

Aquisição de Dados Sísmicos Terrestre Não Exclusivos com Gravimetria e Magnetometria Associados na Bacia do Amazonas – Resultados Preliminares

Manuelle Góis^{1*}, Thiago Gomes¹, Carlos Claudino¹, Franklim Roberto¹, Alanna Dutra^{1**}, Ian Balzana¹, Douglas Lasmar², José Silva², Karla Cabral², Bruno Martins³, Georadar Levantamentos Geofísicos S.A.^{1,2,3}, Universidade Federal da Bahia^{1**}, Apresentador^{1*}.

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society 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 presents the work done by Georadar in the first land survey of seismic non-exclusive data in the Amazon Sedimentary Basin, in Brazil. It shows the parameters of the survey, operational and technical difficulties encountered, and results of the data preliminary processing, and correlation of the seismics, gravimetrics and magnetometrics data.

Introdução

A Georadar Levantamentos Geofísicos S.A. executou no período de julho de 2011 a março de 2013 o primeiro levantamento de dados sísmicos terrestres não exclusivos no Brasil que ocorreu na Bacia Sedimentar do Amazonas, nos municípios de Itacoatiara, Itapiranga, Nhamundá, São Sebastião do Uatumã, Silves e Urucará, no Estado do Amazonas.

O levantamento sísmico realizado, associado aos dados de gravimetria e magnetometria, visou dar novo suporte para a identificação de potenciais feições estruturais e propor o sistema petrolífero mais aceitável para essa área da Bacia e, secundariamente, subsidiar a análise do par geração-migração deste sistema.

A correlação dos dados gravimétricos e magnetométricos com a sísmica teve por objetivo melhorar a resolução da Bacia para as reflexões correspondentes aos horizontes mais profundos.

Este levantamento representou grande desafio do ponto de vista operacional, dada à sua complexidade logística, às restrições ambientais e à constante preocupação com aspectos de Segurança do Trabalho, Meio Ambiente e Saúde Ocupacional - SMS, somadas ao elevado rigor técnico de qualidade exigido para os dados adquiridos.

O projeto foi dividido em seis programas, sendo utilizadas as tecnologias de Sísmica 2D e de Sísmica 3D. Em todos os programas foram associados os levantamentos de dados gravimétricos e magnetométricos.

A localização dos programas sísmicos é apresentada na Figura 1.

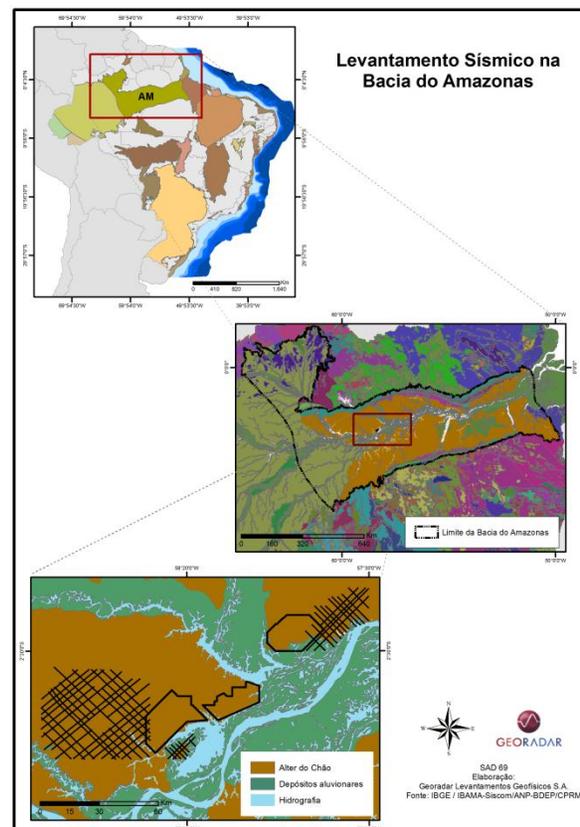


Figura 1 – Mapa de localização dos programas.

A campanha resultou em 1.540 km lineares de Sísmica 2D com 1.470 km de dados gravimétricos e 1.490 km de dados magnetométricos. Os levantamentos de Sísmica 3D com gravimetria e magnetometria cobriram uma área de 1.110 km².

