



Atualização da assinatura gravimétrica da área norte do Vale do Curaçá

Marcos Alberto Rodrigues Vasconcelos-Universidade Federal da Bahia, Florivaldo Oliveira Sena- ServiGeo Geologia e Geofísica Ltda., Ricardo Cavalcanti Santiago-Serviço Geológico do Brasil-CPRM, Annie Gabrielle de Oliveira Silva- Universidade Federal da Bahia

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022, Universidade Federal da Bahia

Copyright 2022, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

Este texto foi preparado para a apresentação no IX Simpósio Brasileiro de Geofísica, Curitiba, 04 a 06 de outubro de 2022. Seu conteúdo foi revisado pelo Comitê Técnico

Resumo

O Vale do Curaçá é amplamente conhecido por ser uma região com grande potencial de exploração de sulfetos de cobre. Como estes depósitos estão situados no Cinturão Salvador-Itabuna-Curaçá, entende-se que em outras áreas deste cinturão podem ocorrer outros depósitos de cobre similares aos explorados pela empresa Ero Copper. Tais minérios costumam apresentar anomalias gravimétricas marcantes. Este trabalho apresenta o mapa Bouguer da área norte do Vale do Curaçá, com maior densidade de estações. Nesta região se encontra o depósito de Vermelhos, e apresentamos uma análise comparativa entre as assinaturas na área onde se encontra este depósito e outras áreas que apresentam assinaturas similares.

Introdução

A região do Vale do Rio Curaçá na Bahia há décadas é conhecida pela ocorrência de minério de cobre e, em 2009, foi responsável por 12,1% da produção deste minério de cobre no Brasil (DNPM 2009), tornando o país o 15º maior produtor do metal. A região está localizada na parte norte do Cráton São Francisco, definido por Sampaio et al. (2001) como um terreno Paleoproterozóico com mineralização de cobre. Na região ocorre minério de cobre associado a rochas máficas e ultramáficas. Na exploração de minério de cobre, o uso de métodos gravimétricos tem sido utilizado com sucesso para localizar corpos mineralizados (Dentith e Mudge 2014; Santos, Li e Moraes 2015). O sucesso de seu uso está associado à assinatura positiva que é tipicamente comum, o que em geral se deve ao contraste entre a densidade da mineralização e a da rocha hospedeira. Vasconcelos et al. (2018) modelaram a área de ocorrência dos alvos Cercado Velho e Lagoa da Mina, que se encontram dentro do domínio da Mineração Caraíba, e obtiveram por meio de inversão uma disposição de corpos que alcançam profundidades máximas de 500 metros, com $\sim 0,064 \text{ g/cm}^3$ de contraste de densidade. Nos últimos anos, a empresa Ero Copper, detentora de maior parte das reservas no Vale do Rio Curaçá, ampliou suas estimativas de minério de cobre com a descoberta do depósito de Vermelhos e ampliação da mina em Pilar. De certa maneira, estes resultados atestam o potencial da região para a produção brasileira de minério de cobre. Neste sentido, compreende-se a necessidade em se detalhar a malha gravimétrica do vale do rio Curaçá considerando que os dados existentes até o momento proveem de dados largamente espaçados coletados por

Mota (1974). Este trabalho, realizado em parceria entre a Universidade Federal da Bahia e a Superintendência Regional de Salvador do SGB-CPRM, tem por objetivo apresentar os dados coletados em parceria por pesquisadores de ambas as instituições com o intuito de fornecer elementos para futuro conhecimento de outras áreas com assinatura gravimétrica promissora.

Metodologia

Os dados de gravidade foram coletados durante duas campanhas de campo usando um medidor de gravidade diferencial (Scintrex CG-5), com resolução padrão de $\sim 1 \mu \text{ Gal}$. As estações foram coletadas com espaçamento médio de 1 km nas rodovias e 2km nas estradas não pavimentadas, totalizando 360 estações gravimétricas (Figura 1).

