



## Interpretação de anomalias magnéticas e eletromagnéticas na região Flor da Serra, setor leste da Província Aurífera Alta Floresta - MT: resultados preliminares.

Ethiane Agnoletto\* (DGRN-UNICAMP), Brunna Jéssica Pajanoti (ICET-UFMT), Shozo Shiraiwa (IF-UFMT), Emilson Pereira Leite (DGRN-UNICAMP), Antônio João Paes de Barros (METAMAT), Alterêdo Oliveira Cutrim (ICET-UFMT).

Copyright 2011, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 12<sup>th</sup> 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 12<sup>th</sup> 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 goal of this work is the geophysical characterization of three gold-mineralized targets and their surrounding areas located in the eastern portion of the Alta Floresta Gold Province, central eastern Brazil. The gold targets are called Nauram-Gilberto, Pedro Costin and Gauchinho/Peteca. The study area is comprised mainly of granitic rocks, which were individualized in this work as granitoids and granites, gabbros and recent alluvial deposits. Local magnetic anomalies suggested the need for an integrated interpretation among the targets, which is supported by the knowledge of the regional geological context where some gold occurrences are controlled by large and elongated structures. The integrated maps allowed identification of NEE-SWW lineaments that may be associated with the EW structures of the Cachimbo and Caiabis grabens. It is also possible to infer about the location of ore bodies along lithological contacts around Nauram-Gilberto and Gauchinho/Peteca Targets. Similar behavior of the magnetic and electromagnetic anomalies near an NE-SW elongated source occurs particularly for the Nauram-Gilberto Target, probably due to continuation of a lode previously explored. Low conductivity zones extending to a depth of 30 m were mapped for the three targets.

### Introdução

O estado de Mato Grosso tem sua história vinculada ao extrativismo mineral. O século XVIII, marcado como o primeiro ciclo do ouro em Mato Grosso, teve jazidas auríferas de grande relevância, em função das quais surgiram Cuiabá e Vila Bela. Após longo período de inatividade, tem início na década de 70 o segundo ciclo, com a descoberta do ouro nas margens dos rios Juruena e Teles Pires e com a constituição das novas cidades de Peixoto de Azevedo e Matupá.

Localizada a aproximadamente 700 km de Cuiabá, a área de estudos está inserida na folha 1:250.000 designada Vila Guarita (SC.21-Z-B) (Moreton & Martins 2005), norte do estado, compreendendo regionalmente a porção sul do Cráton Amazônico (Fig. 1).

Neste trabalho foram aplicadas técnicas de prospecção como mapeamento geológico e prospecção geofísica, através da aplicação da Magnetometria e do Método Eletromagnético (EM) em três alvos auríferos: Nauram-Gilberto, Pedro Costin e Gauchinho/Peteca, em uma área de aproximadamente 5km<sup>2</sup>. Para os três alvos, os dados geofísicos foram adquiridos ao longo de perfis, com pontos espaçados de 5 e 10 m (Fig. 1). As localizações dos perfis foram definidas com base na geologia regional, incluindo a localização dos filões auríferos e em levantamentos aereogeofísicos preliminares.

A realização destes trabalhos foi sugerida a partir do conhecimento do alinhamento das cavas resultantes das lavras, nas quais há evidência importante de um *trend* mineralizado, orientado segundo a direção NW, coincidente com o alinhamento maior que se estende da região garimpeira do Trairão até a região garimpeira do Peru. Além desse alinhamento, as mineralizações auríferas filoneanas, hospedadas preferencialmente em falhas e fraturas, estão condicionadas e/ou subordinadas às estruturas NE e E-W, que controlam as mineralizações e estruturas regionais, delimitadas pelas bordas dos grabens do Caiabis e do Cachimbo.

Apesar de evidente potencial mineral, esta área ainda contém pequeno acervo bibliográfico e poucos trabalhos de mapeamento, necessitando ainda de um maior entendimento em relação ao contexto geotectônico e detalhamento das unidades aflorantes.