Metodologia

Contexto Geológico

A Bacia do Amazonas, do tipo intracratônica, pertence à Província do Cráton do Amazonas, conjuntamente com as Bacias do Acre e do Solimões, de idade paleozóica, possui uma área total aproximada de 615.000 km². Na Figura 2, é mostrado o mapa da Bacia do Amazonas com seções geológicas esquemáticas e informações estratigráficas.

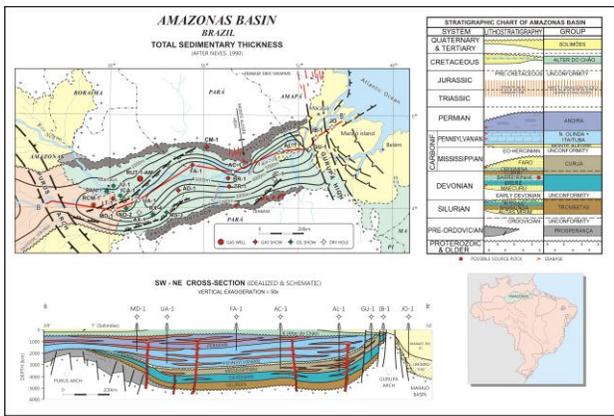


Figura 2 - Seção geológica esquemática da Bacia do Amazonas (Schaller, 1998).

Aquisição e Processamento de Dados Sísmicos

O sismógrafo utilizado na aquisição dos dados sísmicos foi o SERCEL 428XL que possui baixo consumo energético, alta capacidade de monitoramento de canais e digitalização imediata dos dados.

Os parâmetros de aquisição dos levantamentos sísmicos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de parâmetros.

PARÂMETROS DOS LEVANTAMENTOS SÍSMICOS	
COMPRIMENTO DO REGISTRO (s)	6
TAXA DE AMOSTRAGEM (ms)	2
GEOFONE (FABRICANTE / MODELO / TIPO)	SERCEL SG-10 TERRA E PÂNTANO
GEOMETRIA DE AQUISIÇÃO	SPLIT-SPREAD SIMÉTRICO
CANAIS ATIVOS POR TIRO (2D)	480
CANAIS ATIVOS POR TIRO (3D)	300 POR LR
COBERTURA NOMINAL	240
LINHAS RECEPTORAS ATIVAS	16
INTERVALO ENTRE PONTOS DE TIRO (2D) (m)	25
INTERVALO ENTRE ESTAÇÕES RECEPTORAS (2D) (m)	25
INTERVALO ENTRE PONTOS DE TIRO (3D) (m)	40
INTERVALO ENTRE ESTAÇÕES RECEPTORAS (3D) (m)	40
LANÇO (2D) (m)	5987,50 - 12,50 - 0 - 12,50 - 5987,50
LANÇO (3D) (m)	5980,00 - 20,00 - 0 - 20,00 - 5980,00
INTERVALO ENTRE LINHAS DE TIRO (m)	200
INTERVALO ENTRE LINHAS RECEPTORAS (m)	200
DENSIDADE DE INFORMAÇÕES (traços/km ²)	600000
CARGA POR TIRO (kg)	2,25

Os dados foram processados seguindo a sequência listada abaixo:

- Atualização da geometria;
- Edição dos traços;
- Correções estáticas;
- Atenuação de ruídos;
- Compensação de amplitude;
- Deconvolução;
- Análise de velocidade;
- Estáticas Residuais;
- Seção empilhada;
- Seção migrada – *Pre-Stack Time Migration (PSTM)*.

Pontua-se como dificuldades operacionais durante a execução dos programas a hidrografia da região, o ruído ambiental e descargas atmosféricas.

Aquisição e Processamento de Dados Gravimétricos e Magnetométricos

Os gravímetros utilizados no levantamento foram do modelo CG5, fabricado pela SCINTREX, com precisão de 0,001 mGal. Os magnetômetros utilizados foram o GSM 19T fabricado pela GEM SYSTEM, que possui precisão de 0,01 nT.

Os levantamentos de dados gravimétricos e magnetométricos foram executados sobre as linhas de registro, no caso dos programas 2D, e sobre as linhas receptoras nos programas 3D. Em alguns *grids* efetuaram-se levantamentos em algumas linhas de tiro para servir de ponto de amarração entre as medidas, melhorando a acurácia nos pontos de cruzamento. As leituras eram realizadas a cada 200 m, com repetibilidade de 5 leituras para cada ponto, pois dessa forma, eventuais desvios de leitura eram diluídos através da repetição.

