



**Caracterização Geofísica de Estruturas Associadas às Mineralizações de Cobre e Ouro no Arco Magmático de Arenópolis – Goiás – Brasil**  
Geophysical Characterization of Structures Associated with Copper and Gold Mineralization in the Arenópolis Magmatic Arc – Goiás – Brazil

Éderson Ribeiro da Silva<sup>1,2</sup>; Adalene Moreira Silva<sup>2</sup> & Marcelo Henrique Leão-Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CPRM-Serviço Geológico do Brasil, Rua 148, 485, 74170-110, St. Marista, Goiânia, GO, Brasil

<sup>2</sup> Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro ICC – Ala Central, 70910-900, Brasília, DF, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências e Tecnologias, Departamento de Geologia, Rua Mucuri, 74968-755, Setor Conde dos Arcos, Aparecida de Goiânia, GO, Brasil  
Emails: ederson.silva@cprm.gov.br; adalene@unb.br; marcelo.leao@ufg.br

Recebido em: 20/03/2020 Aprovado em: 22/07/2020

DOI: [http://doi.org/10.11137/2020\\_3\\_145\\_157](http://doi.org/10.11137/2020_3_145_157)

## Resumo

Com a finalidade de identificar características geofísicas de estruturas importantes nas mineralizações de cobre e ouro na região oeste de Goiás, realizou-se processamento e interpretação de dados de gravimetria e magnetometria. Analisamos a assinatura gravimétrica das sequências metavulcanossedimentares Bom Jardim, Arenópolis-Piranhas, Iporá-Amorinópolis e Jaupaci que se localizam no Arco Magmático de Arenópolis, entre os lineamentos Transbrasiliano e Moiporá-Novo Brasil. A análise do mapa de anomalia Bouguer residual permitiu correlacionar altos gravimétricos com as sequências metavulcanossedimentares mapeadas. Sugere-se que as sequências Bom Jardim e Arenópolis-Piranhas estendam-se em profundidade para a direção sul, prolongando-se cerca de 40 km sob a Bacia do Paraná. A correlação de anomalias gravimétricas, lineamentos magnéticos, litotipos e ocorrências minerais mostra que alguns depósitos de cobre da região de Bom Jardim alinham-se com um conjunto de estruturas magnéticas que foram nomeadas neste trabalho de Lineamento Bom Jardim. De modo análogo, na região de Fazenda Nova as ocorrências minerais alinham-se aos lineamentos de segunda ordem da zona de cisalhamento Moiporá-Novo Brasil. Tais ocorrências minerais ficaram circunscritas às anomalias gravimétricas situadas nas adjacências das zonas de cisalhamento Transbrasiliano e Moiporá-Novo Brasil.

**Palavras-chave:** *Arco Magmático de Arenópolis; gravimetria; magnetometria*

## Abstract

In order to identify geophysical characteristics of important structures in the mineralization of copper and gold in the Goiás western region, gravimetric and magnetic data processing and interpretation were carried out. We analyzed the gravimetric signature of the Bom Jardim, Arenópolis-Piranhas, Iporá-Amorinópolis and Jaupaci metavulcanosedimentary sequences that are located in the Arenópolis Magmatic Arc, between the Transbrasilian and Moiporá-Novo Brasil lineaments. The analysis of the Bouguer residual anomaly map, allowed to correlate high gravimetric values with the mapped metavulcanosedimentary sequences. It is suggested that the Bom Jardim and Arenópolis-Piranhas sequences extend in depth to the south direction, extending about 40 km under the Paraná Basin. The correlation of gravity anomalies, magnetic lineaments, lithotypes and mineral occurrences shows that some copper deposits in the Bom Jardim region are aligned with a set of magnetic structures that were named in this work as Bom Jardim Lineament. Similarly, in the Fazenda Nova region, the mineral occurrences are aligned with the second-order lineaments of the Moiporá-Novo Brasil shear zone. These mineral occurrences were confined to the gravimetric anomalies located in the vicinity of the Transbrasilian and Moiporá-Novo Brasil shear zones.

