

Aplicação do método ISA-GHT no delineamento magnético-estrutural do Escudo Paranaense

Luís Gustavo de Castro¹, Francisco José Fonseca Ferreira¹, Alberto Pio Fiori², Adalene Moreira Silva³, Saulo Alves Carreiro de Araújo³, 1 – Laboratório de Pesquisas em Geofísica Aplicada (LPGA/UFPR), 2 – Departamento de Geologia (DGEOL/UFPR), 3 – Laboratório de Geofísica Aplicada (LGA/UnB)

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 15-18, 2011.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 12th 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 aims to present the interpretation of magnetic and structural framework of the Paranaense Shield, based on the application of the tilt derivative of the total horizontal gradient. Seeking to test the regional interpretation, we selected a test site and the results showed good correspondence with the trends of the Euler solutions and with the geological structures mapped in semi-detail. Finally, the method proved itself as a useful tool in the structural design of the Paranaense Shield.

Introdução

O reconhecimento das descontinuidades tectônicas e de seu arranjo espacial em subsuperfície constitui um grande desafio, tanto na área da cartografia como na contextualização geológica e compartimentação tectônica. O delineamento das grandes zonas de cisalhamento que cruzam o Pré-Cambriano Paranaense e a definição de sua geometria em subsuperfície constitui uma peça chave na discussão dos modelos tectônicos propostos para a área estudada.

Neste sentido, o presente trabalho apresenta, no âmbito do Projeto Falhas/Petrobras (www.projtofalhas.ufpr.br), um arcabouço magnético-estrutural do Escudo Paranaense delineado a partir da aplicação de métodos de interpretação qualitativa, com destaque à inclinação do sinal analítico do gradiente horizontal total (Ferreira et al. 2010).

Localização e geologia da área de estudo

A área de estudo localiza-se na porção Leste do Estado do Paraná, na região denominada Escudo Paranaense e está localizada entre coordenadas geográficas: 24°00'-26° 30' de latitude S e 47°30'-51°00' de longitude W, vide Figura 1.

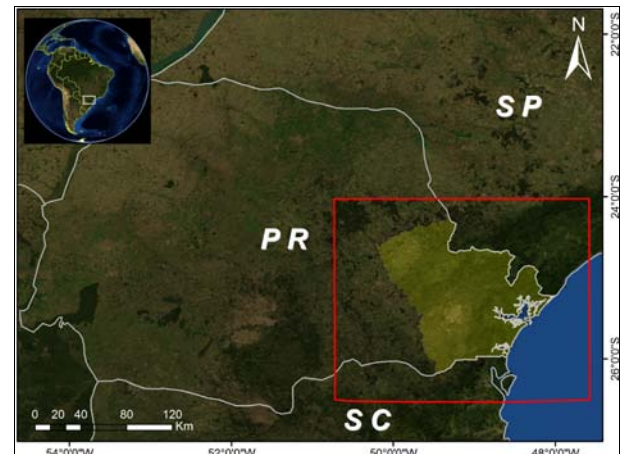


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo (vermelho) com destaque para o Escudo Paranaense (amarelo)

A região do escudo é marcada pela presença de zonas de cisalhamento neoproterozóicas com direção NE, que condicionam as unidades geológicas e tectônicas no contexto do Pré-Cambriano Paranaense. As principais zonas de cisalhamento são indicadas no mapa geológico simplificado da Figura 2.

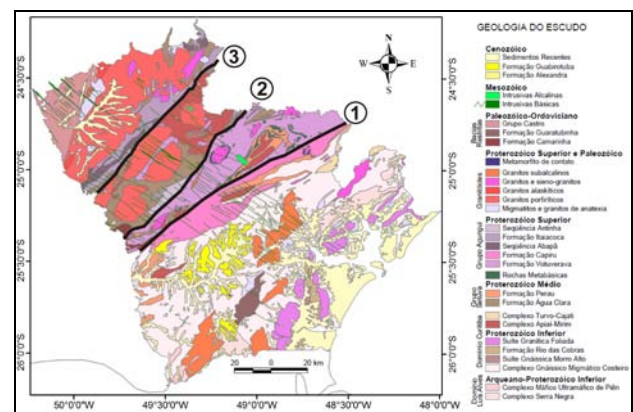


Figura 2 – Mapa geológico simplificado do Escudo Paranaense (MINEROPAR 2001) com destaque para as zonas de cisalhamento Lancinha (1), Morro Agudo (2) e Itaipirapuã (3).