Os dados gravimétricos foram processados seguindo o fluxo:

- Correlação dos dados gravimétricos com a topografia;
- Redução gravimétrica: correções de latitude, de maré, de deriva, de ar livre e Bouguer;
- Verificação de *spikes* e inconsistências;
- Aplicação de filtro continuação para cima - resultando no *grid* regional;
- Separação regional residual;
- Elaboração de mapas.

Para os dados magnetométricos as etapas de processamento foram:

- Verificação dos dados provenientes dos magnetômetros base e móvel;
- Correção Diurna;
- Correlação dos dados magnetométricos com a topografia;
- Nivelamento, micronivelamento e remoção do *International Geomagnetic Reference Field (IGRF)*;
- Verificação de *spikes* e inconsistências;
- Elaboração de mapas.

Destacam-se como dificuldades operacionais a utilização dos gravímetros e magnetômetros em zonas alagadas devido à sensibilidade dos equipamentos.

Resultados e Discussões

Os dados sísmicos adquiridos passaram pelas etapas de processamento, cujo resultado preliminar é apresentado nas Figura 3 e Figura 4.

Observa-se na linha sísmica do 2D_PROGRAMA_1, cujo azimute é 135° uma correlação de estruturas e formações com os dados sísmicos já existentes (Figura 5 e Figura 6), ressaltando-se:

- Discordância paleozóica em 200 ms;
- Intrusões (soleiras de diabásio) em 500 ms;
- Zonas de falhas e dobramentos típicos da Bacia;
- Presença de halita e anidrita em 700 ms;
- Descontinuidades entre as soleiras e os horizontes de halita / anidrita;
- Refletores descontínuos de 1300 ms até 2100 ms.

Para a linha sísmica proveniente do levantamento 3D_PROGRAMA_3, com azimute de 45°, menciona-se os seguintes aspectos:

- Discordância do topo ou da base de Cretáceo, em 380 ms;
- Discordância paleozóica em 500 ms;
- Refletores em 800 ms, 1350 ms e 1600 ms;
- Zonas de descontinuidade na mesma direção da aquisição da linha sísmica.

Os dados gravimétricos e magnéticos passaram pelas etapas de processamento e foram construídos mapas que auxiliaram no entendimento dos resultados dos dados sísmicos. Estes são apresentados nas Figura 7 e Figura 8.

O Mapa de Anomalia Bouguer Residual evidencia os seguintes aspectos:

- Observa-se em todos os programas forte Anomalia Bouguer Residual entre 1,8 mGal à 3,8 mGal, exceto o programa mais a SW do mapa (programa 2D_PROGRAMA_3);
- As anomalias se correlacionam entre os programas evidenciando continuidade entre as estruturas que geraram as anomalias;
- Fortes Anomalias Bouguer Residuais alongadas nos *trends* SW-NE, típicas da Bacia.

No Mapa de Anomalia Magnética destacam-se os seguintes pontos:

- Fortes anomalias magnéticas negativas da ordem de -131,7 nT à -26,5 nT;
- Correlação entre as anomalias magnéticas dos programas;
- Alongamento das anomalias magnéticas negativas na direção SW-NE.

Nota-se que devido a área dos levantamentos estar próxima do Equador Magnético (inclinação magnético próximo 0°) as anomalias magnéticas negativas são as zonas que representam as maiores concentrações de rochas magnéticas.

Considerações e Conclusões

Do ponto de vista técnico, o projeto permitiu o conhecimento prático da aquisição de dados sísmicos, gravimétricos e magnetométricos em ambiente de selva, o aprimoramento das rotinas de pré-processamento e processamento dos dados e estudos de correlação de

dados sísmicos com dados gravimétricos e magnetométricos.

Os dados sísmicos apresentaram descontinuidades e ausência de refletores devido ao baixo contraste de impedância entre os horizontes abaixo de 2400 ms (Figura 3).

Os dados sísmicos adquiridos tem correlação com os dados públicos existentes da área e levantam indícios de informações além da janela de 2000 ms (identificação de refletores).