**Keywords:** *Arenópolis Magmatic Arc; gravimetry; magnetometry*



## 1 Introdução

O estado de Goiás é reconhecido pelo seu potencial metalogenético devido ao expressivo número de ocorrências minerais, garimpos desativados e minas em atividade. Mais precisamente no Arco Magmático de Goiás–Arenópolis vislumbra-se grande potencial para metais base e nobres, já que abriga importantes depósitos minerais como ouro em Fazenda Nova, cobre e níquel em Americano do Brasil, cobre em Bom Jardim, entre outros (Ramos, 2010; Lacerda Filho *et al.*, 2019).

A análise estrutural desempenha um papel fundamental na exploração de recursos minerais. Quase todos os estilos de depósitos minerais são controlados direta ou indiretamente por alguma forma ou tipo de estrutura. Uma compreensão adequada das configurações estruturais e estruturas chave, dentro de uma determinada região, nos permite contrastar certas feições com configurações de estilos de depósitos conhecidos ou modelados, além de criar modelos preditivos para a localização de alvos potenciais (Isles & Rankin, 2013).

Uma das limitações do mapeamento de campo, especialmente em áreas com afloramentos escassos, é a densidade altamente variável de informações, particularmente no mapeamento estrutural em escala de detalhe. As inter-relações de estruturas vistas apenas em afloramentos amplamente separados podem ser de difícil compreensão, particularmente entre estruturas de primeira e segunda ordem. Em contraste, dados aeromagnéticos e gravimétricos frequentemente fornecem continuidade de informações-chave que podem ser usadas para avaliação de problemas estruturais (Gunn, 1997; Grauch & Hudson, 2011).

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização de estruturas que estão relacionadas às mineralizações de cobre e ouro no Arco Magmático de Arenópolis. Para atingir esse objetivo optou-se por utilizar dados gravimétricos e magnéticos juntamente com mapas geológicos e um banco de dados de ocorrências minerais.

## 2 Geologia Regional

### 2.1 Unidades Geotectônicas

A Província Tocantins é um cinturão orogênico Neoproterozóico composto por três faixas de dobramentos denominados Araguaia, Paraguai e Brasília. Essa província foi desenvolvida como resultado da colisão de três blocos continentais: Amazonas, São Francisco/Congo e Parapanema durante a orogênese Brasileira-Pan Africana no Neoproterozóico (Brito Neves e Cordani, 1991). Esta província localiza-se entre os Cráton Amazônico a oeste, São Francisco a leste, e é recoberta pelos sedimentos Fanerozóicos da Bacia do Paraná a sul, Bacia do Parecis

a oeste e da Bacia do Parnaíba a norte (Almeida *et al.*, 1981; Figura 1A).

A área de estudo situa-se na porção sudoeste da Faixa Brasília a qual constitui um cinturão dobrado resultado de extensivo processo de colagem neoproterozóica. Apresenta um Domínio Externo representado por metassedimentos plataformais de baixo grau metamórfico e um Domínio Interno, constituído por rochas metassedimentares, localmente associadas a corpos ofiolíticos tectonicamente alojados nas rochas do Grupo Araxá. (Fuck *et al.*, 1994, Pimentel *et al.*, 1991).

Mais especificamente, a zona interna da faixa Brasília é composta por: (i) um núcleo metamórfico, no qual estão inclusos os Grupos Araxá e Canastra e o complexo granulítico Anápolis-Itaçu; (ii) O Maciço de Goiás que é constituído pelo Bloco Arqueano-Paleoproterozóico de Goiás e pelos complexos máfico-ultramáficos acamadados e o Greenstone Belt; (iii) e o Arco Magmático de Goiás que consiste em um sistema de arcos vulcânicos neoproterozóicos expostos em dois seguimentos: a norte chamado de Arco de Mara Rosa e a sul conhecido como Arco de Arenópolis (Marques, 2017).

