção, resalta as feições na direção perpendicular desse mesmo plano. Já a derivada vertical resalta indiscriminadamente as estruturas do plano horizontal. No presente trabalho uma técnica inédita foi aplicada. Trata-se da multiplicação das derivadas horizontais. Esse novo processo foi desenvolvido de forma empírica, tendo o resultado final agradável, principalmente quando representado em mapas de relevo sombreado.

A teoria do sinal analítico foi inicialmente desenvolvida por Nabighian (1972, 1974 e 1984) e posteriormente por Roest *et al.* (1992). O sinal analítico é formado pela combinação das derivadas direcionais nas três direções ortogonais e representa a magnitude do gradiente total. Seu resultado fornece uma medida da quantidade de magnetização, independentemente dos parâmetros do campo magnético e da direção de magnetização dos corpos. Portanto, a amplitude do sinal analítico está diretamente relacionada à amplitude da magnetização, seja induzida ou remanescente, permitindo a delimitação das fontes magnéticas.

A interpretação qualitativa dos mapas gerados permitiu a identificação e a delimitação de distintas áreas com propriedades geofísicas características, denominadas "províncias" ou "zonas" geofísicas. Assim, foram assinaladas províncias "magnéticas", "intermediárias" e "fracamente magnéticas". Marcou-se também com ótima definição os lineamentos magnéticos, que podem representar falhas, fraturas, diques ou contatos geológicos, revelando assim o arcabouço estrutural da área.

Finalmente, os resultados obtidos foram correlacionados às informações geológicas existentes, permitindo assim a caracterização geofísica das unidades geológicas conhecidas.

## RESULTADOS

As técnicas de redução ao pólo e ao equador produziram resultados similares em escala regional. Isto é, as áreas magneticamente anômalas são aproximadamente as mesmas. Contudo, em escala de detalhe existem divergências, provavelmente conseqüentes da existência de magnetização remanescente, que causaram incorreções nos cálculos. De maneira geral esses métodos possibilitaram posicionar as curvas das anomalias sobre as áreas-fonte, embora a delimitação dos corpos magnéticos, fundamentalmente dos mais rasos, não tenha ocorrido satisfatoriamente. Ou seja, definiram-se áreas anômalas, mas as fontes não foram acuradamente delimitadas.

Todos os mapas originados a partir das derivadas direcionais, especialmente o de sinal analítico e o de derivada horizontal total, pois ambos são muito semelhantes, produziram os melhores resultados no sentido de isolar as fontes magnéticas, com destaque para as menos profundas. A partir destes, foram assinaladas províncias "magnéticas", "intermediárias" e "fracamente magnéticas". O primeiro tipo caracteriza-se por conter as mais notáveis anomalias positivas dos referidos mapas. O segundo também possui anomalias positivas, mas menores em tamanho, em número e, na maior parte, em intensidade. O terceiro tipo engloba um pequeno número das anomalias citadas, bem menores em área, e na sua porção central apresenta anomalias negativas.

Constatou-se que as províncias "magnéticas" e "intermediárias" ocorrem a norte e a sul, estando separadas por uma região central de direção preferencial NW-SE, que é "fracamente magnética". A localização das províncias permitiu repartir a área do levantamento em três grandes blocos crustais. Os blocos "setentrional" e "meridional" reúnem as províncias "magnéticas" e "intermediárias". O bloco crustal "central" é dominado por províncias "fracamente magnéticas", mas encontra-se atravessado a oeste por uma estreita faixa de província "magnética".

Os lineamentos magnéticos foram bem demarcados pelos mapas de derivadas, sendo os melhores resultados atingidos nos mapas de relevo sombreado produzidos a partir do mapa de multiplicação das derivadas horizontais de 1ª ordem. Os lineamentos magnéticos mais acentuados posicionam-se fora do bloco crustal "central". No bloco "setentrional" predominam os de direção NW-SE e no bloco "meridional" os de direção NE-SW.

## CONCLUSÕES

Conforme anteriormente citado, a área-alvo desse estudo teve seu conhecimento geológico dificultado e restringido pelas suas peculiares características naturais e geográficas. Poucos são os trabalhos que versam sobre as rochas, a estratigrafia e o arcabouço estrutural da mesma. Em termos regionais a principal referência é o mapeamento na escala 1:250.000 realizado por Pinheiro *et al.* (1981), denominado Projeto Catrimâni-Urariçoera. Ainda assim esse projeto foi interrompido antes da realização de todas as campanhas de campo previstas, o que permitiu apenas a confecção de um relatório de progresso. Sendo assim, a área percorrida limitou-se basicamente às principais drenagens.

