



Aplicação de Métodos Geoeletricos na Identificação de Zonas Mineralizadas no Depósito Aurífero de Príncipe-TO.

Pachêco, I. A.*, IG-UnB, Borges, W. R., IG-UnB.

Copyright 2018, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no VIII Simpósio Brasileiro de Geofísica, Salinópolis, 18 a 20 de setembro de 2018. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico do VIII SimBGf, mas não necessariamente representa a opinião da SBGf ou de seus associados. É proibida a reprodução total ou parcial deste material para propósitos comerciais sem prévia autorização da SBGf.

Abstract

The Príncipe Gold Deposit arouses economic interest since the gold cycle in 1724. There are no reports of publications regarding to near-surface geophysics studies in the study area; hence, this paper reports the use of geoelectrical data for subsurface models. Furthermore, this research has as objective the identification of mineralized zones. The Príncipe Gold Deposit is orogenic and it is known as a pressure shadow zone that acted as structural traps for the ore (Corrêa et. al., 2015). Then, two profiles with resistivity and IP data for two lines were conducted perpendicularly to the main structural trend N10°W-N20°E, with 10 meters spacing between electrodes. Granite with intense deformation was interpreted as more resistive zones (1000-4000 ohm.m), shear zones with approximately 670 ohm.m and mineralized zones were interpreted as greater than 14 mV/V values.

Introdução

O Depósito Aurífero de Príncipe-TO tem despertado interesse econômico desde o ciclo do ouro em 1724. A aferição de grandes concentrações de ouro deve-se à intensa alteração hidrotermal, região que foi nomeada, por Oliveira (2012), de hidrotermalito. Essa unidade tem sido alvo de estudos que apresentam como foco a gênese aurífera local (e.g., Correa et. al., 2015; Sousa et. al., 2015). Esses estudos apontam que essa formação está relacionada ao movimento transcorrente (*strike-slip*) e a zonas de alívio. Correa (2015) explica que devido à maior resistência ao cisalhamento, o Granito Príncipe se comporta como um porfiroclasto em escala regional para a migração das soluções hidrotermais. Conseqüentemente, duas sombras de pressão nos extremos NS do Granito agem como *traps* estruturais para o minério, uma delas é o hidrotermalito, na parte setentrional. Nas zonas de alívio de pressão, a interação entre fluido-rocha aumenta e é formado um sistema descontínuo de quartzo-carbonato-sulfeto-ouro-veios, interconectado com zonas de cisalhamento orientadas na direção N-N20°E. Embora, trabalhos de geofísica aérea tenham sido usados em estudos pretéritos para mapeamentos, relatos de geofísica rasa na região não são difundidos. Deste modo, esse estudo visa detalhar a arquitetura interna da unidade representada pela intensa alteração hidrotermal do granito príncipe por meio dos métodos geoeletricos de Resistividade e Polarização Induzida no domínio do tempo. Assim como determinar a profundidade média do embasamento e o comportamento anômalo quantificado em termos de

propriedades elétricas das possíveis zonas mineralizadas.

Metodologia/ Problema Investigado

Em 1912, Conrad Schlumberger abordou pela primeira vez o método elétrico aplicado de forma ativa, ou seja, a Terra é energizada por uma fonte externa e a diferença de voltagem gerada é medida. Desde então, novos métodos, como é o caso do IP, vem sendo desenvolvidos e utilizados no estudo da crosta superior rasa. O IP no domínio do tempo (TD) se utiliza de medidas do decaimento da voltagem após atingir a sobretensão (*overvoltage*), isso ocorre com a interrupção da estabilização da corrente no subsolo. Deste modo, valores de cargabilidade são estipulados, sendo indicada em estudos de minerais metálicos disseminados. As maiores concentrações de ouro no depósito de Príncipe se encontram nas mineralizações primárias, ou seja, disseminadas em veios de quartzo, que subsequentemente é interrompida por alteração e falhas, além de se apresentar disseminada no próprio granito Príncipe. A maior ambigüidade do método utilizado nesse contexto é o fato das anomalias poderem estar também associadas a sulfetos de Cu-Fe, magnetita e alteração de silicatos.