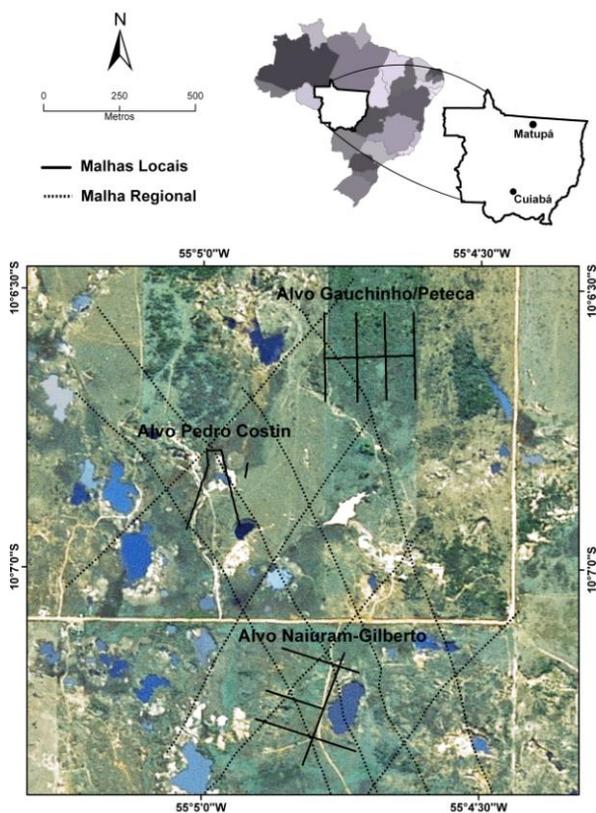


Fig. 1. Mapa de localização dos alvos auríferos.

### Magnetometria

O método magnético é um dos métodos geofísicos mais utilizados na investigação de materiais metálicos presentes no subsolo. Este método auxilia na identificação de concentrações de minerais magnéticos que ocorrem nas camadas mais superficiais da crosta, tais como magnetita, ilmenita e pirrotita (Telford *et al.* 1990; Luis & Silva 1995). Para a coleta dos dados magnetométricos, foram utilizados dois equipamentos distintos: o Magnetômetro GEM System/GSM-19 *Overhauser* para as medidas das estações, e o Magnetômetro Geometrics G-856 para a base fixa, utilizada para correção da variação diurna do campo geomagnético.

Os dados foram interpolados pelo método de *krigagem ordinária*. Foram excluídos alguns dados por apresentarem valores discrepantes, decorrentes da proximidade com fontes de ruído, tais como cruzamento de linhas de alta tensão, cercas de arame, dentre outros.

Foi feita a integração dos dados magnéticos das áreas em questão, levando em conta o contexto geológico regional da área, sugerindo que algumas ocorrências de ouro são controladas estruturalmente e podem estar correlacionadas de uma área para outra, uma nova etapa de campo denominada de Magnetometria integradora teve como objetivo a interação entre os três alvos em estudo.

### Método Eletromagnético (EM)

Este método tem como procedimento básico a geração de um campo eletromagnético primário em uma bobina transmissora. Este campo induz correntes secundárias no subsolo, que por sua vez produzem um campo eletromagnético secundário. Uma bobina receptora capta o sinal dos campos eletromagnéticos primário e secundário. As diferenças de intensidade e fase entre os campos primário e secundário são convertidos em valores de condutividade elétrica aparente do meio (McNeil 1980).

A condutividade elétrica do meio depende de diversos fatores: tipo de solo ou rocha, porosidade, permeabilidade, umidade. Além disso, é função também das propriedades eletroquímicas dos fluidos que preenchem os poros. A profundidade de investigação depende da frequência da onda e da condutividade elétrica do meio por onde a onda se propaga.

Neste trabalho foram utilizadas as distâncias de 10, 20 e 40 m entre as bobinas. Estas foram mantidas coplanares e a disposição dos dipolos magnético das bobinas, vertical (DMV) ou horizontal (DMH), permitiram obter a condutividade elétrica em quatro profundidades teóricas: 7,5 m, 15 m, 30 m e 60 m. (McNeill 1980a).

O equipamento utilizado foi o Sistema Eletromagnético EM 34-3, fabricado pela *Geonics*. Os dados foram adquiridos por meio da técnica de caminhada eletromagnético, onde a extensão total do levantamento foi de aproximadamente 8.200 m.

Nos Alvos Nairam-Gilberto e Pedro Costin, o levantamento EM permitiu elaborar mapas de condutividade elétrica aparente com quatro níveis de investigação, já no Alvo Gauchinho/Peteca admitiu-se três níveis de investigação.