Recentemente Reis & Fraga (1998) formularam uma síntese do atual conhecimento geológico do Estado de Roraima. A porção oeste é citada como pobremente estudada, levando os mesmos a correlacionarem essa área aos bem mais numerosos e recentes dados da porção leste. Contudo, em termos cartográficos, a delimitação das unidades geológicas realizada por Pinheiro *et al.* (*op. cit.*) permanece como a mais atual, tendo sido utilizada na caracterização geofísica aqui proposta.

A Suíte Metamórfica Urariçoera é formada por ortognaisses e é a unidade geológica de maior superfície. Nela ocorrem todos os tipos de províncias magnéticas, o que dificulta sua caracterização geofísica e demonstra que o detalhamento geológico existente é insuficiente. Contudo, pode-se afirmar que na porção meridional predominam lineamentos

magnéticos de direção NE-SW (região de domínio do Cinturão Guiana Central), e que na porção setentrional prevalecem os lineamentos magnéticos de direção NW-SE (região de domínio do Núcleo Uraricoera).

A Suíte Parima, que representa uma associação metavulcanossedimentar do tipo *greenstone belt*, dispõe-se basicamente no interior das províncias “fracamente magnéticas”. Como estas se estendem para leste, acredita-se que o mesmo deve acontecer com as rochas dessa suíte.

Os corpos máficos-ultramáficos da Suíte Tapuruquara coincidem com fortes anomalias do mapa de sinal analítico, estando dentro ou nos limites das províncias “magnéticas”. As principais ocorrências apresentam-se como corpos circulares individuais que se alinham na direção NW-SE. Diversas anomalias similares encontram-se próximas a essas, indicando que outros corpos da mesma natureza podem existir.

As demais unidades geológicas são de ocorrência restrita, dificultando sua análise na escala de trabalho regional. Porém, percebe-se que os diques e *sills* do Diabásio Avanavero e os derrames ácidos a intermediários do Grupo Surumu ocorrem dentro ou nas fronteiras de províncias “magnéticas”. O oposto ocorre com os granitóides das suítes intrusivas Auarís, Saracura e Surucucus.

Existe uma boa correlação entre as estruturas lineares apresentadas no mapa geológico de Pinheiro *et al.* (*op. cit.*) e os lineamentos magnéticos registrados, predominando os de direção NW-SE na porção norte e os de direção NE-SW na parte sul da área estudada. Contudo, o número de estruturas detectadas pelos métodos geofísicos é consideravelmente superior, permitindo atingir uma ótima visão do arcabouço estrutural da área.

## REFERÊNCIAS

BARANOV, V., 1957, A new method for interpretation of aeromagnetic maps: Pseudo-gravimetric anomalies, *Geophysics*, v. 22, p. 359-383.

BRIGGS, I. C., 1974, Machine contouring using minimum curvature, *Geophysics*, v. 39, p. 3948.

CPRM (Serviço Geológico do Brasil), 1995, *Catálogo Geral de Produtos e Serviços. Levantamentos Aerogeofísicos: base de dados AERO*. 2 ed. Rio de Janeiro, 367 p., il.

GRANT, F. S., DODDS, J., 1972, *MAGMAP FFT processing system development notes*. Paterson, Grant and Watson Limited.

NABIGHIAN, N. N., 1972, The analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal crosssection: its properties and use for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, v. 37, 507-517.

, 1974, Additional comments on the analytic signal of two-dimensional magnetic bodies with polygonal cross section. *Geophysics*, v. 39, p. 85-92.

, 1984, Toward a three-dimensional automatic interpretation of potential field data via generalized Hilbert transforms: Fundamental relations. *Geophysics*, v. 49, p. 780-786.

PINHEIRO, S. S., NUNES, A. C. B., CAMOZZATO, E., ANDRADE, F. B., REIS, N. J., MENEZES, R. G., CARVALHO, V. G., WILDNER, W., 1981, Catrimãni-Uraricoera: Relatório de Progresso. In: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. *Relatório Inédito*. Manaus: DNPM/CPRM. 5v., il.

PROSPEC, 1978, Projeto Uraricoera - levantamentos aerogamaespectrométrico e aeromagnetométrico - Território Federal de Roraima. 112 p.

REIS, N. J. & FRAGA, L. M. B., 1998, *Geologia do Estado de Roraima: Relatório Inédito*. Manaus: CPRM, 26p., il..

ROEST, W. R., VERHOEF, J., PILKINGTON, M., 1992, Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, v. 57, p. 116-125.