Os dados gravimétricos e magnetométricos apresentam consonância entre suas anomalias, o que significa que as fontes causadoras das anomalias são as mesmas (embasamento cristalino e sequências intrusivas - diques e soleiras de diabásio), porém, observa-se no mapa gravimétrico (Figura 7) a interferência de fontes de baixa frequência relacionada a variações litológicas intra-embasamento. Acrescenta-se que há uma correlação com os dados sísmicos, principalmente na identificação dos *trends* estruturais, preferencialmente nas direções SW-NE, típicos da bacia.

Do ponto de vista operacional, durante os 21 meses do projeto, a Georadar se preocupou não apenas em desenvolver um trabalho de qualidade, mas proporcionar um desenvolvimento nas comunidades por onde passou.

Destaca-se o excelente resultado das medidas adotadas relativas à SMS, que resultaram em baixos índices de acidentes durante o período de execução do projeto, fruto do investimento em treinamento de pessoal, auditorias comportamentais, reuniões setoriais e diálogos diários de segurança – DDS.

Agradecimentos

- Diretoria de Operações Sísmicas: Ricardo Rodrigues Savini;
- Gerência Operacional: Antônio Rosemberg, Alcimar Natale e Cícero Vicente;
- Geofísicos: Alex Raiol, Amanda Borges, Alana Santos, Anderlon Andrade, Angelo Okada, Ariele Batistti, Brenno Pinheiro, Caio Peixoto, Carla Patricia, Daivison Calado, Dante Pires, Danusa Mayara, Diogo Oliveira, Elias Nascimento, Felipe Gusmão, Francisco Assis, Francisco Valdyr, Gisella Magalhães, Hebert Neves, Joney Justo, Marcel Agnelli, Marcos Freire, Marcy Argolo, Michell Cardoso, Misael Possidonio, Ordilei Silva, Paulo Alves, Rafael Saraiva, Rodrigo Nazareno, Sandro Giovani, Thiago Gomes, Thiago Santa Rosa;
- Analistas de Sistemas: Dayan Magalhães, Fábio Tadeu e Marcelo Ferreira;
- Apoio Técnico: Eduardo de Faria, Frank Falkenhein e Luiz Bampa;
- Corpo Técnico de Geodésia: Cassio Pereira, Mauro de Lima;
- Corpo Técnico de Georreferenciamento: Verônica Torres, Natália Nogueira;
- Corpo Técnico, Operacional, Logístico e SMS;
- Diretoria Comercial.

Referências

Schaller, H., 1998, Phanerozoic Sedimentary Basins of Brazil.

Dignart, A. Vieira, J.R., 2009, Décima Rodada de Licitações ANP – Bacia do Amazonas. Acesso em: 20/03/2013, http://www.anp.gov.br/brnd/round10/arquivos/seminarios/STA_3_Bacia_do_Amazonas_portugues.pdf

Schobbenhaus, C.; Gonçalves, J. H.; SANTOS, J. O. S. et al. CPRM, 2004. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Sistema de Informações Geográficas - SIG e 46 folhas na escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2004. 41 CD-ROM.

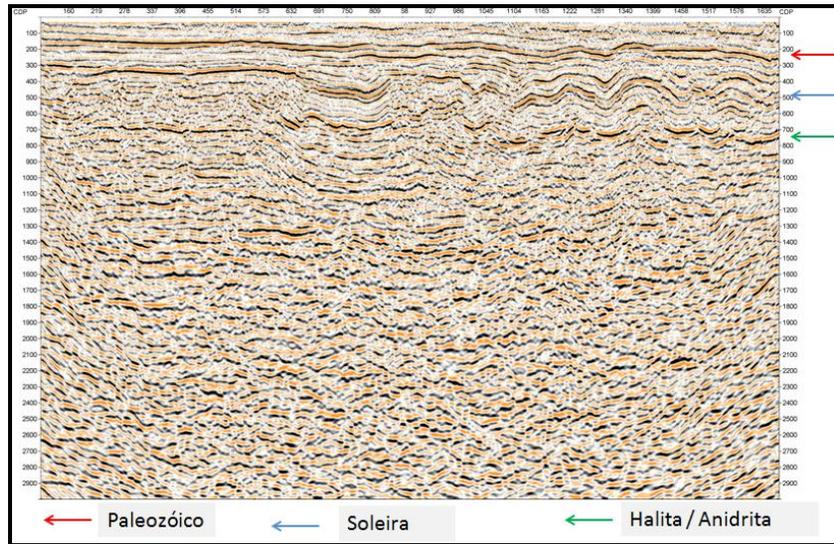


Figura 3 - Linha sísmica do 2D_PROGRAMA_1 - azimute da linha 135°.