### Resultados e Discussões

#### Alvo Nairam-Gilberto

A figura 2 mostra curvas de isovalores de intensidade do campo magnético total residual do levantamento magnetométrico, realizado em três linhas NW-SE e uma linha NE-SW. Em sua maior parte, este mapa apresenta valores entre -10 e 20 nT com média geral de -4,29 nT. Na porção centro-sul, há a anomalia mais significativa (Ponto A). Com aproximadamente 200 m de comprimento e 100m de largura, esta anomalia indica, de acordo com informações adicionais da geologia, uma possível continuidade do filão do Nairam-Gilberto. Este filão é um veio anteriormente explorado, de direção N20E com mergulho aproximado de 45°NW. A sudeste destaca-se uma anomalia positiva com valores crescentes entre 80 e 120 nT (Ponto B).

A Linha base auxiliou basicamente na intersecção e realce da anomalia encontrada no Ponto A do mapa magnético residual, configurando um corpo alongado de direção NE-SW (porção azul).

Os mapas das profundidades teóricas de 7,5 m, 15 m e 30 m (Figs. 3.A a 3.C) apresentam comportamentos

semelhantes, tendo aproximadamente a mesma zona anômala (valores superiores a 10,0 mS/m). Esta ocorre principalmente na porção sul da área, onde se encontram os 50 m iniciais da Linha base.

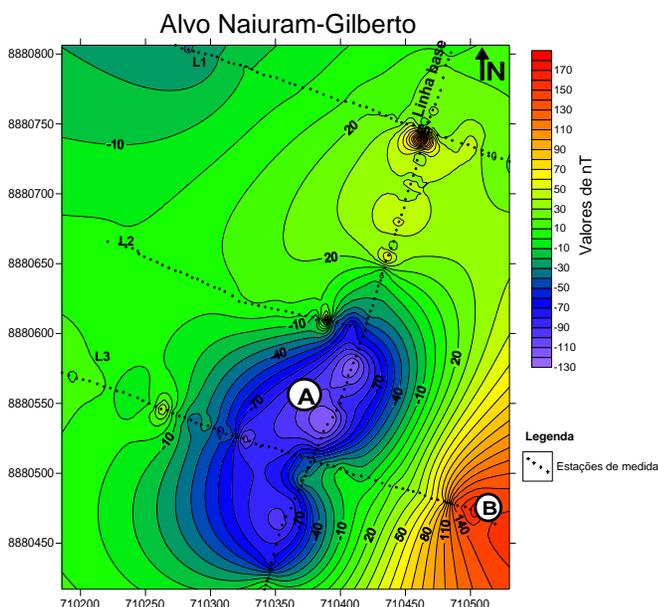


Fig. 2. Mapa magnético residual do Alvo Nauram-Gilberto.

No mapa da profundidade de 60 m (Fig. 3.D) os maiores valores de condutividade se encontram a nordeste, estendendo-se desde a Linha 1 às últimas estações da Linha 2. Esse padrão alongado do possível corpo condutor corrobora com a direção do filão anteriormente citado. Descartando os valores elevados referentes ao acúmulo de água a sul, nota-se em todas as profundidades que os maiores valores de condutividade estão localizados a noroeste.

Nas três primeiras profundidades investigadas, os valores de condutividade menores que 5,0 mS/m estão orientados segundo direção NE-SW. Levando em consideração que na porção leste da Linha base está localizada a lagoa onde foi extraído material rochoso, pode-se sugerir que este fato seja o motivo de tais valores. Entretanto, na porção sudoeste também se observam valores baixos de condutividade. Neste caso podem estar associados à continuidade do filão, uma vez que este é constituído principalmente de quartzo leitoso, e não se verifica continuidade da cava nessa porção do mapa. Outra hipótese seria a baixa condutividade dos materiais inconsolidados nas porções mais rasas (até a profundidade de 30 m), geralmente constituídos de frações arenosas.

Para o restante do Alvo Nauram-Gilberto os valores de condutividade são intermediários (entre 6,0 e 10,0 mS/m), que podem ser considerados nesse trabalho como background da área.