Foram realizadas aquisições de Resistividade e Cargabilidade ao longo de duas linhas posicionadas de modo que não ficassem paralelas aos lineamentos (figura 1). Além disso, tal imagem ilustra a geologia local, proposta durante o Trabalho Final de Graduação em geologia pela Universidade de Brasília no ano de 2012. Para as medições foi usado o instrumento *Syscal Pro* da *Iris Instruments*, com dez e 440 metros para a primeira e segunda linha respectivamente. Outra observação importante é o fato das linhas terem sido posicionadas na direção SE-NW.

A escolha do método de inversão e os parâmetros dependem de fatores como: geologia local, quantidade de dados, tempo de inversão desejado, contraste de resistividade e intensidade de ruído nos dados. Sendo assim, alguns testes com diferentes parâmetros de inversão foram realizados com o intuito de analisar a influência nos resultados. A inversão robusta foi utilizada, pois essa opção tem como finalidade o destaque de corpos verticalizados, e o alvo de estudo são veios mineralizados. Foi utilizada malha fina (*Fine Mesh Refinement*), a razão de filtro de achatamento Vertical para horizontal (*Vertical to horizontal flatness filter ratio*) foi de 2; o tamanho da célula usada foi igual a metade do espaçamento entre os eletrodos portanto, a unidade está

representada como 5 metros; a espessura para a primeira camada de blocos foi de 0,3 vezes a distância entre os eletrodos; a matriz Jacobiana foi recalculada para todas as interações; para gerar o modelo foi executado *Gauss-Newton* como forma de solucionar as equações do mínimo quadrado, e por último, o perfil de resistividade foi expresso em logaritmo e o da cargabilidade de forma linear.

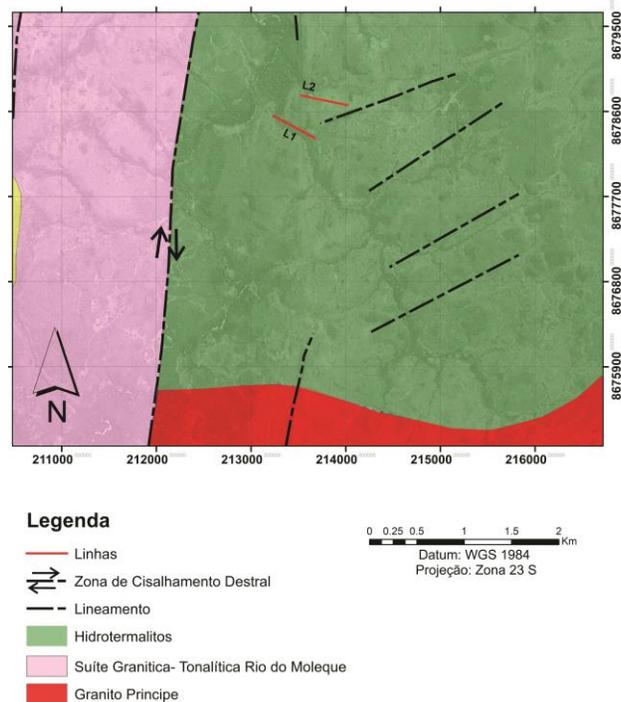


Figura 1: Localização das linhas de aquisição, assim como as unidades geológicas da região e os lineamentos estruturais.