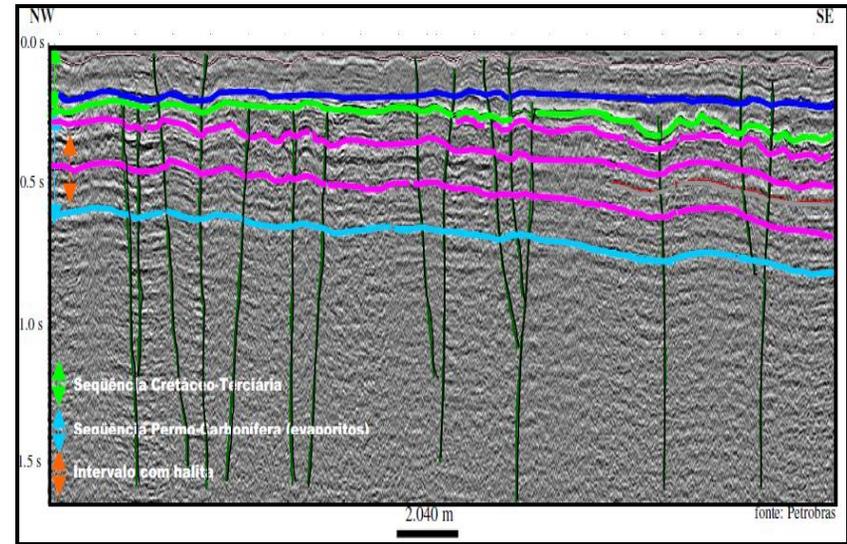


Figura 5 - Linha sísmica cedida pela PETROBRAS - próximo ao programa 3D_PROGRAMA_3 - porção Norte da Bacia Amazonas.

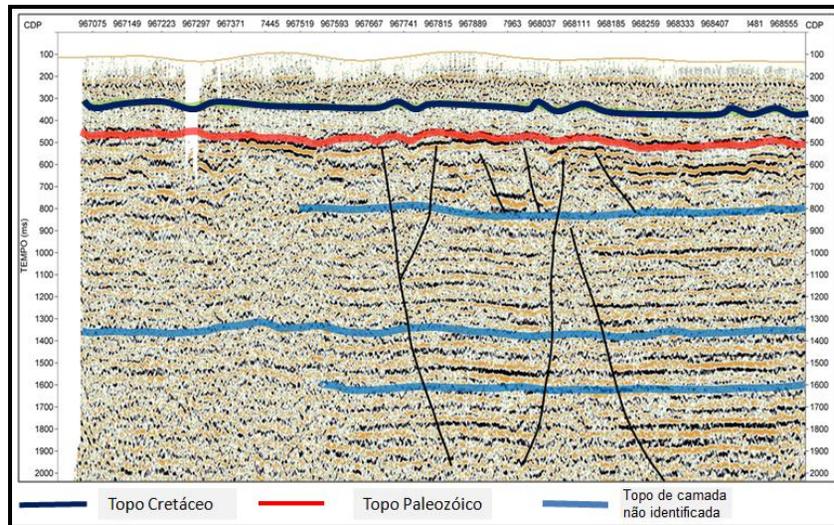


Figura 4 - Linha sísmica do 3D_PROGRAMA_3 - azimute da linha 45°.