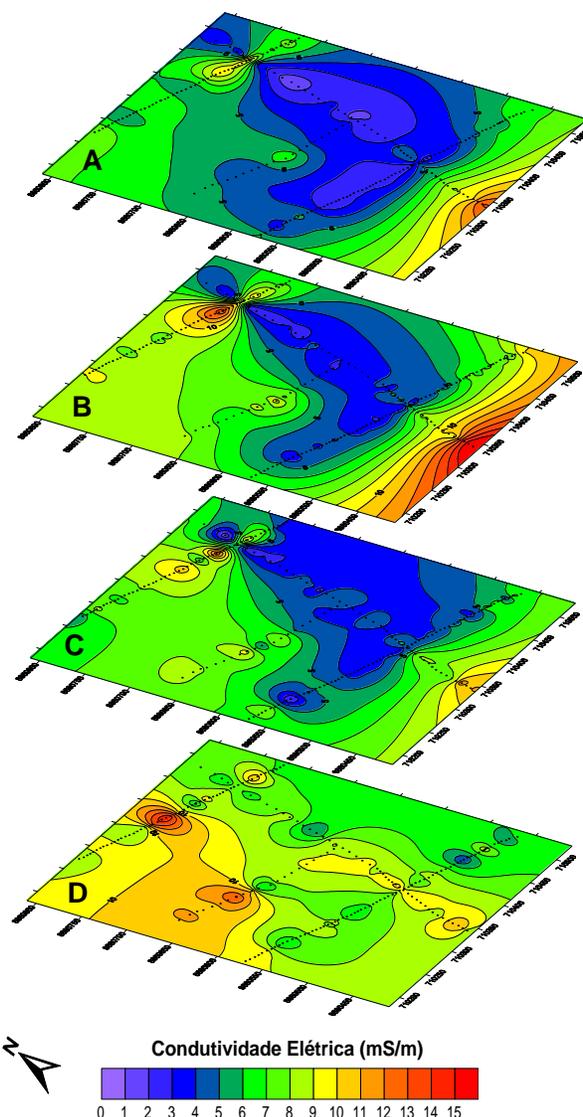


Fig. 3. Mapas de condutividade elétrica aparente, no Alvo Nauram-Gilberto, para as profundidades teóricas máximas de 7,5 m (A), 15 m (B), 30 m (C) e 60 m (D).

#### Alvo Pedro Costin

A malha do Alvo Pedro Costin (Fig. 4) é disposta em quatro linhas de direção irregular devido às condições do terreno, como cavas, erosões e córregos, além de corpos mineralizados conhecidos. É observado que a região centro-este do mapa concentra os maiores valores deste alvo (Ponto A), variando entre 30 e 20 nT (de NW para ESE respectivamente). Este padrão de valores predomina em basicamente toda a área, sendo que apenas na sudeste, no Ponto B, há uma janela negativa com amplitude de -76 nT que representa o padrão mais significativo neste alvo. Este padrão pode ser observado também no mapa magnético regional (Fig. 8), caracterizando um baixo entre dois alinhamentos NE com valores mais altos.

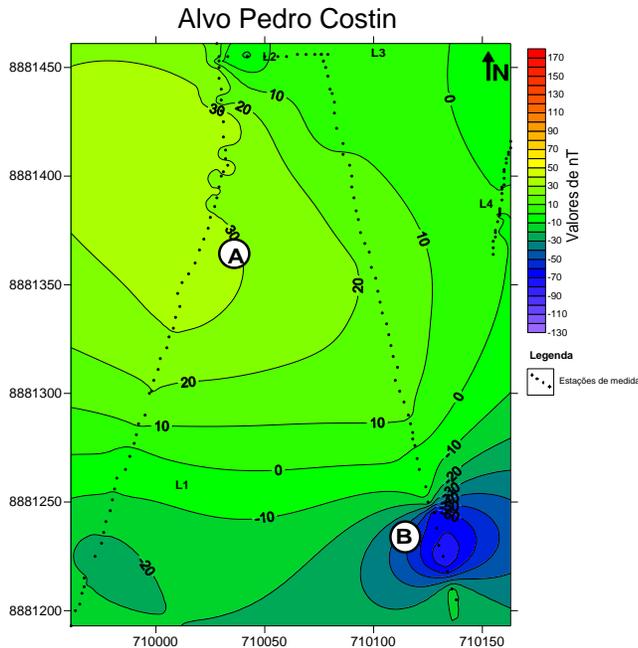


Fig. 4. Mapa magnético residual do Alvo Pedro Costin.