A cobertura aerogeofísica disponível para a área de estudo é composta de cinco projetos (Figura 3): São Paulo - Rio de Janeiro/Área São Paulo, Serra do Mar Sul, Ponta Grossa Criciúma, Bacia do Paraná e Plataforma Continental Sul.

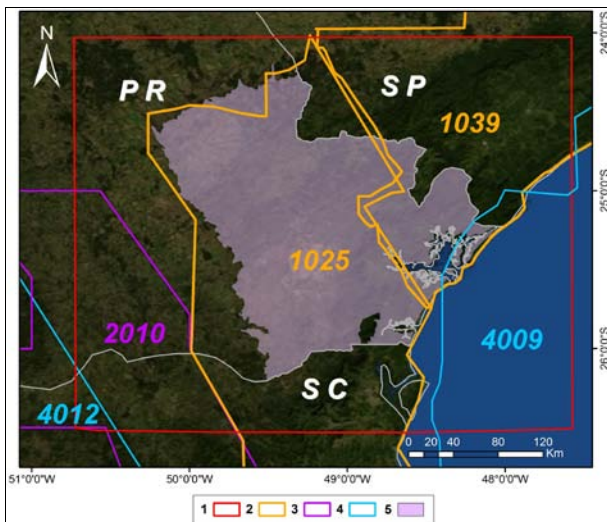


Figura 3 – Mapa índice da cobertura aerogeofísica: 1-área de estudo; 2 - Levantamentos da Série 1000 (DNPM/CPRM); 3 – Levantamentos da Série 2000 (CNEM/NUCLEBRAS); 4 – Levantamentos da Série 4000 (PETROBRAS); 5 – Escudo Paranaense.

Para a composição do mapa magnético do Escudo Paranaense, o qual constituiu a base do presente trabalho, os levantamentos foram continuados para cima a uma altitude de 1500 metros, integrados e recortados para a área de estudo. O mapa resultante é apresentado na Figura 4.

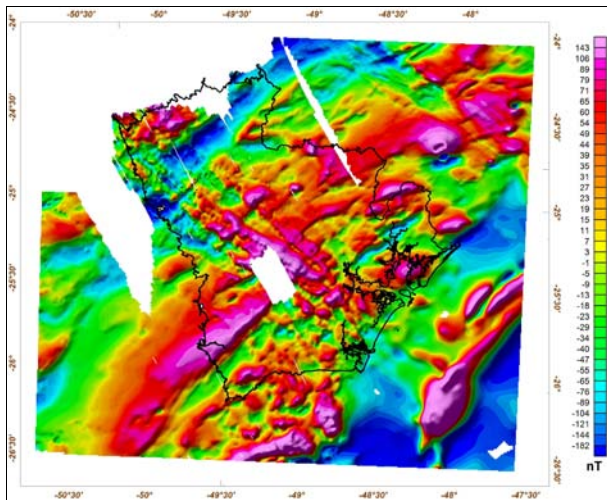


Figura 4 – Mapa magnético do Escudo Paranaense continuado para cima a 1500m.

Processamento e interpretação preliminar

A partir de uma análise preliminar do mapa magnético residual foi possível notar anomalias lineares de curtos comprimentos de onda, orientadas segundo uma faixa contínua de direção NW-SE, com uma largura aproximada de 100 km, as quais estão relacionadas à resposta dos enxames de diques de diabásio mesozóicos do Arco de Ponta Grossa. Tais anomalias dificultam o reconhecimento da continuidade geofísica das grandes zonas de cisalhamento neoproterozóicas aflorantes na área de estudo, dispostas predominantemente na direção

NE-SW. Desta forma optou-se por realizar um novo micronivelamento nos dados pré-processados, encarando como ruídos as anomalias derivadas dos diques, com o objetivo de minimizá-las. Para tanto foi utilizada uma combinação dos filtros cosseno direcional e Butterworth, o qual foi continuado para cima (2000 m), conforme a Figura 5, e para 5000 m.

