

Considerações Sobre Configuração Estrutural da Bacia dos Parecis a Partir da Análise de Dados Aeromagnéticos

Faria, H.P.A., Vidotti, R. M., Correa, R. T., Abreu, C. J., Alvarenga, C. J. S.
Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

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

The Parecis basin is among the largest Brazilian intracratonic basins with an area of approximately 500,000 km². It is located in the center west of Brazil, in the southern sector of the Amazonian Craton, between the Solimões and Paraná Paleozoic basins. Airborne magnetometric data are processed and interpreted with the aim of contributing to the advancement of knowledge in this basin. The qualitative interpretation of the data is made based on magnetic anomalous field, first order derivatives, analytic signal and tilt derivative in order to describe magnetic domains and lineaments. The quantitative interpretation is based on Euler

deconvolution, which plotted the boundaries of magnetic domains and lineaments as well as their source depths. Four magnetic domains are defined based on the amplitude, wavelength and preferred direction of magnetic anomalies. It was possible to characterize magnetic anomalies in the sedimentary package as well as the crust to a depth of 12 km.

Introdução

A Bacia dos Parecis é classificada como uma bacia intracratônica com uma área aproximada de 500.000 km². Localiza-se no Centro-Oeste do Brasil, no setor sul do Cráton Amazonas entre a bacia dos Solimões e a bacia do Paraná (Figura 1). Tectonicamente localiza-se no setor sudoeste do Cráton Amazônico entre os cinturões de cisalhamento Rondônia e Guaporé (Almeida, 1983). A bacia é descrita por três domínios tectono-sedimentares diferenciados respectivamente pelos altos da Vilhena e da Serra Formosa (Siqueira e Teixeira, 1993). O sul é

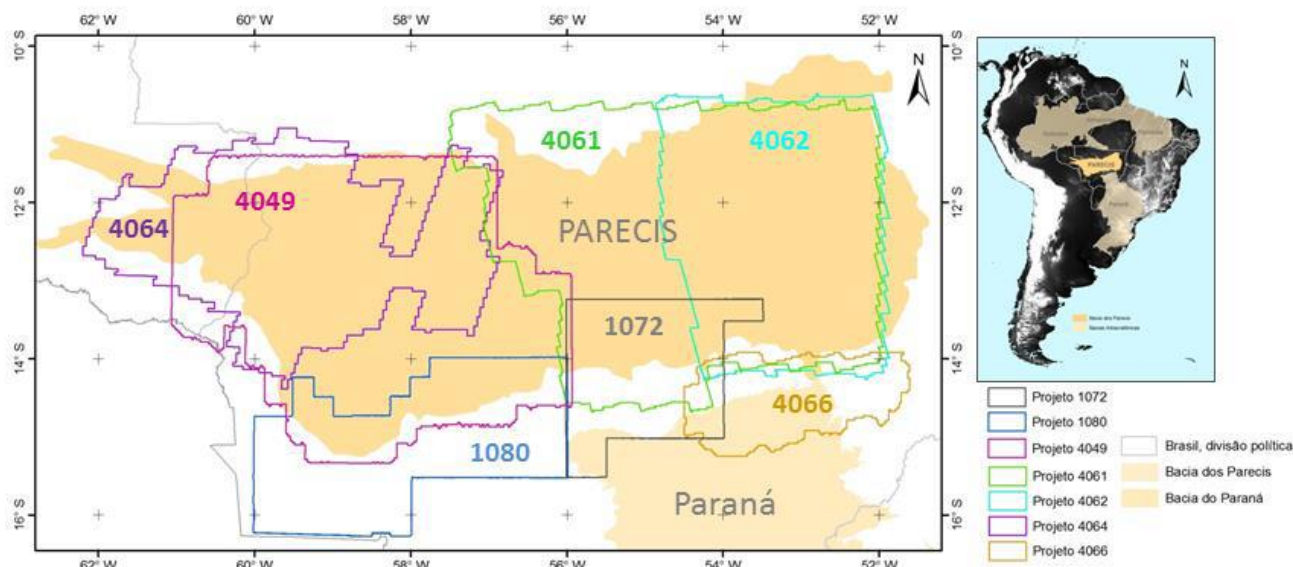


Figura 1- Localização da bacia dos Parecis e levantamentos aeromagnéticos utilizados neste trabalho.

delimitado pela faixa Paraguai-Araguaia. O extremo oeste é formado por uma depressão tectônica (Fossa Tectônica de Rondônia), a região central é identificada por um baixo gravimétrico da ordem de -40 mGal (sub-bacia Juruena) e a região leste é interior tipo sinéclise (sub-bacia Alto Xingu) (Siqueira, 1989 e Pedreira et al, 2003).