Os mapas da Fig. 5 mostram a distribuição da condutividade elétrica do Alvo Pedro Costin nas quatro linhas de levantamento. Nas profundidades teóricas de 7,5 m, 15 m e 30 m (Figs. 5.A a 5.C) os maiores valores de condutividade estão sob as Linhas 1 e 2 além das primeiras estações da Linha 3 segundo o levantamento, na porção oeste deste alvo. Os valores de condutividade inferiores a 6,0 mS/m estão distribuídos na porção leste, nos 200 m finais da Linha 3 e em toda a Linha 4 conforme levantamento de campo.

A porção oeste desse alvo possui cotas topográficas menores que a porção leste, fato que pode estar relacionado aos valores de condutividade, uma vez que a oeste há acúmulo de água em subsuperfície. No restante do Alvo Pedro Costin, os valores de condutividade são considerados como background (entre 6,0 e 10,0 mS/m).

É possível verificar que a condutividade elétrica aumenta com a profundidade, pois no mapa da profundidade de 60 m (Fig. 5.D) ocorrem os maiores valores de condutividade (5,0 a 12,0 mS/m), nas quatro linhas do levantamento.

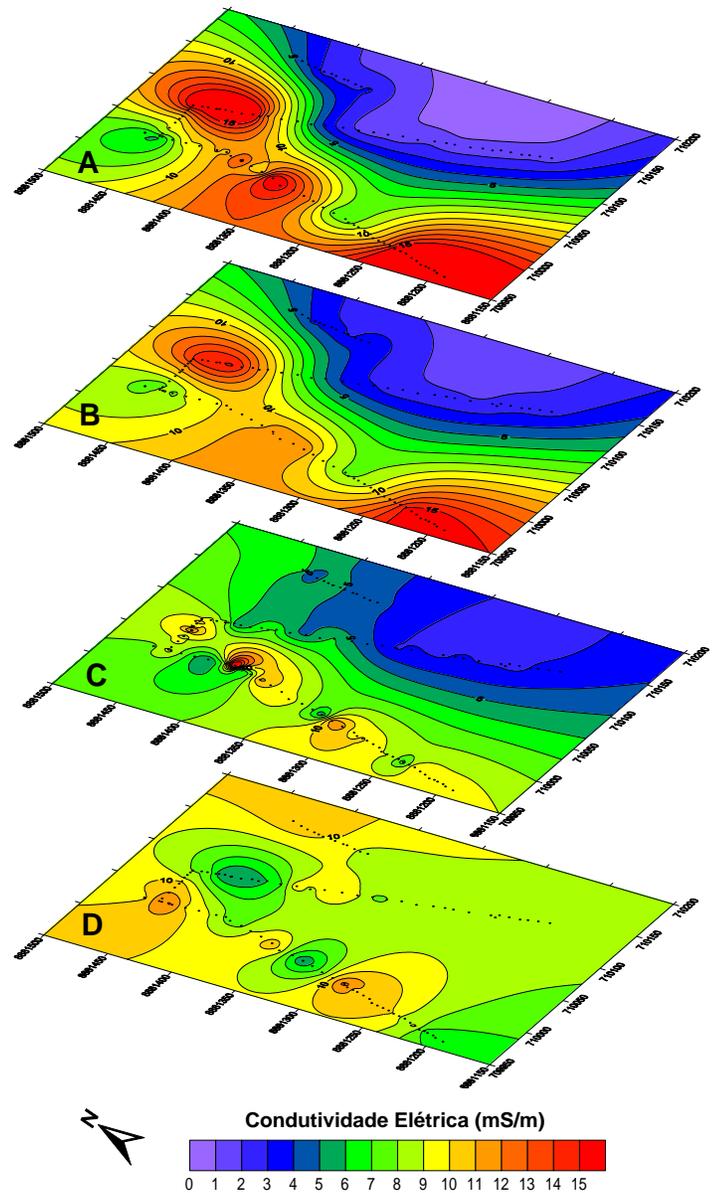


Fig. 5. Mapas de condutividade elétrica aparente para as profundidades teóricas máximas de 7,5 m (A), 15 m (B), 30 m (C) e 60 m (D) no Alvo Pedro Costin.

