

Métodos geoelétricos aplicados à mineralização aurífera na área da mineradora Piranema, Poconé - MT.

Robson Pereira Antunes Ramos (IG, UnB), Giovanni Augusto Câmara Santoro (IG, UnB), Gabriel Neves de Oliveira Samsoniuk (IG, UnB), André Calazans Evelim Coelho (IG, UnB), Welitom Rodrigues Borges (IG, UnB), Pedro Vencovsky Nogueira (IG, UnB), Eduardo Xavier Seimetz (IG, UnB) – Universidade de Brasília, Distrito Federal. antunesrobson@outlook.com

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 31 July to 3 August, 2017.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 15th 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.

Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

This expanded abstract shows the results of geoelectric investigation with the induced polarization method (time domain and frequency domain) used for the identification of auriferous mineralizations in the region of Poconé, Mato Grosso. The results generated by these methodologies were sections of electric resistivity (ER), chargeability (M), percentage of frequency effect (PFE) and metal factor (MF). The geophysical data were analyze and integrated for the elaboration of the local geological model. The results were satisfactory and it was possible to identify, in the model, 5 distinct regions for possible gold occurrence.

Introdução

O município de Poconé encontra-se na província aurífera da Baixada Cuiabana, na porção centro sul do estado do Mato Grosso. Os primeiros relatos de ouro na região datam do século XVIII, quando bandeirantes paulistas encontraram o metal nas margens do rio Coxipó e no córrego da Prainha (Barbosa, 2008).

Atualmente, o município é explorado por pequenas e médias mineradoras, que investem em métodos tradicionais de pesquisas, tais como: sondagens rotativas e geoquímica para compreenderem e avaliar o potencial aurífero na região. Recentemente, as técnicas indiretas, principalmente a geofísica, ganharam espaço entre os mineradores, pois possuem baixo custo e os resultados oferecem assinaturas geofísicas em função da característica composicional do subsolo. Os depósitos auríferos associados a sulfetos, maciços ou disseminados, apresentam anomalias distintas em função dos métodos elétricos.

Na Baixada Cuiabana, predominam rochas do Grupo Cuiabá, que possui inúmeras variações faciológicas. Neste trabalho usa-se o trabalho de Tokashiki e Saes (2008) devido à proximidade com a área pesquisada. Assim, na região o Grupo Cuiabá é dividido em três formações (Figura 1): Formação Campina de Pedras

(filitos, filitos grafitosos, intercalações de metarenitos com ciclos de Bouma incompletos, mármores calcíticos e meta- grauvacas feldspáticas), Formação Acorizal (depósitos rítmicos com intercalações subordinadas de metaritmitos com seixos caídos, quartzitos e metadiamictitos maciços) e Formação Coxipó (filitos conglomeráticos, metarenitos, quartzitos, mármores e metadiamictitos petromíticos).

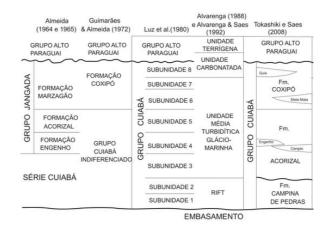


Figura 1: proposta de empilhamento estratigráfico para a Faixa Paraguai (Tokashiki e Saes, 2008).

As litologias predominantes da área de estudo são filitos que apresentam granulação fina, as vezes homogêneos (Figura 2-I) ou laminados (Figura 2-II), de composição sericítica ou carbonosa. Outras litologias frequentes são metarenitos (Figura 2-III), apresentam granulação média, preservada do protólito sedimentar. Ainda é observada uma intercalação de escala centimétrica de filitos sericíticos, filitos carbonosos e metarenitos, informalmente designada de metaritmito (figura 2-IV).

O ouro está associado a sulfetos encontrados em veios de quartzo que preenchem fraturas, ou então disseminado nas rochas encaixantes próximas a essas estruturas. Em alguns depósitos da Baixada Cuiabana, notam-se três fases de deformação: as duas primeiras de direção NE são responsáveis pela geração dos veios de quartzo V1, chamados informalmente de "travessões" e a terceira de direção NW responsável pela geração dos veios de quartzo V2, chamada informalmente de "filões" (Silva, 2002).

A área de estudo encontra-se acerca de 16 km da cidade de Poconé (Figura 3), inserida no contexto do lineamento Cangas-Poconé estendendo-se na direção NE, representa diferentes situações estruturais na Antiforme de Bento Gomes (Silva, 2002).