A bacia contém aproximadamente seis quilômetros de rochas sedimentares do Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico e também possui rochas vulcânicas do Cretáceo. Seu embasamento é formado de rochas metamórficas de alto e baixo grau, bem como rochas intrusivas. As rochas sedimentares da bacia são predominantemente siliciclásticas as quais incluem unidades ricas em matéria orgânica, potencialmente geradoras de petróleo. A presença de algumas camadas de calcário é identificada entre o Siluriano e o Carbonífero, este último possui frequentes níveis de gipsita e certas lentes de carvão. Alguns kimberlitos são percebidos atravessando a sequência sedimentar, mesmo que a manifestação magmática dominante do cretáceo tenha ocorrido em suas margens (Siqueira, 1989). O sistema petrolífero dessa bacia é pouco conhecido, necessitando de trabalhos geofísicos, estratigráficos, sedimentológicos, geoquímicos e isotópicos que possam melhor subsidiar a pesquisa petrolífera na bacia, o que motiva este trabalho.

Segundo Gunn (1997), o desenvolvimento de novas tecnologias na aquisição de dados de geofísica aérea possibilitou uma maior relevância destes nos estudos de bacias sedimentares e suas estruturas, revelando a existência de gradientes magnéticos surgindo de estruturas sedimentares, visto que anteriormente apenas a identificação do embasamento das bacias sedimentares era possível. Técnicas atuais de interpretação se concentram em definir atributos geométricos tanto relacionados a profundidades quanto a estruturas dos corpos magnéticos.

A bacia dos Parecis já foi objeto de vários estudos (e.g. Bahia et al, 2007; Braga e Siqueira, 1996) utilizando parte dos dados aerogeofísicos que são integrados nesse trabalho. Porém, em função da existência de novos

dados de aerogeofísica e da evolução em técnicas de processamento, este trabalho traz novas contribuições ao entendimento da evolução estrutural, configuração do embasamento da bacia e seu pacote sedimentar.

Métodos

Sete levantamentos aeromagnéticos cobrem a bacia quase que por completo. Suas linhas de voo variam de 500 a 18.000 metros de espaçamento com elevações que variam de 100 a 1.060 metros. Desta forma o processo de integração dos dados é dificultado, uma vez que há diferença de resolução e detalhamento entre os levantamentos (Tabela 1).

Tabela 1 – Informações sobre levantamentos aerogeofísicos.

Projeto	Ext. Bacia Parecis	Reserva Indígena Juruena	Bc. Parecis Subbc Alto Xingu II	Bc. Parecis Subbc Alto Xingu I	Bacia dos Parecis	Mato Grosso - Área 1	Mato Grosso - Área 2
Código	4066	4064	4062	4061	4049	1072	1080
Espaçamento Linha de voo	12 km	18 km	6 km	3 km	3 km	0,5 km	0,5 km
Direção de voo	N15W	N20E	N15SW	N15W	N-S	N-S	N-S
Altura de Voo	1060 m	1060 m	1060 m	100 m	1000 m	100 m	100 m

O processamento deste trabalho consistiu na obtenção dos produtos: Campo Magnético Anômalo (CMA), Derivadas direcionais (Dx, Dy e Dz), Amplitude do Sinal Analítico (ASA) e Inclinação do Sinal Analítico (ISA) e Deconvolução de Euler.

O mapa do Campo Magnético Anômalo (CMA) foi obtido através do processo de gridagem mínima curvatura, utilizando-se $\frac{1}{4}$ da distância das linhas de voo como tamanho da célula. Tal valor foi adotado para que seja preservada a correlação entre a resultante e a informação adquirida sem a aparição de informações falsas, ou aparição de altas frequências (Davis, 1986).

Em função de ruídos existentes na direção das linhas de voo foi necessário micronivelar os projetos individualmente. Aplicou-se o método da decorrução através da utilização de dois filtros consecutivos: Butterworth e o Cosseno Direcional (Geosoft, 2005).

