

Recomendação para Sondagem no Núcleo Pré-Cambriano do Rio Grande do Sul

Dias, Adalberto da Costa – Professor de geofísica da UNES (Faculdade do Espírito Santo), Geofísico da FENORTE (Fundação Estadual do Norte Fluminense) adalbertocostadias@hotmail.com

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

Copper showings are frequently found in the Precambrian Nucleus of Rio Grande do Sul, but only the Camaquã deposit was economically exploitable. An exploration strategy based on geophysical methods was adopted in area to prospect for copper deposits of the massive sulphide type. In 1977, 7200 line km of helicopter electromagnetic (HEM) and magnetic surveys were executed in areas mapped as Vacacaí and Bom Jardim Formations. HEM responded to two types of conductors a) extensive surficial layers, which show lithologically dependent resistivity; b) sheet like bodies. Ground geophysical measurements were executed over selected anomalies. TURAM and magnetic measurements were executed on a grid of 100 x 25 m. In some target areas also induced polarization and gravity were employed. Also detailed geochemical sampling and geological mapping were performed in target areas of 500 x 500 m. On the basis of geophysical, geochemical and geological surveys drill holes were suggested to explain sources of anomalies.

The same meaning that, only one disseminated sulphide body were detected during the 1977; another magnetic anomaly was founded on the ground, out of the HEM target, and was re-interpreted 34 years after (2011).

Introdução

A região de interesse, objeto deste estudo, situa-se na parte central do Estado do Rio Grande do Sul, englobando as localidades de Caçapava do Sul, Lavras do Sul e Minas do Camaquã. Com base no mapeamento geológico realizado por Jackson et all (1973), são reconhecidos na região dois elementos tectônicos distintos: 1) embasamento cristalino com rochas metamórficas do pré-cambriano inferior; 2) bacia pré-siluriana com rochas sedimentares e vulcânicas (Figura 1).

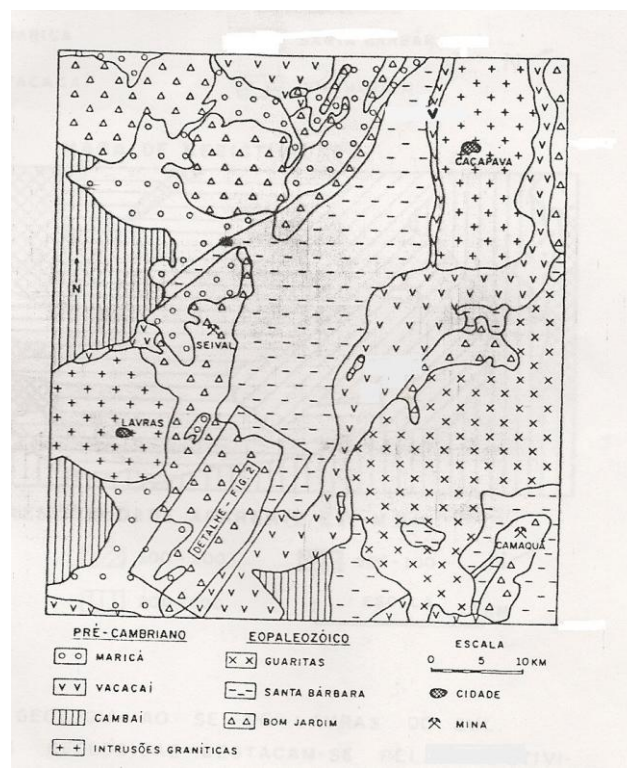


Figura 1 – Mapa Geológico da Região de Caçapava do Sul – RS. (Palacky e Dias, 1978)

O embasamento cristalino está representado pelo Grupo Porongos, com as Formações Cambaí, constituída por diversos tipos de gnaisses-migmatitos; a Formação Vacacaí, representada por rochas de baixo grau metamórfico – tipo quartzo-sericita-clorita-muscovita-xisto, com quartzitos e calcários subordinados e localmente xistos grafitosos. Por último, à Formação Cerro Mantequeira, constituída por rochas ultrabásicas, tais como serpentinitos, peridotitos e dunitos. É importante mencionar a presença de intrusões ígneas nas rochas do Grupo Porongos, constituídas principalmente por granitos.