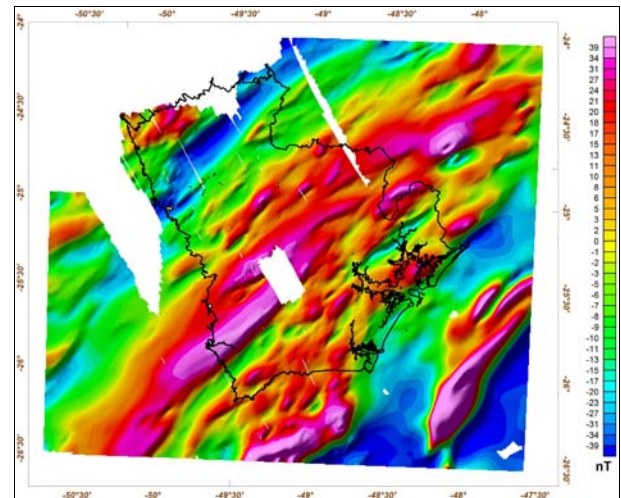


Figura 5 – Mapa magnético do Escudo Paranaense sem a influência dos diques continuado para cima a 2000m.

Método

Ferreira et al. (2010) apresentaram um método de análise qualitativo denominado inclinação do sinal analítico do gradiente horizontal total (ISA-GHT) que consiste no realce de anomalias magnéticas através da aplicação da inclinação do sinal analítico (ISA) sobre o resultado do gradiente horizontal total (GHT).

Os principais atributos do gradiente horizontal total são (i) delinear as bordas das fontes através de máximos e (ii) os centros por meio de mínimos relativos (Cordell & Grauch 1985). Contudo, as amplitudes destes sinais são gradativamente atenuadas com o incremento da profundidade das fontes.

Por outro lado a inclinação do sinal analítico (ISA), introduzido por Miller & Singh (1994), equaliza as máximas amplitudes, independente da profundidade das fontes, e as posiciona diretamente sobre seus centros.

O método ISA-GHT associa os atributos destes dois métodos realçando igualmente os sinais das bordas dos corpos independentemente de suas profundidades.

A rotina é iniciada com o cálculo do gradiente horizontal total (GHT) no domínio do espaço, o que diminui os efeitos de borda e reduz os ruídos (e.g. Li 2009). Em seguida, a inclinação do sinal analítico (ISA) é aplicada sobre a malha resultante, conforme a equação abaixo:

$$ISA-GHT = \tan^{-1} \left[\frac{\frac{\partial GHT}{\partial z}}{\sqrt{\left(\frac{\partial GHT}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial GHT}{\partial y}\right)^2}} \right]$$

Onde GHT é definido pela seguinte equação:

$$GHT = \left[\left(\frac{\partial M}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial M}{\partial y}\right)^2 \right]^{1/2}$$

na qual *M* é a anomalia magnética.

Resultados

O método foi aplicado aos dados magnéticos do Escudo Paranaense continuados para 5000 m, cuja interpretação é mostrada na Figura 6.