Resultados

No perfil de resistividade para a linha 1 (figura 2-a) pode-se observar que as maiores resistividades foram maiores que 5500 ohm.m. Para o perfil de cargabilidade foram observadas três anomalias principais, que podem ser bem observadas no segundo perfil (figura 2-b), neste produto as curvas de decaimento da voltagem foram levadas em consideração. O terceiro perfil (figura 2-c) foi filtrado de forma mais crítica, visto que menos dados foram excluídos, com a finalidade de manter os grandes valores da anomalia um, além disso, a escala de cor foi ajustada com o intuito de observar o comportamento do gradiente das anomalias e para centraliza-las. Quanto a cargabilidade, os valores para as anomalias da primeira linha foram considerados baixos, entre 12 e 14 mV/V. A anomalia 1 foi considerada bastante extensa, porém o seu gradiente aumenta com a profundidade, que pode ser um indicativo de aumento de mineralização. Após a segunda filtragem, o perfil 3 (fig. 2-c) confirma que de fato os valores da anomalia 1 aumentam com a profundidade

e nessa seção variam de 31 até 37 mV/V, em uma profundidade maior que 20 metros. As anomalias dois e três, por sua vez, foram bastante superficiais, com valores intermediários, e com a variação de cargabilidade diminuindo com a profundidade, a última anomalia foi considerada um pouco mais intensa que a segunda,

A segunda linha está posicionada mais ao noroeste da primeira (figura 3-a), e seus valores de resistividade são parecidos: os maiores valores iguais a 4500, havendo uma concordância entre os dados. A cargabilidade para esta linha teve um comportamento de valores altos, concordando com a anomalia 1 da primeira linha. Na seção dois (figura 3-b) é possível observar que os valores são maiores que 28 mV/V para as anomalias 1,2 e 4, sendo que a anomalia 3 foi avaliada como baixa e do mesmo tipo que a 2 e 3 da linha 1. Na terceira inversão (figura 3-c) é possível confirmar esse comportamento, sendo que a primeira está posicionada em uma profundidade média de 15 metros, com valores iniciais 30 mV/V e atingindo os maiores valores (40 mV/V) em aproximadamente 24 metros abaixo da superfície. A anomalia 2 tem o topo em 10 metros e os maiores valores (42 mV/V) entre 14 e 25 metros de profundez. A anomalia 3 é a mais superficial, 7 metros, e seu valor máximo é de quase 25 mV/V em 9,56 metros, sendo que diminui para 19 mV/V até 29,7 metros. Na anomalia 4 é possível notar uma certa inclinação para SE e é a mais profunda, visto que o maior valor (31 mV/V) se encontra em 24 metros, porém é possível notar que os valores aumentam com a profundidade.

Discussão e Conclusões

As maiores resistividades nas linhas 1 e 2 foram consideradas como o granito Príncipe (maiores que 2714 ohm.m), a parte com resistividade de 331-1200 ohm.m foi interpretado como zona de cisalhamento. Na linha 2 a região adjacente ao granito apresentou resistividade variando de 1347 à 1875 ohm.m, o material que compõe esse limite não foi interpretado porém acredita-se que pode ser o mesmo granito, porém mais fraturado ou alterado.

Os valores de cargabilidade maiores que 30 mV/V foram associados com zonas bem mineralizadas e aqueles entre 19 e 28 mV/V como zonas de fraca mineralização. Foi possível observar também que as mineralizações mais intensas se encontram em maiores profundidades e possivelmente em veios de quartzo. A presença de baixas concentrações de ouro próximas à superfície sugere uma fraca mineralização de cunho eluvial ou aluvial, enquanto que os maiores valores estão em mineralizações primárias. Feita essas observações, os perfis geológicos para cada linha foram representados na figura 3 e 4.