Fazem parte da bacia rochas pertencente à Formação Maricá e aos Grupos Bom Jardim e Camaquã. A Formação Maricá é constituída essencialmente por conglomerados e arcósios. Com relação ao Grupo Bom Jardim, é reconhecido siltitos, grauvacas e conglomerados da Formação Crespos, com manifestações ácidas do membro Acampamento Velho e manifestações básicas do Membro Hilário. O Grupo Camaquã está representado pelas Formações Santa Bárbara e Guaritas. A Formação Santa Bárbara é constituída por conglomerados com estratificação cruzada, arcósios, grauvacas, arenitos, siltitos e folhelhos. Próximo à base, ocorre o Membro Rodeio Velho, constituído por derrames andesíticos. A Formação Guaritas é constituída por sedimentos finos, silticos e arenosos.

No ano de 1977, uma estratégia de exploração, baseada em métodos geofísicos, foi adotada pela DOCEGEO, subsidiária da Companhia de Mineração Vale do Rio Doce S.A. O objetivo foi prospectar sulfetos maciços, em terrenos do tipo greenstone belt, no núcleo pré-cambriano de Caçapava do Sul e regiões adjacentes. 7200 linhas de levantamento geofísico aéreo, com eletromagnético de helicóptero (HEM) e aeromagnetometria, foram executadas em áreas mapeadas como Formação Vacacaí e Bom Jardim. A Formação Vacacaí, em particular, tem sido um alvo constante nesta pesquisa, devido aos processos vulcanogênicos e metamórficos envolvidos. Também, o Grupo Bom Jardim possui potencial cuprífero.

O HEM respondeu por dois tipos de condutores: a) extensas camadas superficiais mostrando uma dependência da resistividade com a litologia; b) estreitos corpos do tipo “sheet like body”. Coincidentes com anomalias selecionadas do HEM, levantamentos geofísicos terrestres, tais como eletromagnético TURAM, magnetometria, polarização induzida e gravimetria foram executados em malhas de 100 x 25 m. Concomitantemente, amostragem geoquímica para cobre, chumbo e zinco e mapeamento geológico de detalhe na escala 1: 25.000 foram realizados em áreas de 500 x 500 m. Tendo por base os resultados das avaliações geofísicas, geoquímicas e geológicas, algumas perfurações foram implementadas para explicar a fonte de anomalias.

Metodologia

O método básico de prospecção na busca de sulfetos maciços, segundo o modelo canadense, é o aerogeofísico com sistema eletromagnético seguido de “follow-up” terrestre (Paterson, 1970). A escolha do

sistema HEM (abreviatura de “eletromagnético de helicóptero”) deveu-se a dois fatores básicos. Primeiro a facilidade do levantamento, mesmo em regiões topograficamente acidentadas e, em segundo lugar, a pouca espessura de solos, da ordem de 10 m, como mostraram ensaios prévios de resistividade (Palacky e Kadecaru, 1978), permitindo o uso do HEM, com poder de penetração em torno de 50 – 60 m.

A Figura 2 é um exemplo de mapa de resistividade obtido com o HEM, comparado com mapa geológico na mesma escala. Neste exemplo é nítida a correlação existente entre geofísica e geologia, possibilitando de uma maneira indireta o mapeamento das diferentes unidades geológicas pelas variações da resistividade aparente.

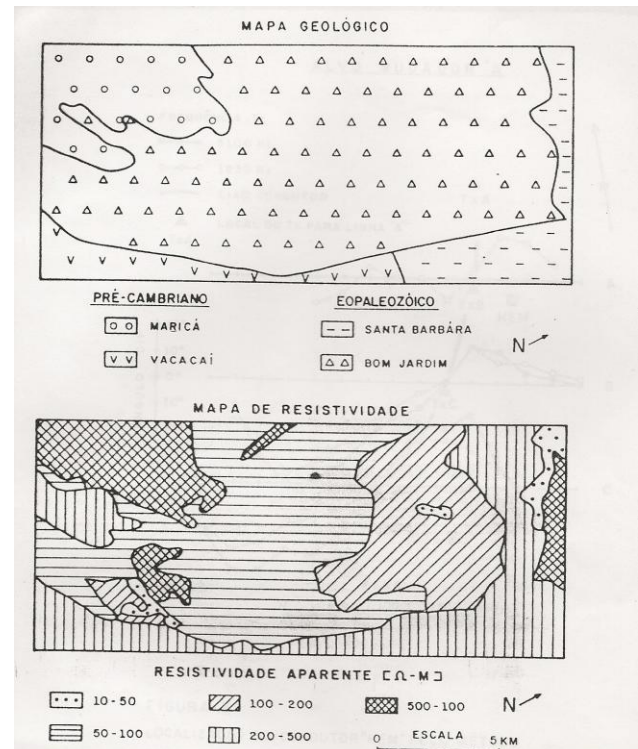


Figura 2 – Detalhe de Geologia ao SE de Lavras do Sul. As Formações Geológicas destacam-se pela resistividade aparente distinta. (Palacky e Dias, 1978)