Figura 2: Fotografias evidenciam a presença de: I- filitos carbonosos de coloração cinza escura, com laminação plano paralelas com aspecto mosqueado marcado por concreções de óxidos de ferros; II- Ritmito de camadas milimétricas a centimetricas de filito fino, intercaladas com metarenitos de areia fina, com veios de quartzo paralelos ao S0; III- Metarenito amarelado de areia fina a muito fina com quartzo buldinado.

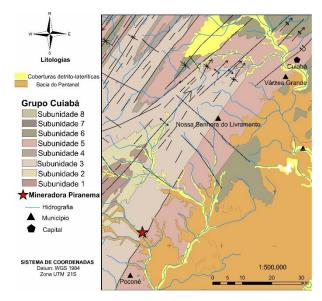


Figura 3: mapa geológico regional da Faixa Paraguaia. A estrela vermelha indica a localização da mineradora em estudo.

Metodologia

As seções de ER, PFE, MF e IP foram adquiridas com o eletrorresistivímetro Syscal Pro 72 (*Iris Instruments*). Os dados foram adquiridos com a técnica do caminhamento elétrico, e arranjo dipolo dipolo. A escolha do arranjo deve-se ao baixo acoplamento eletromagnético, e à maior sensibilidade a variações horizontais de resistividade, sendo indicado para identificar estruturas verticais como fraturas (Loke, 2016).

As seções possuem direção NW/SE com comprimento de 420 metros e espaçamento entre os eletrodos de 10 metros (Figura 4).



Figura 4: Mapa de localização da linha geofísica de aquisição indicado pela seta branca, às margens da MT-060.

Na aquisição dos dados de ER (Figura 5) usou-se uma voltagem de 400 V entre os eletrodos de corrente. Os registros de resistividade elétrica ocorreram em dois tempos distintos de injeção de corrente, 2 e 8 segundos, totalizando 628 medidas e 22 níveis de investigação para cada aquisição. Assim, geraram-se seções de PFE e FM usando-se as equações 1 e 2.

$$PFE = 100(\frac{\rho_{a0}-\rho_{a1}}{\rho_{a1}})$$
 Equação (1)

$$FM = A\left(\frac{\rho_{a0}-\rho_{a1}}{\rho_{a0}\rho_{a1}}\right)$$
 Equação (2)

Onde $\rho_{a0}\,e\,\rho_{a1}$ correspondem as resistividades aparentes medidas em baixas e altas frequências, respectivamente.



Figura 5 – Fotografia evidencia a aquisição de dados de RES com tempos de injeção de corrente distintos para elaboração das seções de PFE e de MF.

A aquisição dos dados de IP (Figura 6) ocorreu com voltagem de 800 V entre os eletrodos de corrente, para o aumento da razão sinal/ruído. No campo usou-se um tempo de injeção e relaxamento de corrente de 4 segundos, totalizando uma seção com 345 pontos e 10 níveis de profundidade de investigação.



Figura 6 – Foto evidencia a aquisição de dados de IP com o Syscal Pro 72.

A filtragem e a modelagem dos dados ocorreu nos softwares Prosys II (Iris Instruments) e no RES2DINV (GEOTOMO). O Prosys II foi utilizado para retirar dados inconsistentes do levantamento através da análise dos valores da resistência de contato, corrente, resistividade e curva de decaimento IP (Figura 7).

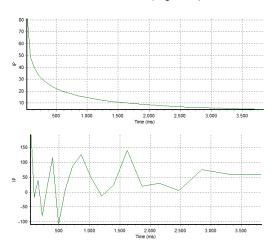


Figura 7 – Curvas do potencial elétrico durante o tempo de relaxamento da corrente. Acima, curva com bom comportamento. Abaixo curva com ruído, que foi removida dos dados.

No RES2DINV, fez-se a remoção de ruídos sistemáticos e aleatórios com as ferramentas *Remove Bad Data Points* (Figura 8) e *RMS error statistics* (Figura 9).

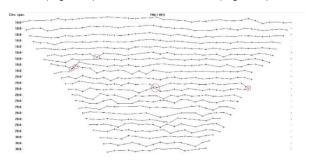


Figura 8 – Diagrama de distribuição dos pontos de resistividade amostrados em campo. As elipses em vermelho retratam alguns dos ruídos sistemáticos removidos na filtragem.