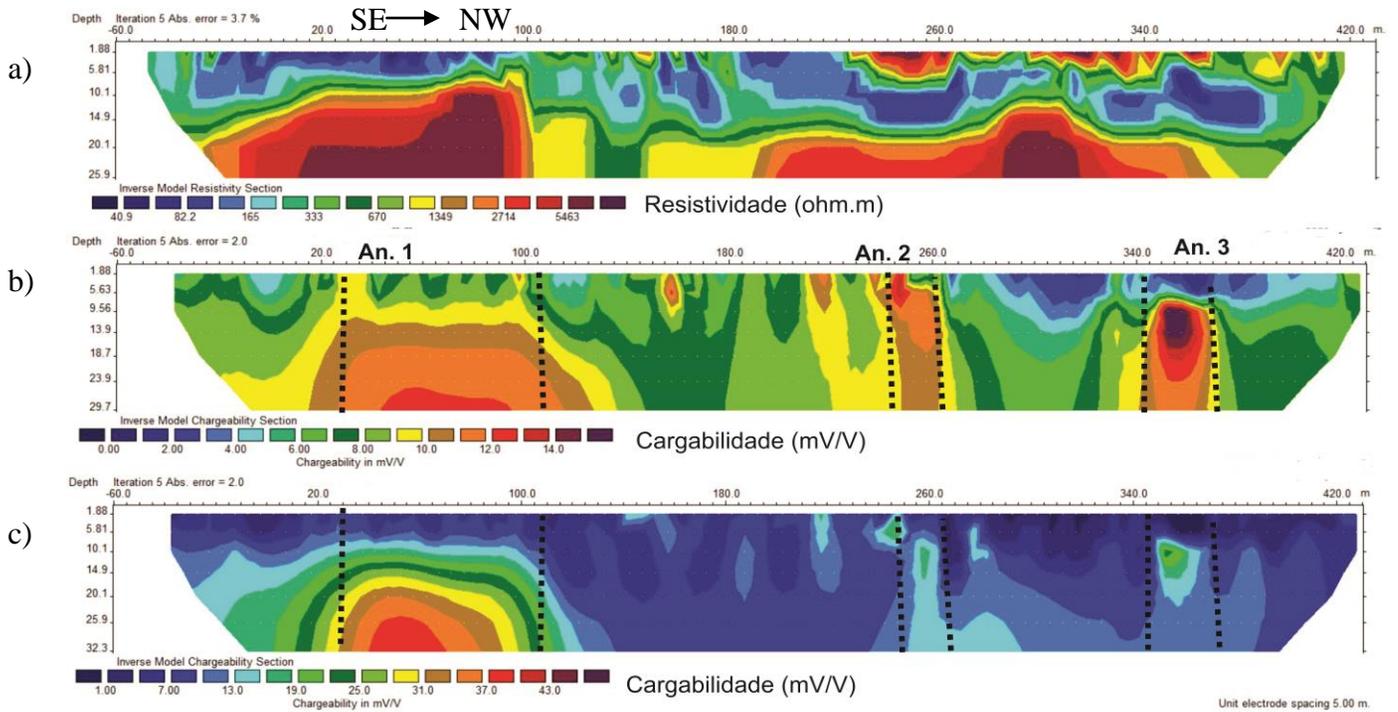


Figura 2: Seção de métodos elétricos para a linha 1. A) Resistividade, B) Cargabilidade 1, C) Cargabilidade 2.