O levantamento de 7177 km lineares foi executado pela LASA-PROSPEC-GEOFOTO. O sistema HEM utilizado foi Geonics EM-33, com frequência de 750 Hz. Consta este equipamento de duas bobinas coaxiais, separadas de 06 m, montadas em um cilindro de fibra de vidro, denominado “bird”, suspenso 30 m abaixo do helicóptero (Neves e Fagundes, 1978). Acoplado em outro “bird” há um magnetômetro de precessão de prótons, suspenso 15 m abaixo do helicóptero. Os dados obtidos com este equipamento foram gravados em um registrador analógico de 08 canais, montado na aeronave. O percurso de voo foi fotografado por uma câmara de rastreamento, acoplada ao registrador analógico. Utilizado, também, foi um altímetro de precisão. Deste modo, o voo que acompanhava as irregularidades do terreno mantinha, tanto quanto possível, o sensor eletromagnético há 30 m acima do solo. As linhas de voo

foram perpendiculares às estruturas geológicas e separadas em média de 300 m. Os dados foram compilados pela empreiteira na forma de mapas magnéticos e de resistividade aparente (Fraser, 1978), além de perfis com as informações eletromagnéticas.

Resultados

Parte A – 1977

Todos os alvos selecionados do HEM foram investigados, no terreno, durante o ano de 1977, com o máximo rigor técnico (Palacky e Dias, 1978). Alguns dos alvos pesquisados foram testados por furo de sonda. Na sua maioria eram constituídos de corpos grafitosos. Um único corpo de sulfeto, disseminado de pirita, na base de 20% da rocha calcária (dolomito) foi localizado fora do alvo de HEM, destituído contudo das mineralizações metálicas procuradas (Figura 3).

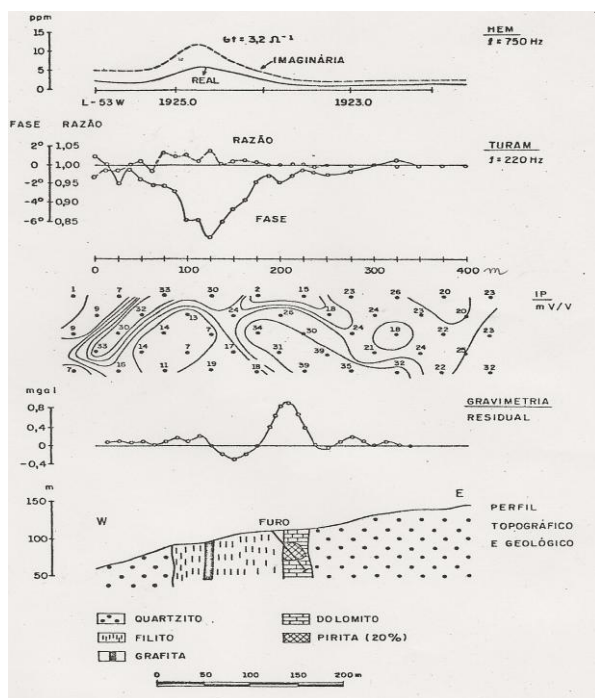


Figura 3 – Conjugação de método geofísico aéreo (HEM), com métodos geofísicos terrestres (eletromagnético TURAM, polarização induzida e gravimetria), com perfil geológico mostrando a localização de um corpo aflorante de grafita, na forma maciça (condutância elevada) e a locação do furo de sonda que atravessou o único corpo de sulfeto constituído de pirita, não localizado pelos métodos HEM e TURAM, por estar na forma disseminada com baixa condutância. (Palacky e Dias, 1978)