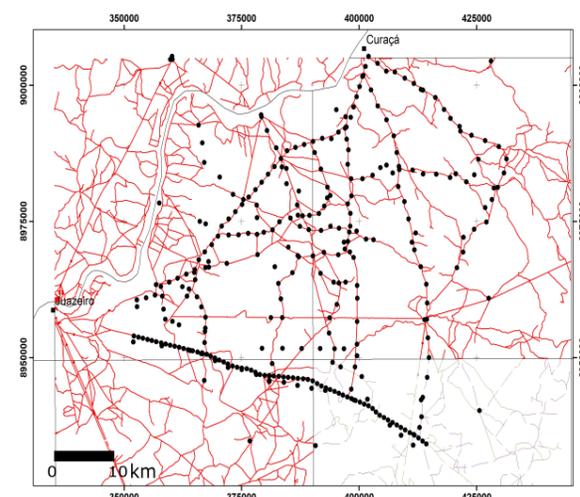


Figura 1- Localização das estações gravimétricas adquiridas.

Os valores de gravidade absoluta foram obtidos a partir das medições diferenciais usando estações de referência localizadas na cidade de Juazeiro e uma estação transportada de Juazeiro para a cidade de Curaçá. A correção do efeito de maré é realizada automaticamente pelo próprio CG-5 utilizando-se da fórmula clássica de Longman (1959). Para o controle altimétrico em cada estação gravimétrica coletou-se dados com um GPS diferencial SP60, da Spectra Precision, e um GTR-02 da TechGeo, com 2 cm de resolução vertical. Os valores de anomalia Bouguer foram calculados usando um valor de densidade de $2,67 \text{ g.cm}^{-3}$, e a gravidade teórica em todos os locais foi calculada usando o elipsóide de referência GRS80. Após a obtenção da anomalia Bouguer os dados foram interpolados com o método da Mínima curvatura com espaçamento de 1,5 km entre os pontos da malha. A

anomalia Bouguer residual foi obtida a partir da remoção do campo regional obtido com o campo continuado em 7km de altura. Os dados foram posteriormente analisados comparando-se a anomalia Bouguer residual com os métodos de *Tilt Angle* (Miller e Singh, 1994) e do Sinal Analítico do *Tilt Angle*-ASTA (Hansari e Alamdar, 2011).

Resultados

O mapa Bouguer do Vale do Curaçá é apresentado na Figura 2. Pode-se destacar algumas feições interessantes, entre elas: (i) o baixo gravimétrico na porção central, onde se encontra o depósito de Vermelhos; (ii) altos gravimétricos circundando a anomalia Bouguer residual. Aplicando a estes dados o cálculo do *Tilt Angle*, obtém-se um dado mais detalhado, em que as anomalias mais altas demonstram estar relacionadas a corpos menores do que os que se apresentam no mapa da Figura 2. Nota-se ainda, que a anomalia em que o depósito de Vermelhos se localiza se estende para sul e para oeste (número 2 da Figura 3). Além disso, há uma anomalia a norte de Vermelhos que também apresenta valores próximos do depósito de Vermelhos (número 3 da Figura 3). Sabendo-se que a transformação de dados potenciais no Sinal Analítico do *Tilt Angle* fornece informações mais detalhadas das fontes anômalas, e que seus resultados são menos influenciados pela profundidade das fontes (Hansari e Alamdar, 2011), aplicamos este processamento aos dados. Obtivemos então o mapa de ASTA dos dados gravimétricos apresentado na Figura 4.

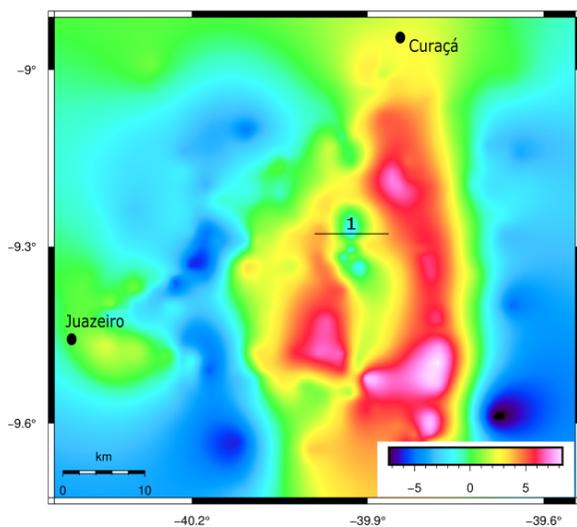


Figura 2- Mapa de anomalia Bouguer da área norte do Vale do Curaçá. O número 1 mostra a localização do depósito de Vermelhos. A legenda é dada em mGal. A linha próxima ao número 1 corresponde ao local de onde foi extraído perfil para comparação dos dados Bouguer, *Tilt Angle* e ASTA.