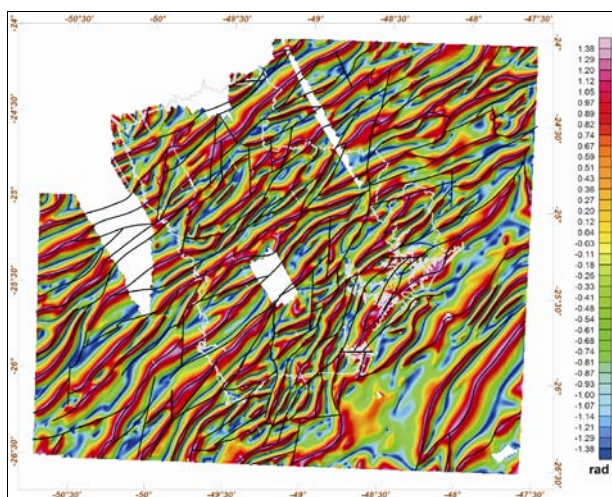


Figura 6 – Mapa da inclinação do sinal analítico do gradiente horizontal total (ISA-GHT), calculado com base nos dados magnéticos continuados para 5000 m, indicando a interpretação estrutural do Escudo Paranaense.

Área teste no Grupo Açungui

Visando testar a interpretação da Figura 6, foi selecionada uma área-teste, cuja geologia e feições estruturais são conhecidas em escala de semidetalhe (Figura 7, Fiori 1991). A localização da área-teste é indicada na Figura 8.

Os dados originais (Figura 9), em função da predominância dos sinais dos diques, foram filtrados pelo mesmo procedimento já descrito para a área total. Na seqüência, foram continuados para cima (2000 m, Figura 10) e 5000 metros, sobre os quais foi aplicada a técnica ISA-GHT. A Figura 11 mostra a interpretação estrutural sobre os dados ISA-GHT (2000 m), a qual se harmonizou com a disposição das soluções de Euler para o índice estrutural contato (SI= 0).

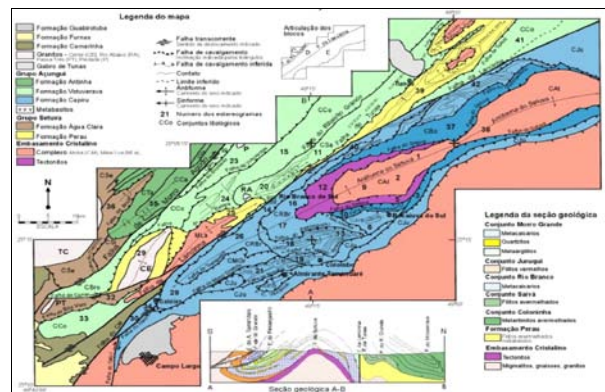


Figura 7 – Mapa Geológico-estrutural do Grupo Açungui (FIORI 1991).

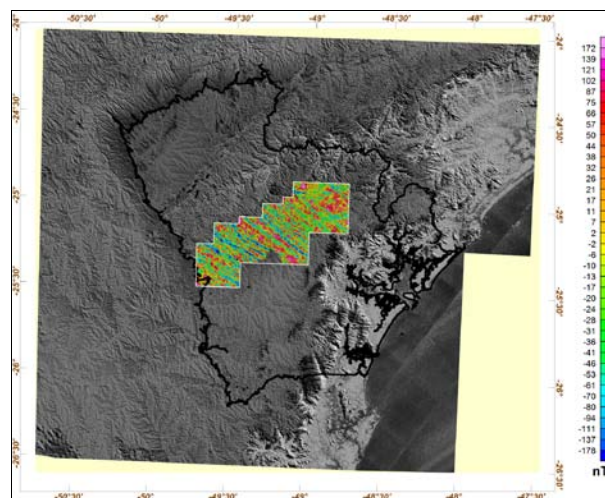


Figura 8 – Mapa magnético de localização do Grupo Açungui utilizado como área teste.

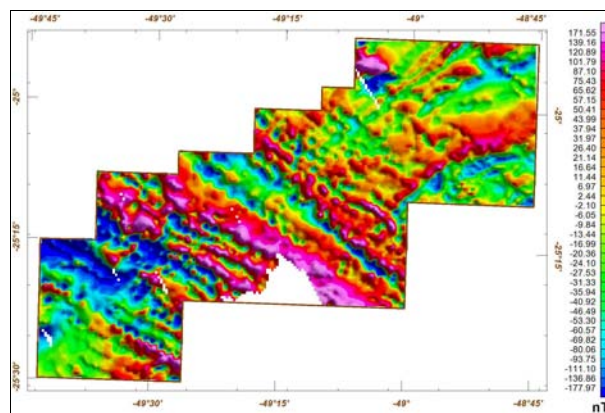


Figura 9 – Mapa magnético residual do Grupo Açungui.