Parte B – 2011

Da mesma maneira que um único corpo de sulfeto disseminado de pirita foi localizado fora do alvo de HEM no ano de 1977 (Figura 3), por pura curiosidade de Dias (Palacky e Dias, 1978); outra anomalia magnética foi detectada no terreno, também fora do alvo de HEM, merecendo, contudo, um cuidado todo especial, em face de novas evidências, passados 34 anos. A fonte da anomalia magnética foi re-interpretada como sendo constituída por um contraste de susceptibilidade magnética, existente no contato por falha geológica, entre serpentinitos (magnéticos) e quartzitos, metasiltitos e filitos (não magnéticos) (Figura 4). Neste caso, a anomalia magnética está coincidente com anomalias de TURAM, indicando a presença de um corpo condutor de condutância elevada, do tipo que poderia ser esperado de um sulfeto maciço. Mesmo sendo de condutância elevada, o corpo condutor, enterrado há uma profundidade da ordem de 130 m (vide Figura 5 mais adiante), não foi percebido pelo sistema HEM, pois este dispunha de uma profundidade de investigação somente de 50 – 60 m.

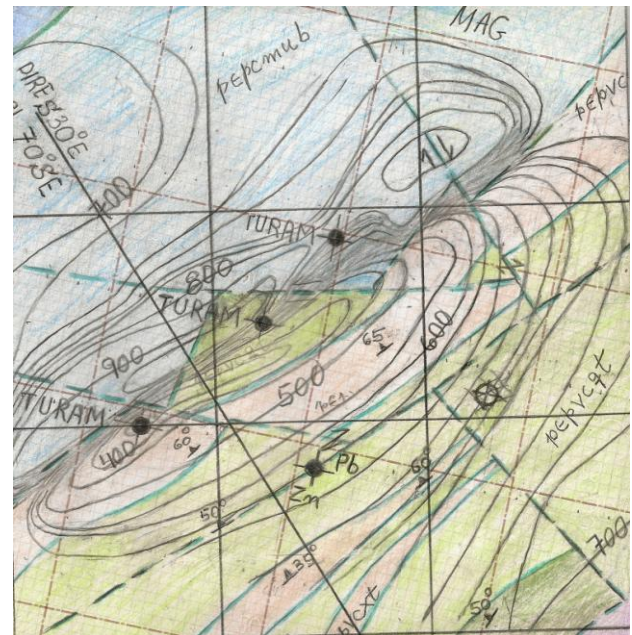


Figura 4 – Mapa magnético de campo total sobreposto ao mapa geológico, mostrando também as localizações das anomalias de TURAM e a localização de anomalias geoquímicas para chumbo e zinco.

Com base nas Figuras 4 e 5 são feitas as seguintes considerações técnicas enumeradas abaixo:

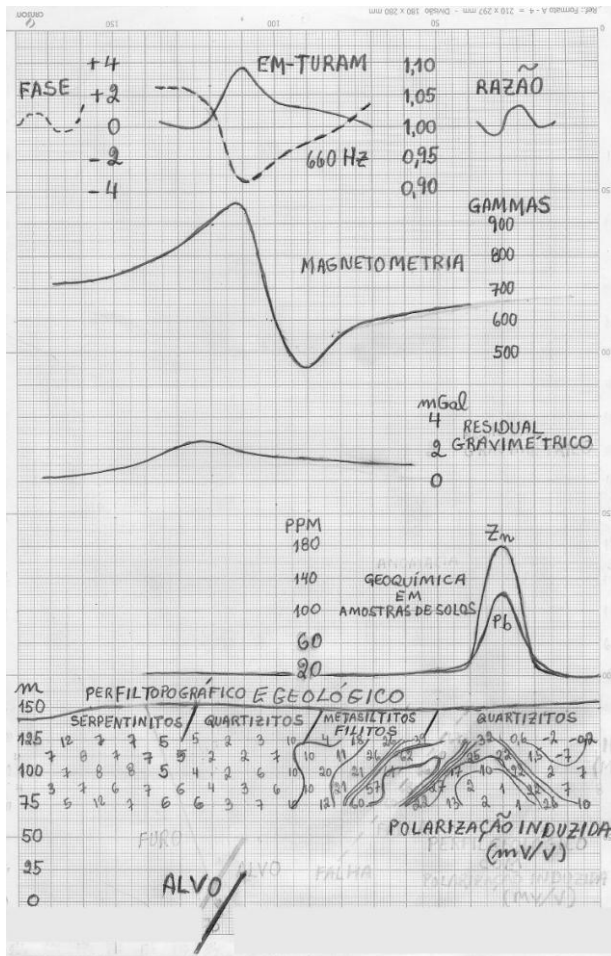


Figura 5 - Síntese das informações.