#### Alvo Gauchinho/Peteca

No Alvo Gauchinho/Peteca a malha da magnetometria foi disposta em 4 linhas de direção N-S e uma Linha base perpendicular (E-W) (Fig. 6). Este alvo é o que menos se destaca em relação às anomalias magnéticas e eletromagnéticas, pois apresentam pouca variação em toda área de estudo.

Nota-se que as linhas de isovalores permanecem em torno de 0 nT. As regiões em torno dos Pontos A e A' mostram uma pequena variação nos valores, que localmente correspondem a -10 nT, mas que não é suficiente para caracterizá-las como possíveis locais mineralizados. Para o Ponto B da Fig. 6, os valores se elevam para 30 nT, iniciando uma porção mais magnética, que dá continuidade aos valores mais

elevados do Alvo Pedro Costin (Ponto A, Fig. 4) na mesma estrutura de direção NE.

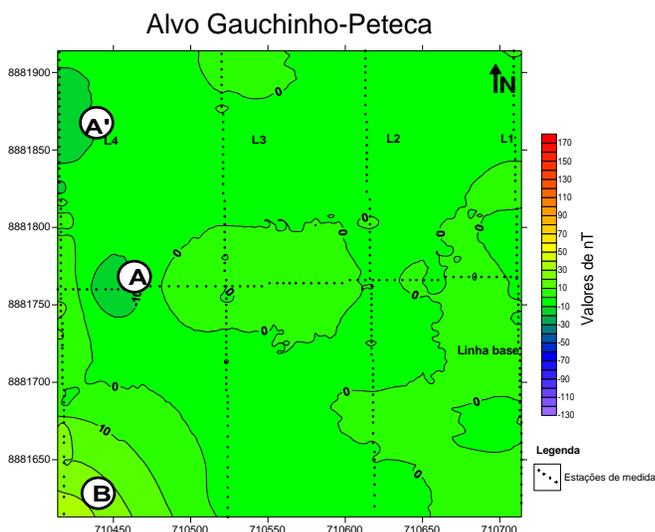


Fig. 6. Mapa magnético residual do Alvo Gauchinho-Peteca.

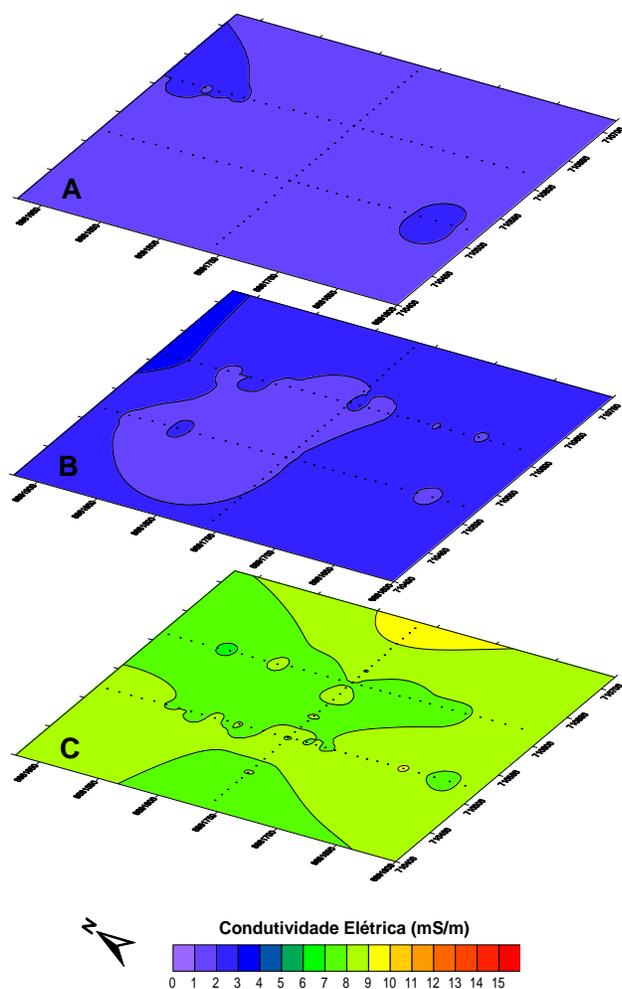


Fig. 7. Mapas de condutividade elétrica aparente no Alvo Gauchinho/Peteca para as profundidades teóricas máximas de 15 m (A), 30 m (B) e 60 m (C).