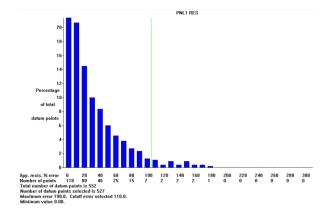


Figura 9 – Histograma de distribuição de erro entre os valores de resistividade medido e calculado (%), com o limite usado para exclusão dos pontos (linha verde).

Para determinar a distribuição em subsuperfície da resistividade elétrica verdadeira é necessário a técnica de inversão (Loke, 2015). O software RES2DINV utiliza o método matemático dos mínimos quadrados para fazer a inversão por suavização dos dados (Fachin, 2007). A inversão por mínimos quadrados utiliza o método de otimização por mínimos quadrados de Gauss-Newton (Loke e Barker, 1996). Dessa forma, foi possível obter o modelo de resistividade (Figura 11) e de cargabilidade para o meio.

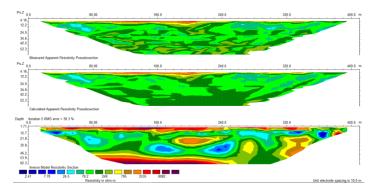


Figura 10 – seções de resistividade medida (acima), calculada (centro) e inversa (abaixo) obtidos após o procedimento de inversão no software RES2DINV.

Resultados

A seção de ER (Figura 11) foi obtida com 5 iterações apresentando erro RMS final de 39,5%, com valores de resistividade de 14,2 Ohm.m a 12814,1 Ohm.m. Esse dado foi o maior responsável pela delimitação de estruturas e identificação de litologias para o modelo geológico.

A seção de IP (Figura 12) foi obtida após 5 iterações apresentando erro RMS final de 7,1% com valores de cargabilidade de 0,1 mV/V a 72 mV/V. Essa seção foi utilizada para identificar as principais zonas mineralizadas (Figura 13)

O perfil obtido pelo PFE (Figura 13) foi gerado após 5 iterações com erro RMS final de 20,6%, o intervalo de valores observado vai de 0,01% a 134,1%. O perfil de

MF (Figura 14) foi gerado com 6 iterações e erro RMS de 126,5%, e intervalo de valores da ordem de 1,56 1/ohm.m a 7106,8 1/ohm.m. Esses produtos auxiliaram na elaboração do modelo geológico final, sendo utilizados para confirmar hipóteses de estruturas geológicas e mineralizações observadas nas seções de ER e M.

As anomalias e as feições observadas nos modelos elétricos foram correlacionadas, posteriormente, para gerar um modelo geológico-geofísico (Figura 15 a).

O modelo apresenta 3 camadas geoelétricas. A camada em vermelho (Figura 15 b) representa o solo, atingindo até 10 metros de profundidade e resistividade de 2710 até 4700 Ohm.m. A camada cinza claro (Figura 15 b) ilustra a zona de intemperismo, assim definido devido a baixa resistividade observada de 38 a 90 Ohm.m, e encontra-se no intervalo de 4 a 30 metros. A camada cinza escura (Figura 15 b) representa a rocha sã, devido a alta resistividade observada de 191 a 950 Ohm.m, e se localiza no intervalo de 20 a 62,3 metros, composta por uma intercalação de metarenito e filito. Além das camadas, 5 estruturas verticais foram delimitadas na figura 15 b, posicionadas em 75, 150, 240, 295 e 365 metros e resistividades próximas de 80 Ohm.m, essas feicões são compatíveis espacialmente com as anomalias de IP, MF e PFE (Figura 15 c, d, e) e sugerem a ocorrência de zonas sulfetadas.

Conclusões

O método da ER foi eficaz na detecção de estruturas verticalizadas. As anomalias dos perfis de IP, PFE e MF apresentam boa correlação espacial com essas estruturas. Isso foi determinante para confirmação de zonas anômalas, relacionadas a fraturas preenchidas por quartzo com sulfetos. A análise conjunta dos resultados adquiridos pela RES, IP, PFE e MF

possibilitou a formulação de um modelo geológicogeofísico condizente com a geologia local.