- A forma estreita da anomalia magnética e de TURAM indicam a presença de um corpo fino em forma de dike, do tipo "sheet like body";
- A extensão limitada do corpo condutor ao longo do "strike", em torno de 500 - 600 m, indicada no mapa de anomalias magnéticas e a presença da anomalia gravimétrica discreta, excluem a possibilidade de corpos grafitosos, normalmente muito alongados e pouco densos;
- O método da polarização induzida mostra claramente as seguintes evidências: 1) contato geológico entre metasiltitos e filitos, ambos argilosos, com quartizitos isentos de argila; 2) uma anomalia de cargabilidade (mV/V) associada com a presença de grafita, coincidente, também, com a posição de uma

falha confirmada no mapeamento geológico; 3) a insuficiência da profundidade de investigação, no método da polarização induzida, serviu para confirmar, juntamente com o padrão da anomalia gravimétrica discreta, a grande profundidade do corpo condutor com características de sulfeto maciço (em negrito na Figura 5);

- Quanto à existência de um ambiente geologicamente favorável; este é um tema discutido com base na geologia local (Figura 4). O mapa geológico representa um caso típico de terreno vulcano-sedimentar, de baixo grau metamórfico, do tipo greenstone belt. A seqüência vulcano-sedimentar com "strike" para nordeste-sudoeste fica assim caracterizada:
 - Rochas vulcânicas, ao norte, de composição ultrabásica, algo metamorfisadas, formadas, essencialmente, por serpentinitos de granulação média a grosseira, de cor cinza;
 - Quartizitos, ao sul, entre finos e médios de cor creme, algo silicificados e localmente cataclados fazem contatos com as rochas vulcânicas e com metasiltitos e filitos. Subordinadamente ocorrem quartizitos muito finos de cor esverdeada. Os metasiltitos e filitos, na parte central, são bem foliados, de cor predominantemente cinza esverdeada, fazendo contato com as rochas vulcânicas e com os quartizitos.
 - A seqüência vulcano-sedimentar encontra-se muito falhada e revirada, com mergulhos fortes, da ordem de 60 - 70 graus para noroeste.

Conclusão

No local da falha geológica são observadas anomalias geoquímicas para chumbo e zinco em amostras de solo (Figura 5). A projeção desta falha, em subsuperfície, mergulhando 50° para noroeste, concorda, aproximadamente, com a posição do condutor enterrado, estando este há uma profundidade em torno de 130 m. Com base na informação acima, recomenda-se a locação de um furo de sonda rotativa, com amostragem de testemunhos, na direção S30°E, inclinado 70° para sudeste, há 100 m à esquerda do eixo da anomalia de TURAM (Figura 5).

Agradecimentos

Agradecimentos sinceros são prestados a toda comunidade DOCEGEO do ano de 1977, que possibilitou a montagem deste quebra-cabeça, 34 anos depois da sua pesquisa original.

Referências

- Fraser, D.C. – 1978 – Resistivity mapping with an airborne multicoil electromagnetic system. *Geophysics*, v. 43, p. 144 – 172.
- Jackson, V.N., Ramos, V.A., Terry, S.A., Zuzek, A.B. – 1973 – Projeto aerogeofísico Camaquã no Estado do Rio Grande do Sul – Rio de Janeiro, Texas Instruments Inc.
- Neves, A.S., Fagundes P. – 1978 – Prospecção aeroeletromagnética pelo sistema HEM. *Mineração e Metalurgia*, vol. 61, n. 396, p. 04-11.
- Palacky, G.J., Dias, A.C. – 1978 – Prospecção de sulfetos maciços no núcleo pré-cambriano de Caçapava do Sul – RS. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia – Recife*, vol. 5.
- Palacky, G.J., Kadokaru, K. – 1978 – Efeito do intemperismo tropical nos levantamentos eletromagnéticos. *Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia – Recife*, vol. 5.
- Paterson, N.R. – 1970 – Exploration for massive sulphides in the Canadian Shield. *Mining and Groundwater – Geophysics – Ottawa*, Queen's Printer, p. 275 – 289.