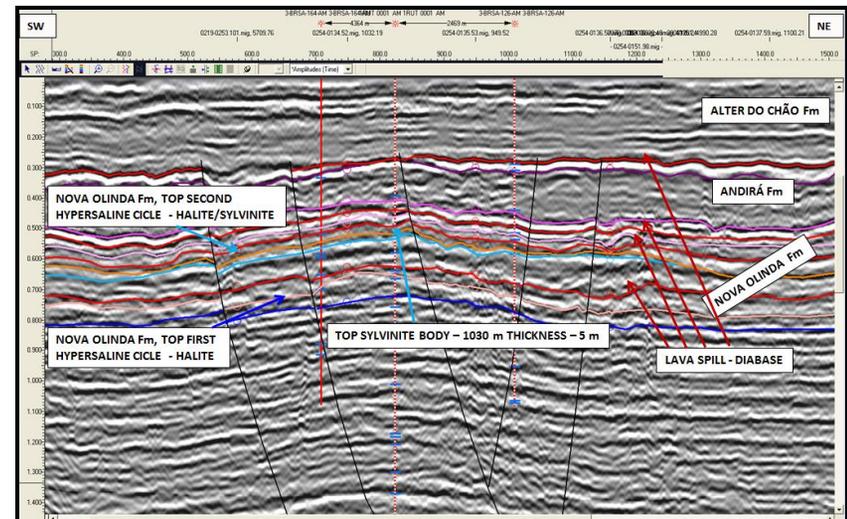


Figura 6 - Linha sísmica pública próxima ao poço 1-RUT-0001 AM localizado na porção norte do programa 3D_PROGRAMA_2 - modificado de Dignart e Vieira, 2009.

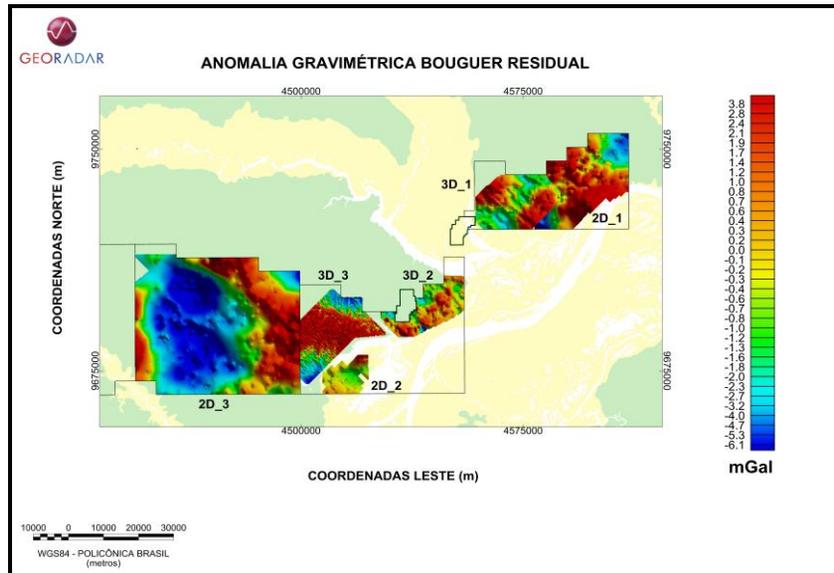


Figura 7 - Mapa de Anomalia Gravimétrica Bouguer Residual dos programas.

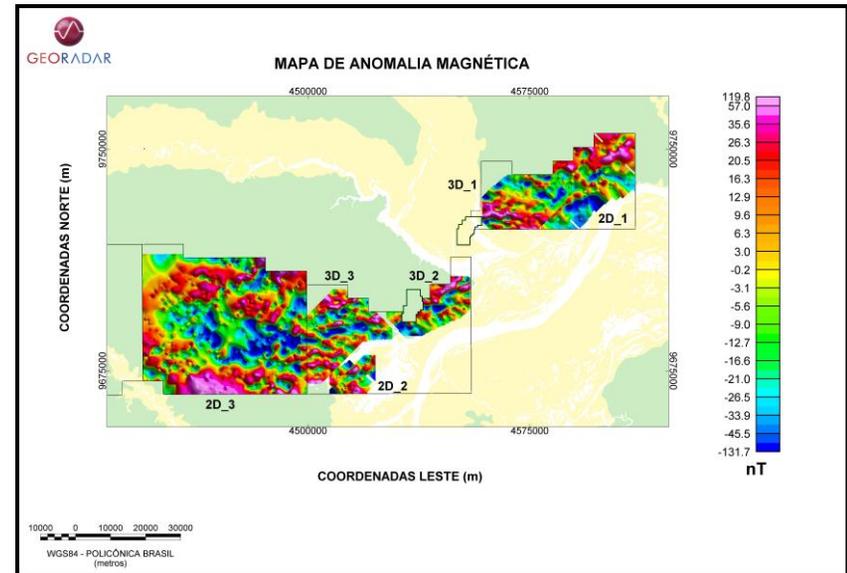


Figura 8 - Mapa de Anomalia Magnética dos programas.