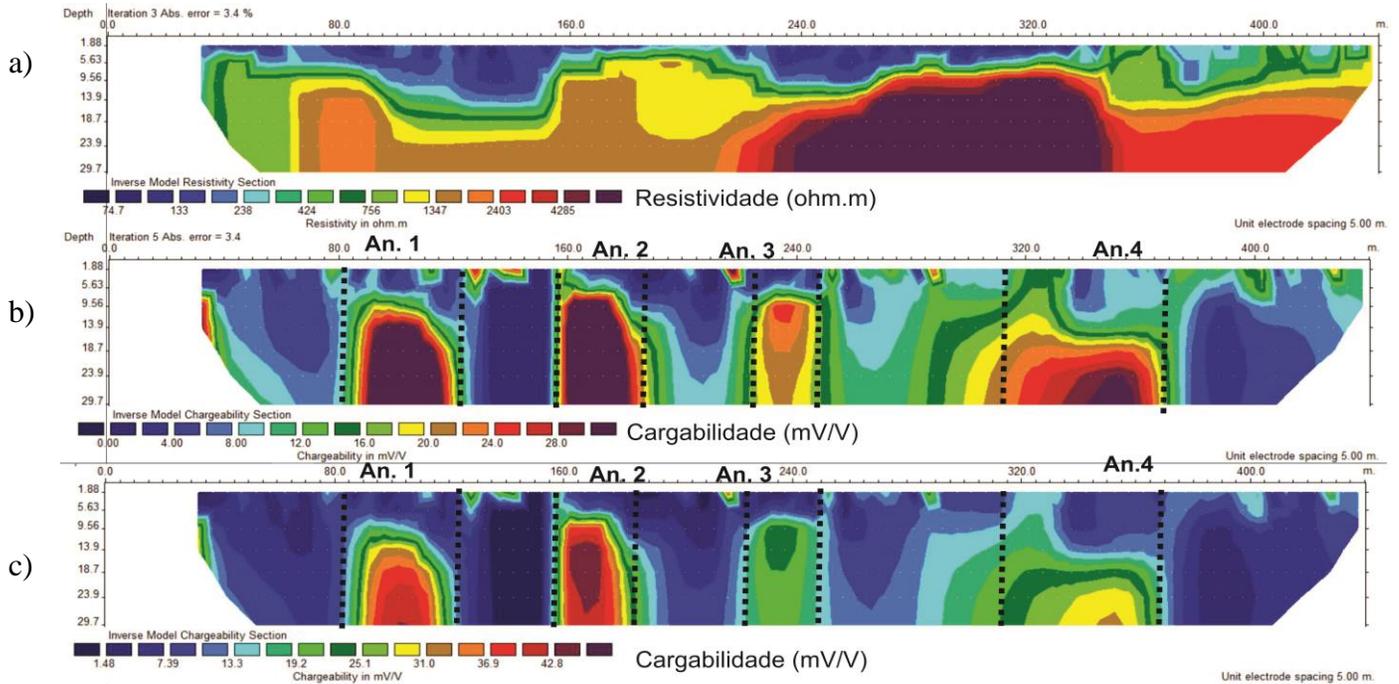


Figura 3: Seção de métodos elétricos para a linha 2. A) Resistividade, B) Cargabilidade 1, C) Cargabilidade 2.

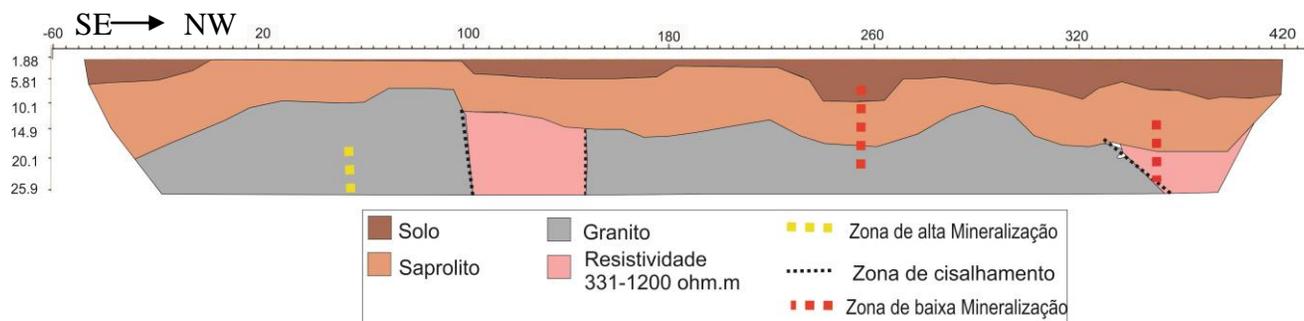


Figura 4: Modelo geológico final da linha 1.