O mapa do ASTA apresenta anomalias mais individualizadas e pontuais em relação aos mapas anteriores. Por outro lado, a anomalia da região do depósito de Vermelhos, que antes se apresentava com baixo gravimétrico, mostra-se no mapa do ASTA como a anomalia mais forte da região. Ao comparar-se os mapas

Bouguer e do *Tilt Angle* com o mapa do ASTA, percebe-se que as anomalias numeradas como 2 e 3 apresentam-se bem marcadas no mapa do ASTA.

Discussão e Conclusões

Na região dos alvos de Cercado Velho e lagoa da Mina, localizados a sul da área de estudo o minério de cobre ocorre associado a rochas máficas e ultramáficas (Vasconcelos et al., 2018). Teixeira et al. (2010) e os autores sugerem a existência de vários corpos potencialmente mineralizados associados a rochas altamente metamorfoseadas e migmatizadas da região. Desta maneira, apesar de se entender que depósitos de sulfetos de cobre tendem apresentar anomalia gravimétrica positiva, entendemos que a anomalia Bouguer negativa sobre a área onde há o depósito de Vermelhos pode estar associada a presença de serpentinitos. Dos dados apresentados nas figuras anteriores extraímos perfis E-W sobre a área onde se encontra o depósito de Vermelhos (Figura 2). Os perfis mostram que a área 1 apresenta uma anomalia Bouguer negativa sobre a área onde se encontra o depósito de Vermelhos. Os dados do *Tilt Angle* apresentam um baixo mais proeminente com bordas positivas mais acentuadas (Figura 5b). O perfil do ASTA apresenta um dado extremamente pontual sobre a área do depósito, marcando de forma clara seu aspecto anômalo (Figura 5c).

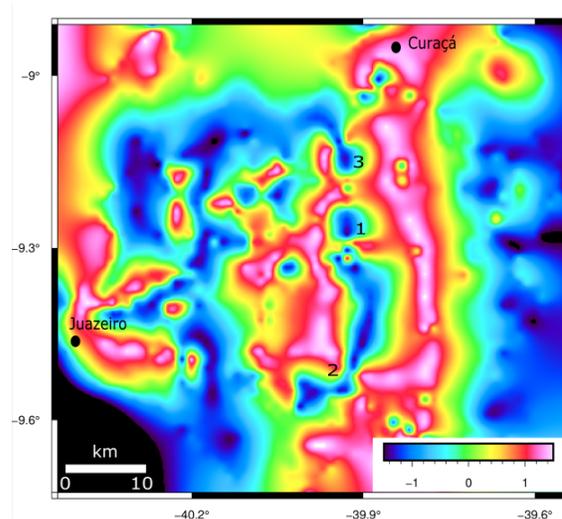


Figura 3- Mapa do *Tilt Angle* da anomalia Bouguer apresentada na Figura 2. O número 1 denota a localização do depósito de Vermelhos; os números 2 e 3 denotam potenciais anomalias que se assemelham à anomalia 1. A legenda é dada em radianos.

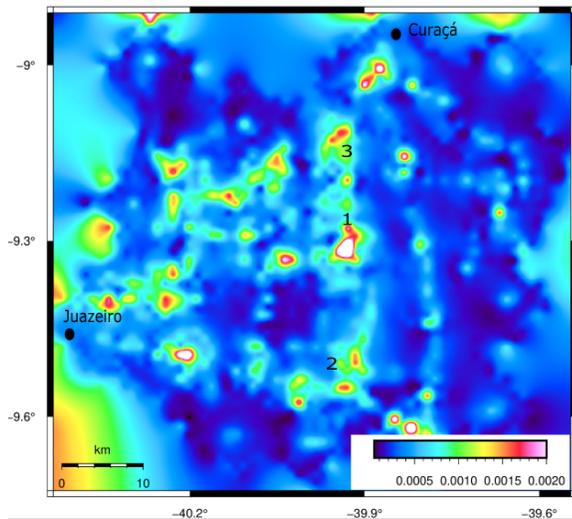


Figura 4- Mapa do Sinal Analítico do Tilt Angle-ASTA- da anomalia Bouguer apresentada na Figura 2. O número 1 denota a localização da área do depósito de Vermelhos; os números 2 e 3 denotam potenciais anomalias, similares à anomalia em 1. A legenda é dada em rad/m.