Sequencialmente foi realizada a junção de todos os projetos para a análise da bacia em uma escala regional. Todos os levantamentos, exceto os 4066, 4064 e 4062

passaram pelo filtro continuação ascendente com o intuito de nivelar todos os levantamentos para o mesmo plano de altitude (Kellog, 1953). Neste trabalho todos os levantamentos foram elevados para o de maior altura de voo (1060 metros).

Resultados

Em geral, o Campo Magnético Anômalo ou Residual (Figura 2) requer um cuidado especial ao ser interpretado. Devido a seu caráter dipolar e sua complexidade relacionada às formas e inclinações de suas fontes de magnetização é normalmente realizada apenas uma interpretação qualitativa (Telford, 1990).

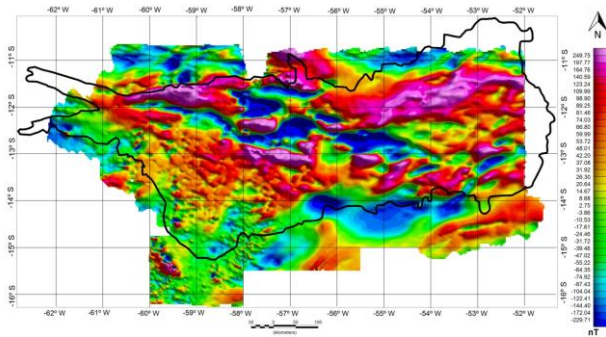


Figura 2 – Campo magnético anômalo (CMA), micronivelado e com continuação ascendente (1060 m).

A derivada vertical (D_z) ou gradiente vertical associa-se a uma estimativa da taxa de variação do campo magnético anômalo com o distanciamento ou aproximação da fonte magnética causadora da anomalia. Fisicamente, representa uma transformação linear de campos potenciais com respostas de alta frequência de modo que se sobressaiam sobre os sinais de baixa frequência (Blakely, 1995; Geosoft, 2005). Em outras palavras, esta componente favorece a diferenciação de contatos, falhas, descontinuidades e lineamentos magnéticos.

As derivadas horizontais (D_y e D_x), por sua vez, analisam o gradiente do campo nas direções preferenciais dos vetores perpendiculares, que seguem as direções N-S e W-S respectivamente. Auxiliam na detecção de contatos estruturais (Cordell, 1979).

Após a obtenção das derivadas foi gerada a Amplitude do Sinal Analítico (ASA), que por sua vez, não depende nem

da direção do vetor campo magnético nem do sentido sua fonte geradora, tornando as anomalias monopolares (Roest et al, 1992). Tais vantagens possibilitam uma melhor interpretação em regiões de baixas latitudes onde o vetor campo magnético tende a horizontalização (e.g. Reynolds, 1997).

A ASA (Figura 3) também pode ser utilizada para delinear os contrastes magnéticos, delimitando assim seus domínios e enfatizando seus limites laterais tão bem como para dar a centralização das fontes magnéticas e uma estimativa de suas profundidades (Nabighian, 1972, 1974; Roest et al, 1992).

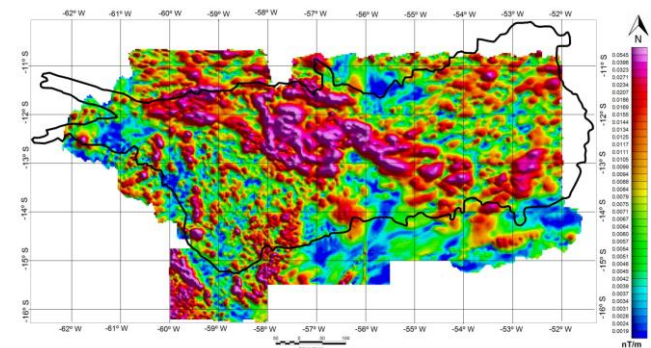


Figura 3 – Amplitude do sinal analítico (ASA).

O ISA (Miller and Singh, 1994) é uma função bidimensional dada pela razão entre a derivada vertical e a amplitude do gradiente Horizontal total, que possibilita estimar a profundidade da fonte causadora (Figura 4).