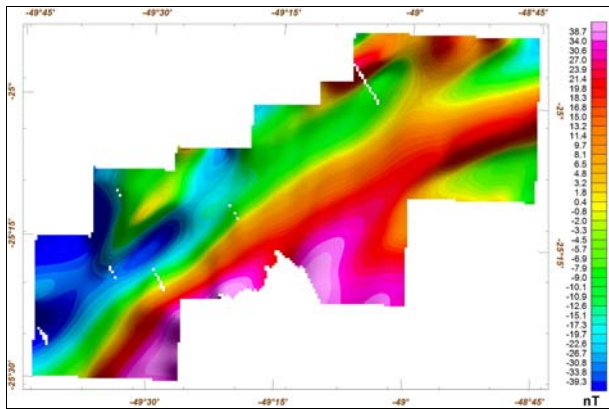


Figura 10 – Mapa magnético do Grupo Açungui continuado para cima (2000 m), sem o efeito dos diques

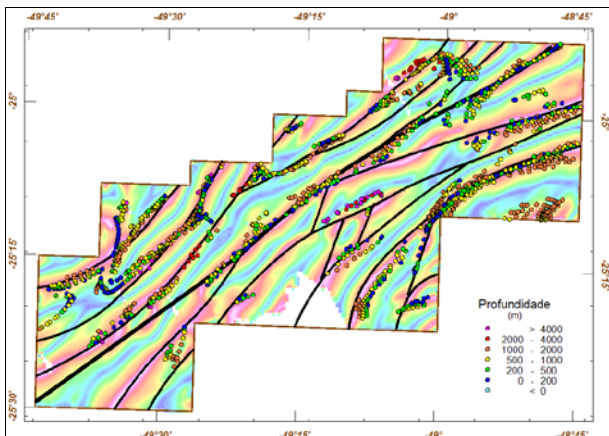


Figura 11 – Mapa de soluções de Euler do Grupo Açungui sobreposto a interpretação resultante do método ISA-GHT aplicado aos dados continuado a 2000 metros.

Dentre os resultados obtidos para a área teste, a interpretação dos dados continuados para 5000 metros (Figura 12), referente ao embasamento profundo, mostrou uma densidade de lineamentos magnéticos compatível com a escala de trabalho do Escudo, de modo que foi utilizada como referência para balizar a interpretação final, como se observa na Figura 13.

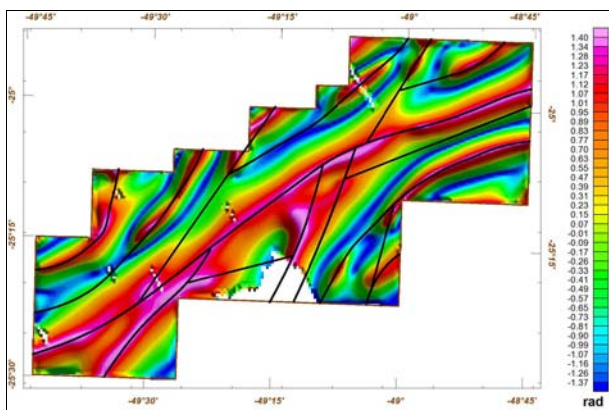


Figura 12 – Interpretação magnética estrutural do embasamento profundo do Grupo Açungui sobreposta ao mapa magnético ISA-GHT (5000 m).