Referências Bibliográficas

BARBOZA, E. S. 2008. Gênese e controle estrutural das mineralizações Auríferas do Grupo Cuiabá, na Província Cuiabá - Poconé, centro Sul do Estado de Mato Grosso – Brasil. Tese (Doutorado)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro,2008.

FACHIN, S. J. S. 2007. Ensaios geoelétricos 2D no antigo lixão de Ribeirão Preto - SP: avaliação de parâmetros de aquisição e monitoramento ambiental do problema. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto - SP,Brasil.

LOKE M.H., BARKER R.D.,1996. Rapid least-squares inversion of apparent resistivity pseudosections using a quasi-Newton method. Geophysical Prospecting, 44, 131-152.

LOKE, M.H., CHAMBERS, J.E., RUCKER, D. F., KURAS, O., WILKINSON, P. B., 2013. Recent developments in the direct-current geoelectrical imaging method. Journal of Applied Geophysics, 95, 135-156.

LOKE, M.H. 2015. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. 177p.

SILVA, C. H., SIMÕES, L. S. A., RUIZ A. S. 2002. Caracterização estrutural dos veios auríferos da região de Cuiabá, MT. Revista Brasileira de Geociências,

32:407-418.

TOKASHIKI C.C., SAES G.S. 2008. Revisão estratigráfica e faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, Baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(4):661-675

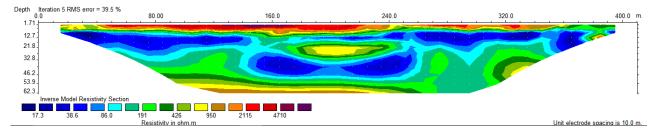


Figura 12 - seção de eletrorresistividade, arranjo dipolo-dipolo, espaçamento de eletrodos de 10 metros.

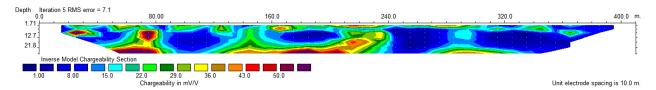


Figura 13 – seção de polarização induzida, arranjo dipolo-dipolo, espaçamento de eletrodos de 10 metros.

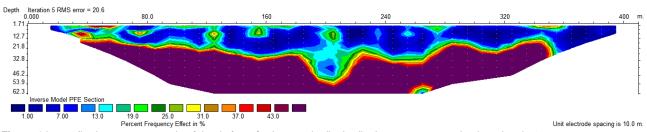


Figura 14 – seção de porcentagem de efeito de frequência, arranjo dipolo-dipolo, espaçamento de eletrodos de 10 metros.

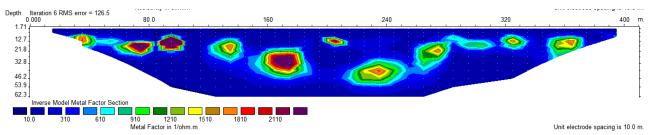


Figura 15 – seção de fator metal, arranjo dipolo-dipolo, espaçamento de eletrodos de 10 metros.

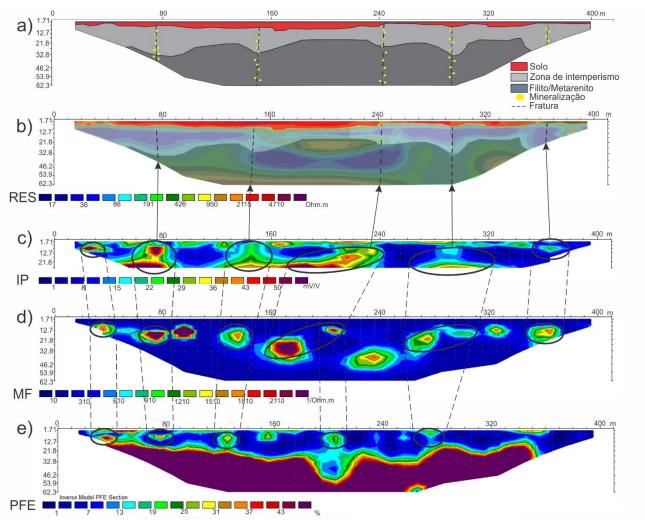


Figura 16 – Análise de dados e correlação de anomalias encontradas nas seções de eletrorresistividade (b), polarização induzida (c), fator metal (d) e porcentagem de efeito de frequência (e), para elaboração do modelo geológico-geofísico (a)