Neste alvo foi realizado o caminhamento EM em três linhas das cinco efetuadas para magnetometria. Nas profundidades de 15 e 30 m (Figs. 7.A e B) os valores de condutividade elétrica são inferiores a 3,0 mS/m o que representa níveis com presença de material de baixa condutividade elétrica.

O mapa da Fig. 7.C apresenta valores de condutividade elétrica superiores a 6,0 mS/m, o que mostra que o material mais profundo detém os maiores valores de condutividade neste alvo. Portanto, a condutividade elétrica é diretamente proporcional à profundidade investigada, e esses resultados corroboram com esse padrão.

Na porção leste da área encontram-se os valores de aproximadamente 9,0 mS/m que, apesar de serem os maiores valores desse alvo, são relativamente baixos.

Dos três alvos investigados, o alvo Gauchinho/Peteca é o que possui menor potencial condutor, portanto, é indicado que os próximos estudos sejam elaborados para atingir profundidades superiores a 60 m.

### Magnetometria Regional

O mapa regional (Fig. 8) mostra que grande parte da área está representada por valores entre 0 e 50 nT, porém alguns pontos se destacam: o Ponto A representa a anomalia mais significativa dentre os três alvos investigados (valores inferiores a 275 nT), sendo que esta mascara a anomalia observada na Fig. 2 que corresponde ao Alvo Nauram-Gilberto. Em contrapartida, o Ponto A' mostra uma anomalia de aproximadamente 100 nT que separa dois alinhamentos de direção NE com aproximadamente 150 nT, tal como descrito na malha local.

A interpretação é embasada na diferença de susceptibilidade magnética entre as litologias envolvidas, um gabro (faixa azul na Fig. 8), rocha básica rica em minerais máficos, principalmente piroxênios, em contraste com os granitóides, interpretados no mapa geológico, ricos em quartzo, plagioclásio e feldspatos potássicos. Um segundo padrão anômalo, que também se destaca pelo alinhamento NE, por aproximadamente 700 m, engloba a parte centro-noroeste da malha local do Alvo Nauram-Gilberto (Ponto B da Fig. 2) e centro do mapa magnético regional.

Já para a porção mais a norte-noroeste, após outro baixo magnético, os Alvos Pedro Costin e Gauchinho/Peteca são interligados pelo terceiro alinhamento ENE-WNW, como observado nas malhas locais de ambos os alvos. Este alinhamento de aproximadamente 800m está representado pelo Ponto C. Localmente, os valores do Alvo Gauchinho/Peteca permanecem homogêneos, em aproximadamente 50 nT.

No Ponto D, foi observada uma divisão feita em correlação com os pontos mapeados e as curvas de isovalores entre os litotipos granitos indivisos e granitóides. O principal ponto chave entre um possível contato entre estas duas litologias se dá na área do

Garimpo Gauchinho/Peteca, onde foram observadas rochas retiradas do *shaft* do Gauchinho atualmente inativo.

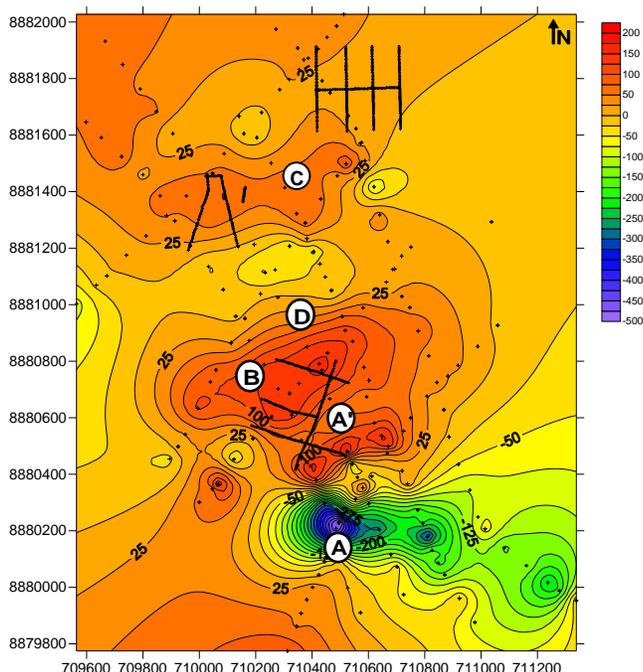


Fig. 8. Mapa magnético residual do levantamento regional. A, A', B e C indicam os principais padrões anômalos observados.