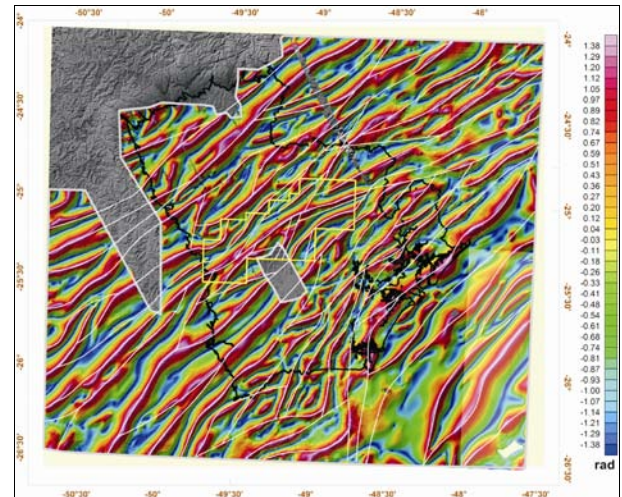


Figura 13 – Mapa final de interpretação magnética do Escudo Paranaense sobre os dados ISA-GHT (5000 m), indicando a área-teste.

Por fim, a Figura 14 mostra a correspondência das estruturas magnéticas (Figura 13) com as principais feições geológicas do Escudo Paranaense definidas pela CPRM (2001).

Conclusões

A aplicação de uma combinação de filtros permitiu gerar um mapa magnético praticamente sem influência das altas frequências espaciais derivadas dos diques de diabásio do Arco de Ponta Grossa.

A aplicação da técnica ISA-GHT a tais dados permitiu delinear o arcabouço magnético do Escudo Paranaense, em correspondência à geologia de superfície, além verificar a continuidade das estruturas proterozóicas para o interior da Bacia do Paraná.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Petrobras pelo financiamento da pesquisa e a CAPES pela cessão de Bolsa de Doutorado (LGC). F.J.F. Ferreira agradece ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

Referências

CORDELL L & GRAUCH VJS. 1985. Mapping basement magnetization zones from aeromagnetic data in the San Juan Basin, New Mexico. In: Hinze WJ (ed). The Utility of Regional Gravity and Magnetic Anomalies Maps. Society of Exploration Geophysicists, p.181-197.
 CPRM .2001. Geologia, tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistemas de Informações Geográficas – SIG e Mapas na escala 1:2.500.000. Luiz Augusto Bizzi et al. – Brasília: CPRM, 2001. 4 CD-Rom. ISBN: 85-7499-006-X.
 FERREIRA FJF, DE SOUZA J, BONGIOLO ABS, CASTRO LG de & ROMEIRO MAT. 2010. Realce de anomalias magnéticas do gradiente horizontal total usando a inclinação do sinal analítico. Parte I - Aplicação a dados sintéticos. In: IV Simpósio Brasileiro de Geofísica. 1 CD-ROM, Brasília-DF.

FIORI AP. 1991. Tectônica e Estratigrafia do Grupo Açungui a norte de Curitiba. Tese de Livre-Docência Univ. São Paulo. 261p.

FIORI AP. 1992. Tectônica e estratigrafia do Grupo Açungui-PR. Boletim IG-USP, Série Científica, 23, 55-74.

Li X. 2009. Spatial-domain transformations: something old and something new. In: Society of Exploration Geophysicists Houston international Exposition and

Annual Meeting. Houston. Texas, Expanded Abstracts, 928-932

MILLER HG & SINGH V. 1994. Potential field tilt – a new concept for location of potential field sources. Journal of Applied Geophysics, 32(2-3): 213-217.

MINEROPAR. 2001. Atlas Geológico do Estado do Paraná. 125p.