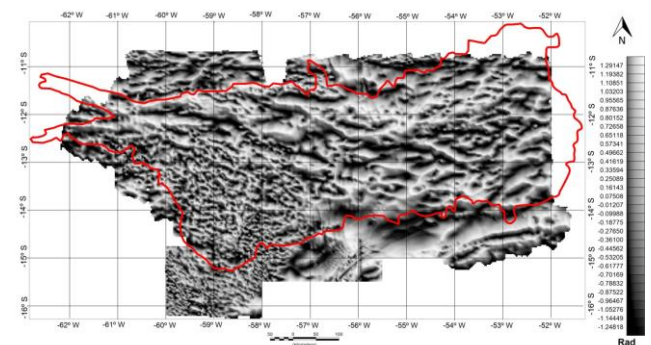


Figura 4 – Inclinação do sinal analítico (ISA).

Os lineamentos foram identificados nos produtos ISA e derivadas nas direções x, y e z. Encontram-se na direção principal E-W, juntamente com direções secundárias nos sentidos NE e NW.

A interpretação quantitativa foi feita com o método de deconvolução de Euler (Thompson, 1982; Reid et al. 1990). Tal método é uma inversão que calcula a profundidade do topo dos corpos que possuem características magnéticas (Thompson, 1982).

A equação do método de deconvolução de Euler é dada por:

$$(x - x_0) \frac{\partial T}{\partial x} + (y - y_0) \frac{\partial T}{\partial y} - (z - z_0) \frac{\partial T}{\partial z} = N(B - T) \quad (1)$$

Onde x_0 , y_0 e z_0 são as coordenadas da fonte magnética cuja intensidade do campo magnético T e seu valor regional B são medidos no ponto (x, y, z) ; N é o grau de homogeneidade e se refere ao índice estrutural.

Foi utilizado o índice estrutural com valor 1, que representa uma amplificação e melhor visualização de fontes magnéticas que determinam feições lineares.

Para melhor visualização dos dados as soluções foram separadas em dois intervalos, onde em um dos mapas apresentamos soluções até 5000 metros de profundidade (figura 5) e no outro, soluções que variam de 5.000 a 12.000 metros (figura 6).

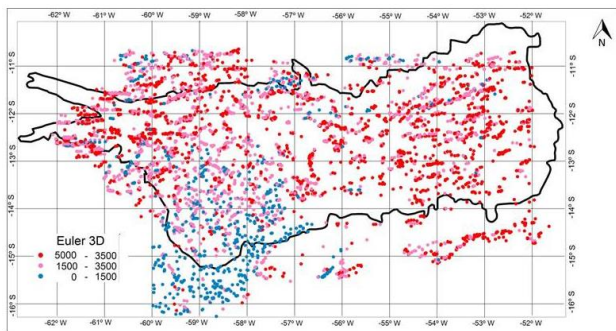


Figura 5 – Soluções de Euler com profundidades variando de 1 a 5 km, sugerindo tratar-se de lineamentos e limites magnéticos intrabaciais.

Discussões

A interpretação qualitativa é feita a partir de dos produtos descritos no item anterior, onde são definidos domínios e lineamentos magnéticos. Foi possível identificar quatro principais domínios regionais que serão descritos a seguir.

O primeiro domínio encontra-se na porção central da bacia, caracterizado por maior gradiente no ASA (Figura

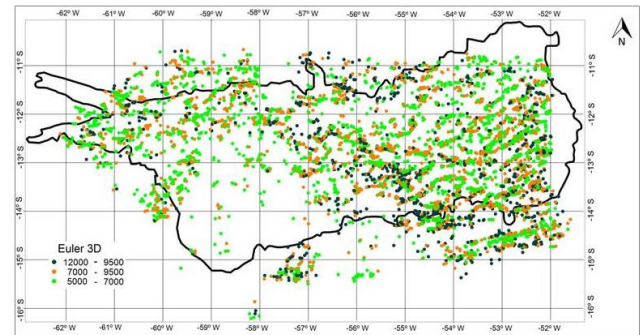


Figura 6 – Soluções de Euler com profundidades variando de 5 a 12 km, sugerindo tratar-se de lineamentos e limites magnéticos do embasamento da bacia.