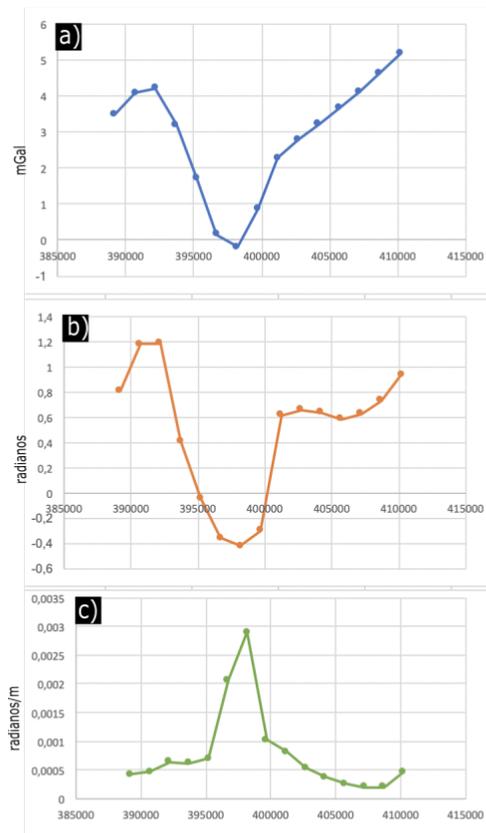


Figura 5- Perfis E-W extraídos da área onde se localiza do depósito de Vermelhos. (a) Anomalia Bouguer (b) Tilt Angle (c) ASTA.

Entende-se a anomalia Bouguer negativa sobre a área onde se encontra o depósito de Vermelhos pode ser

explicada pela intensa alteração hidrotermal e presença de gnaisses e rochas básicas saussuritizadas e hidrotermalizadas onde se encaixaram os depósitos de cobre. Além disso, a similaridade entre as assinaturas obtidas dos dados do *Tilt Angle* e ASTA entre as localidades marcadas com número 1, e as anomalias em 2 e 3 pode indicar outros potenciais alvos que merecem atenção nos estudos metalogenéticos da região. Isso não significa, entretanto, que os valores destacados no mapa do ASTA estão diretamente relacionados ao depósito de Vermelhos, já que não foram coletados dados dentro da área da mina. Mas, como os dados foram coletados em suas proximidades, a anomalia destacada pode estar relacionada a fontes anômalas mais profundas, que podem auxiliar na busca de depósitos mais profundos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia-FAPESB por financiar este projeto, termo de outorga APP0017/2016, e ao Serviço Geológico do Brasil-CPRM, pela disponibilização dos dados gravimétricos adquiridos.

Referências

- Dentith M. & Mudge, S., 2014. *Geophysics for the Mineral Exploration Geoscientist*. Cambridge Press.
- DNPM. 2009. Anuário mineral Brasileiro. DNPM.
- Motta, A.C, 1974. A aplicação da magnetometria e gravimetria, na prospecção de cobre, na região do curaçá Estado da Bahia, Brasil. PhD thesis. School of Mines-Austria.
- Hamsar, Alamdard, 2011. A new edge detection method based on the analytic signal of tilt angle (ASTA) for magnetic and gravity anomalies. IJST A2: 81-88.
- Longman, I.M., 1959. Formulas for computing the tidal accelerations due to the Moon and the Sun. *Journal of Geophysical Research*, 64(12): 2351–2355.
- 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.
- Sampaio A., Rocha A., Santos R., and Guimarães J., 2001. *Jacobina, folha SC.24-Y-C: Estado da bahia.cd-rom, escala 1:25000*. DNPM.
- Santos, M.L., Li, Y., and Moraes, R. 2015. Application of

3D magnetic amplitude inversion to iron oxide-copper-gold deposits at low magnetic latitudes: a case study from Carajás Mineral Province, Brazil. *Geophysics* 80, B13–B22.

Teixeira J., Silva M., Lindenmayer Z., Silva L.D., Vasconcelos P., Reis C. *et al.*, 2010. Depósitos de cobre do vale do Rio Curaçá, Bahia. In: *Modelos de depósitos de cobre do Brasil e sua resposta ao intemperismo*. CPRM.

Vasconcelos, M.A.R., Purificação, R. S. & Sena, F., Conceição, D, 2018. Gravity signature and physical properties of copper deposit in the Curaçá Valley, northern Bahia/Brazil – case study. *Geophys. Prospecting* 66: 1784–1795.