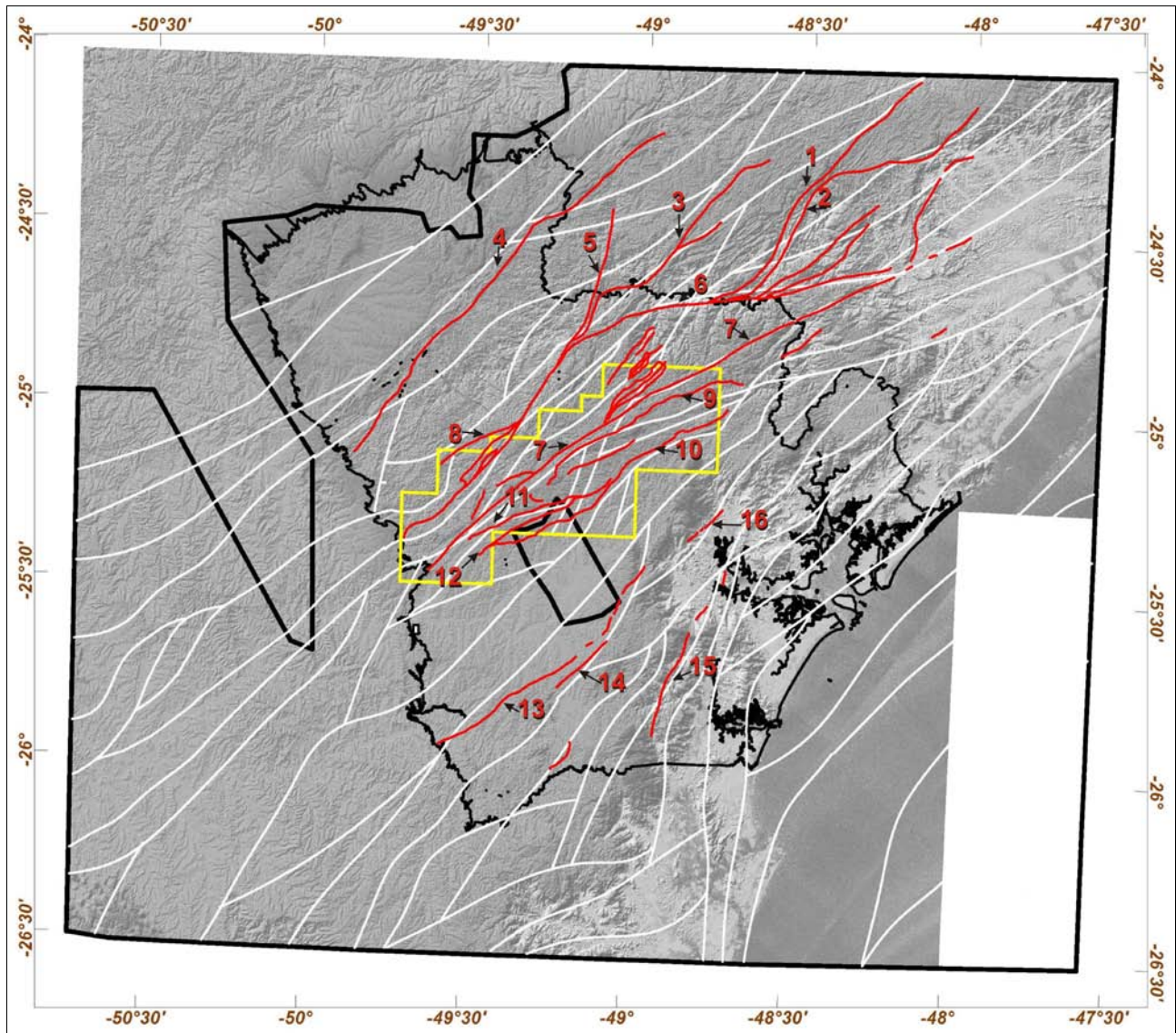


Figura 15 – Mapa de integração da infra-estrutura magnética e principais estruturas mapeadas (CPRM 2001) do Escudo Paranaense. 1) Z.C. Figueira, 2) Z.C. Agudos Grandes, 3) Z.C. Quarenta-Oitava, 4) Z.C. Itapirapuã, 5) Z.C. Morro Agudo, 6) Lineamento Ribeira, 7) Z.C. Lancinha, 8) Z.C. Tijuco, 9) Z.C. Queimadinho, 10) Lineamento São João - Lamenha Grande, 11) Z.C. Morro Grande, 12) Z.C. Almirante Tamandaré, 13) Lineamento Mandirituba-Piraquara, 14) Z.C. Piên-Tijucas, 15) Lineamento Alexandra, 16) Lineamento Morretes.