### Conclusões Preliminares

Com a compilação dos dados geofísicos dos três alvos investigados é perceptível as seguintes considerações: tanto nos resultados magnéticos quanto nos eletromagnéticos, se observa um lineamento NE no Alvo Nauram-Gilberto (Ponto B, Fig. 8), fato que, de acordo com a gênese deste corpo gerador, pode estar relacionado ao filão do Nauram-Gilberto.

Para o Alvo Pedro Costin essa definição de lineamento não é clara, devido às condições físicas do meio onde ocorreram os levantamentos geofísicos, como exemplo, porções de deposição de material removido de cavas, nos arredores de lagoas e áreas baixas parcialmente alagadas. No entanto, nota-se um dos extremos de um lineamento NE que se prolonga desde o norte do Alvo Pedro Costin até a porção sudoeste do Alvo Gauchinho/Peteca, característico de uma estrutura de cisalhamento ou um corpo alongado. Estas estruturas podem estar associadas às estruturas E-W dos Grábens do Cachimbo e do Caiabis da PAAF, constituem importantes zonas de descontinuidade crustal.

Os baixos valores de condutividade elétrica encontrados nos três alvos até a profundidade de 30 m podem estar relacionados ao material superficial inconsolidado arenoso. Outra possibilidade pode ser a continuidade do filão, já que sua principal constituição é quartzo leitoso, e este possui características resistivas.

No Alvo Pedro Costin, até a profundidade de 30m, os maiores valores de condutividade estão relacionados ao

acúmulo de água em subsuperfície, e na profundidade de 60m é observada a mesma morfologia do Alvo Nauram-Gilberto (condutividade elétrica diretamente proporcional à profundidade investigada).

Nota-se que os valores inferiores a 5mS/m estão na porção que contém as cotas topográficas mais altas, fato este que ressalta que o manto intempérico da região, além de ser bastante espesso, não é bom condutor elétrico. No Alvo Gauchinho/Peteca também se constata esse padrão.

No Alvo Gauchinho/Peteca tanto os valores de condutividade elétrica quanto os de susceptibilidade magnética são os mais baixos dos três alvos. Esse padrão de anomalias pode estar correlacionado com suas cotas topográficas mais elevadas correspondentes aos materiais inconsolidados e arenosos, à medida que os valores de condutividade aumentam com a profundidade, encontrando rocha sã após 30 m. Outra hipótese a associação deste padrão com a zona de cisalhamento nas porções mais deformadas, onde não houve abertura de fraturas para formação de filões.

### Agradecimentos

Este trabalho foi realizado graças ao apoio logístico e financeiro da UFMT, da Fundação Uniselva (Projeto N°410.48) e da METAMAT (Companhia Matogrossense de Mineração).

### Referências

- LUIZ, J.G.; COSTA & SILVA, L.M. 1995. **Geofísica de prospecção**. Belém, PA. Editora Cejup. 1995. V. 1.311 p.
- McNEILL J. 1980a. **Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers**. Technical Note TN - 6, p. 6 - 15.
- MORETON, L.C. & MARTINS, E.G. 2005. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Guarita - Folha SC.21-Z-B. Estado de Mato Grosso. Escala 1:250.000**. Brasília: CPRM.
- PAES DE BARROS, A.J. 1994. **Contribuição a geologia e controle das mineralizações auríferas de Peixoto de Azevedo - MT**. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Hidrogeologia), 145 p.
- PAES DE BARROS, A.J. 2007. **Granitos da região de Peixoto de Azevedo - Novo Mundo e mineralizações auríferas relacionadas - Província Aurífera Alta Floresta (MT)**. Universidade Estadual de Campinas - Instituto de Geociências. Campinas, SP. Tese de doutorado.
- TELFORD, W.M.; GELDART, L.P.; SHERIFF, R.E. 1990. **Applied Geophysics**. Cambridge University Press. Printed in the United States of America.