3). No mapa do CMA (Figura 2) apresenta anomalias variando de -1010 a 900 nT. As anomalias estão orientadas na direção NW (CMA, ASA, ISA), e possuem os maiores comprimentos de onda (até, cerca de 100 km). No segundo domínio, localizado na porção sudoeste da área, observa-se intensidade intermediária das anomalias magnéticas, com variação de -60 a 120 nT (CMA), apresentando anomalias de pequeno comprimento de onda (cerca de 20 km), de maneira geral as anomalias não apresentam direção preferencial, embora haja um alinhamento NS, das anomalias com maior gradiente ao longo da longitude 59,5°W. Na porção sudeste da bacia localiza-se o terceiro domínio magnético identificado, apresenta anomalias magnéticas (CMA, Figura 2) com comprimento de onda intermediário, cerca de 50 km, com variação do campo magnético de 250 nT, no extremo sudeste da área apresenta uma anomalia marcante com direção NE (ISA, Figura 4). O quarto domínio encontra-se na porção nordeste da bacia, marcado por uma anomalia magnética com direção EW, com cerca de 400 km de extensão e 100 km de largura (CMA, Figura 2). No ASA (Figura 3) apresenta anomalias de gradiente intermediário. A direção predominante de lineamentos é aproximadamente ENE.

O resultado do processamento quantitativo (deconvolução de Euler, figuras 6 e 7) também pode ser interpretado em quatro domínios como na interpretação qualitativa dos produtos CMA, ASA, ISA e derivadas em x , y e z . Permitindo ainda a quantificação das

profundidades das fontes magnéticas. Há um aumento muito claro de profundidades das fontes magnéticas de E para W na bacia.

O Domínio central caracterizado pelo maior gradiente no ASA e pela maior intensidade de anomalias magnéticas (Figuras 2 e 3) é caracterizado pela menor concentração de estimativas de profundidades pelo método de Euler (Figuras 5 e 6). Há um alinhamento notável no limite oeste deste domínio, com direção NW e profundidades variando de 1,5 a 7,0 km. Há alguns lineamentos em diferentes níveis de profundidades neste domínio com direção NS e EW, especialmente na sua porção centro sul, sugerindo segmentação deste grande domínio magnético.

Na porção sudoeste da figura 6, observa-se predominância de soluções mais rasas, corroborando com a alta frequência presente nos outros produtos analisados. De sul para norte, neste domínio há aumento das profundidades das fontes magnéticas. Observam-se soluções com profundidades de até 1,5 km, sem direção preferencial; entre 1,5 e 3,5 km na porção centro-sul deste domínio nota-se o alinhamento com direção NE. O alinhamento NS observado nos outros produtos apresenta profundidade das fontes variando de 1,5 a 5,0 km. No domínio sudeste observa-se alinhamentos com direção preferencial ENE, com profundidades variando de 3,5 a 7,0 km. Os lineamentos apresentam-se concentrados, com separação em torno de 50 km entre si. O alinhamento com direção NE observado no ISA, não apresenta soluções com alinhamento, porém nesta região há ausência de estimativas de profundidade e uma segmentação dos alinhamentos ENE, com aparente deslocamento, na direção NE. O domínio da porção nordeste da bacia apresenta características semelhantes ao domínio sudeste; alinhamentos ENE, com profundidades variando de 1,5 a 7,0 km. Porém, de maneira geral este domínio parece apresentar profundidades um pouco menores que o domínio ao sul, além de maior distância entre os alinhamentos ENE, que podem ter até 100 km, nas respostas mais profundas.

Conclusões

Observaram-se quatro domínios magnéticos em todos os produtos do processamento magnético analisados. Há, claramente, um aumento das profundidades das fontes magnéticas de leste para oeste. Na porção leste da bacia há o aumento de profundidades de sul para norte e na porção leste, esta relação é inversa, as maiores profundidades encontram-se na porção sul. Há claramente uma correlação das direções e lineamentos, dentro e fora da bacia, na porção sul, com as direções observadas na Faixa Paraguai-Araguaia (Hasui et al, 1977).

O domínio central, com direção NW, correspondendo ao Graben de Pimenta Bueno (e.g. Braga & Siqueira, 1996) é marcado por anomalias magnéticas de maior intensidade e comprimento de onda, pode ser correlacionado a um aligeamento crustal, correlacionado ao rifteamento nesta porção da bacia. Este processo é causado pela troca de calor por condução entre o material quente exalado da astenosfera e a crosta, desmagnetizando algumas de suas rochas assim que elas ultrapassam a temperatura de Curie (e.g. Gunn, 1997).

Dados de gravimetria serão analisados conjuntamente aos resultados apresentados neste trabalho quando será possível fazer uma nova análise global dos resultados obtidos até o momento.