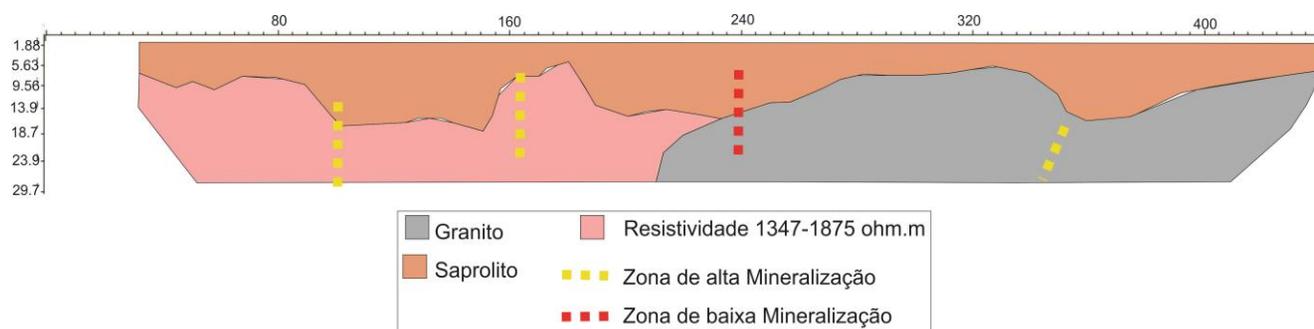


Figura 5: Modelo geológico final da linha 2.

Queiroz (2001) relatou por meio de biotita secundária Rb-Sr uma idade de 517 ± 40 Ma para a mineralização que a colocação do ouro ocorreu ao longo de veios de quartzo durante o estágio do Ciclo Brasileiro, que relaciona com o modelo aqui proposto. Portanto, quatro zonas de alta mineralização foram propostas, algumas delas em locais que ocorre mudança de resistividade, porém, as mesmas não foram apontadas como zonas de veios por não ser uma mudança significativa termos de propriedades elétricas e por não ter sido colhido dado direto das profundidades estipuladas. Na linha 1 foi feita uma trincheira de quase 5 metros de profundidades próxima a anomalia 1 e foi encontrado material oxidado, óxido de ferro e veio de quartzo com pouco ouro. Para a segunda linha, uma trincheira também foi feita próxima a segunda anomalia, com profundidade de 5 metros, a presença de ouro nesse local também não foi significativa.

Sugere-se, contudo, que no local da pesquisa, as maiores concentrações de ouro estejam abaixo de 15 metros. Porém os métodos utilizados não faz uma análise quantitativa do quanto de ouro apresenta, apenas as regiões com maiores mineralizações, que pode ser devido além do ouro a outros materiais tais como sulfeto de Cu-Fe, magnetita e hematita. Sendo assim, é recomendado que furos mais profundos sejam feitos, para descrição do material retirado e além de análise química, adquirir dados de petrofísica como por exemplo a susceptibilidade magnética, textura e a interface dos diferentes constituintes da rocha. Visto que a primeira

anomalia de cada linha foram as maiores, as mesmas podem está correlacionadas, portanto, aquisições de geofísica 3D também seriam de importância para o entendimento da geometria do depósito.

Agradecimentos

Agradecimentos à JP Mineradora e o Laboratório de Geofísica Aplicada da Universidade de Brasília.

Referências

- Corrêa, R. S., de Oliveira, C. G., Vidotti, R. M., & da Silva Souza, V., 2015. Regional-scale pressure shadow-controlled mineralization in the Príncipe Orogenic Gold Deposit, Central Brazil. *Ore Geology Reviews*, vol. 71: 273-304.
- Oliveira, C.G. 2012. Projeto Natividade. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília.
- Sousa, I. M. C. 2015. Geologia, geocronologia e geoquímica do embasamento granítico paleoproterozóico em natividade, Faixa Brasília Norte. Tese de mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Queiroz, J.P.C., 2001. Geologia e mineralização aurífera da área de Chapada-TO. Dissertação de mestrado (não publicada), Universidade Federal do Pará, 118 pp.