Agradecimentos

Ao Banco de Dados de Exploração e Produção da Agencia Nacional do Petróleo. Gás Natural e Biocombustíveis (BDEP/ANP) e a divisão de Geofísica do Serviço Geológico do Brasil (CPRM) pela cessão dos dados geofísicos utilizados nesse trabalho. À ESRI pela disponibilização do Pacote de ferramentas que compõem a Família ArcGis 10 por intermédio do contrato No 2011 MLK 8733 e a IMAGEM pelo apoio e viabilidade da concretização do termo de uso entre o IG-UnB e a ESRI e pelo suporte aos softwares. Ao Laboratório de Geofísica Aplicada do IG/UnB pela infraestrutura para o

desenvolvimento deste trabalho. Este trabalho é financiado pelo termo de cooperação UnB/Petrobras – 0050.0072426.11.9

Referências

- ALMEIDA F.F.M. 1983. Relações tectônicas das rochas alcalinas mesozóicas da região meridional da Plataforma Sul-Americana. *Rev. Bras. de Geociências*, 13: 139-158.
- BAHIA R.B.C., MARTINS-NETO M.A., BARBOSA M.S.C. & PEDREIRA A.J. 2007. Análise e evolução tectonosedimentar da bacia dos Parecis através de métodos potenciais. *Rev. Bras. de Geociências*, 37(4): 639-649.
- BLAKELY R. J., 1995. *Potential Theory in Gravity & Magnetic Applications*. Cambridge University Press, 441p.
- BRAGA L.F.S. & SIQUEIRA L.P. 1996. Three dimensional gravity modelling of the basement topography beneath Parecis basin, Brazil, constrained by spectral estimates of depth to magnetic sources. In: CONNEXPO/ARPEL, Latin American Petroleum Congress, 5, Atas.
- CORDELL L., PHILLIPES J.D & GODSON R.H. 1992. US geological Survey potential-Field Geophysical software =, version 2.0 USGS, Open-File Report 92. 18p.
- DAVIS J.C. 1986. *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, 2. Ed., U.S.A., 646 p.
- GEOSOFT. 2005. Montaj Geophysics v6.1.Tutorial and User Guide. Disponível em: <http://www.geosoft.com/support/downloads/technical-documentation>. Acessado em outubro/2009.
- GUNN P.J. 1997. Regional magnetic and gravity responses of extensional sedimentary basins. In: AGSO *Journal of Austrlain Geoloy & Geophysics*, 17 (2): 115-131.
- HASUI Y., ABREU F.A.M. & SILVA J.M.R. 1977. Estratigrafia da faixa de dobramentos Paraguai–Araguaia no centro-norte do Brasil. *B. Inst. Geoc. USP*. 8: 107-118.
- KELLOGG O. D., 1953, *Foundations of potential theory*: Springer-Verlag. 384 p.
- MILLER H. G. & SINGH V., 1994. Potential field tilt - a new concept for location of potential field sources. *Journal of Applied Geophysics*, 32: 213–217.
- NABIGHIAN M. N., 1972. The analytic signal of two dimensional magnetic bodies with polygonal cross-section – Its properties and user for automated anomaly interpretation. *Geophysics*, 37: 507-517.
- PEDREIRA A. J., LOPES R. C., VASCONCELOS A. M. & BAHIA R. B.C. 2003. Bacias Sedimentares Paleozóicas e Meso-Cenozóicas. In: Bizzi, L. A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R. M.; Gonçalves, J. H. (Orgs). *Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil - Texto, Mapas e SIG.*, 2003. Brasília, CPRM. p 55-85.
- REID A. B., ALLSOP J. M., GRANSEER H., MILLET A.J., & SOMERTON I. W., 1990, Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution. *Geophysics*, 55: 80-91.
- REYNOLDS J.M. 1997. *An introduction to applied and envi-ronmental geophysics*. John Wiley & Sons, 796 p.
- ROEST , W. R., VERHOEF J. & PINLKINGTON M., 1992, Magnetic interpretation using the 3D analytic signal: *Geophysics*, 57: 116-125
- SIQUEIRA L.P. 1989. Bacia dos Parecis. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 3:3-16.
- SIQUEIRA L.P. & TEIXEIRA L.B. 1993. Bacia dos Parecis: nova fronteira exploratória da Petrobrás. SBGf., 3º.Congr. Intern. Soc. Bras. Geof. *Anais*.
- TELFORD W. M., GELDART L. P., SHERIFF R. E. & KEYS D. A., 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. 770 p.
- THOMPSON, D. 1982. EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates from magnetic data. *Geophysics*, 47(1), 31–37.