O Arco Magmático de Arenópolis está exposto entre as cidades de Bom Jardim de Goiás e Edéia. Compreende sete sequências metavulcanossedimentares de idades distintas, de Oeste para Leste: Bom Jardim de Goiás (ca. 750 Ma), Arenópolis-Piranhas (ca. 929 Ma), Iporá-Amorinópolis (ca. 630 Ma), Jaupaci (ca. 747 Ma), Mossâmedes (ca. 900 Ma), Adelândia (<630 Ma) e Anicuns-Itaberaí (ca. 830 Ma), separadas entre si por rochas metaplutônicas de composição tonalítica a granodiorítica, formadas em ambiente de arcos insulares e cordilheiranos (Laux *et al.*, 2005, Guimarães *et al.*, 2012, Marques, 2017, Rodrigues *et al.*, 1999).

O lineamento Moiporá-Novo Brasil separa as faixas do Arco Magmático de Arenópolis em dois setores distintos. A área de estudo está inserida no setor ocidental do arco, que consiste em uma janela erosiva da Bacia do Paraná, em que as sequências metavulcanossedimentares de Jaupaci, Iporá-Amorinópolis, Arenópolis-Piranhas e Bom Jardim de Goiás estão expostas entre tonalitos com idades entre ca. 900 e 640 Ma. A deformação no setor é acomodada por zonas de cisalhamento de direção NNW-SSE, com o limite mais ocidental marcado por lineamentos de direção NE-SW, os quais configuram o Lineamento Transbrasiliiano (Seer, 1985, Curto *et al.*, 2014; Figura 1B).

O evento final de magmatismo relacionado ao Arco de Arenópolis é assinalado por abundantes intrusões graníticas tardi a pós-orogênicas, eventualmente bimodais, representados pelos corpos Serra Negra, Serra do Iran, Rio Caiapó, Iporá e Israelândia que afloram na área de estudo. A cristalização dessas rochas ocorreu em dois períodos, o primeiro entre ca. 600 a 560 Ma, e o segundo de idade em torno de ca. 510 Ma. Ambos são predominantemente

metaluminosos com características transicionais entre as séries calcio-alcalinas de alto K e shoshonítica (Pimentel *et al.*, 1999).

A Bacia do Paraná, desenvolvida durante o Paleozoico e o Mesozoico, consiste em uma depressão intracratônica, preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas que abrangem uma ampla área do continente sul-americano. Na área em estudo ocorrem as unidades sedimentares basais da bacia do Paraná representados pelos grupos Rio Ivaí (formações Iapó e Vila Maria); Paraná (formações Furnas e Ponta Grossa); Grupo Itararé (Formação Aquidauana) e enxame de diques e *sills* básicos (gabros e diabásios) atribuídos à Formação Serra Geral (Milani, 1997).

## 2.2 Estruturas Regionais

No estado de Goiás duas estruturas se destacam pelo tamanho e importância no contexto geológico regional, são elas o Lineamento Transbrasiliano e o Lineamento Moiporá-Novos Brasil (Figura 1B).

O Lineamento Transbrasiliano é um sistema *strike-slip* situado entre o Cráton Amazônico e a porção leste da plataforma Sul-Americana. É considerado uma

descontinuidade de escala continental que se prolonga da Argentina ao nordeste do Brasil, estendendo-se também ao continente africano sob o nome de *Kandi Lineament* com mais de 4000 km de extensão. Esse lineamento é constituído por uma sucessão de zonas de cisalhamento dúcteis profundas provavelmente cortando toda a litosfera (Cordani *et al.*, 2013). O modelo mais aceito, proposto por Fuck *et al.* (2013), interpreta o lineamento como um sistema de deformação intracontinental *strike slip* de movimento dextral, formado durante a fase final da orogênese Brasileira.

O Lineamento Moiporá-Novos Brasil é uma zona de cisalhamento de direção N-S. É considerado uma ramificação do lineamento Transbrasiliano que separa unidades geotectônicas neoproterozóicas do Arco Magmático de Arenópolis de unidades arqueanas do Maciço de Goiás, na porção norte (Mota-Araújo *et al.*, 2002). De acordo com Jost *et al.* (1986) o Lineamento Moiporá-Novos Brasil é composto por feixe de falhas direcionais de rejeito sinistral, com progressiva diminuição da deformação de sul para norte. Contrariamente, Marques (2017) caracteriza a zona de cisalhamento Moiporá-Novos Brasil como uma estrutura litosférica profunda, porém com cinemática dextral.

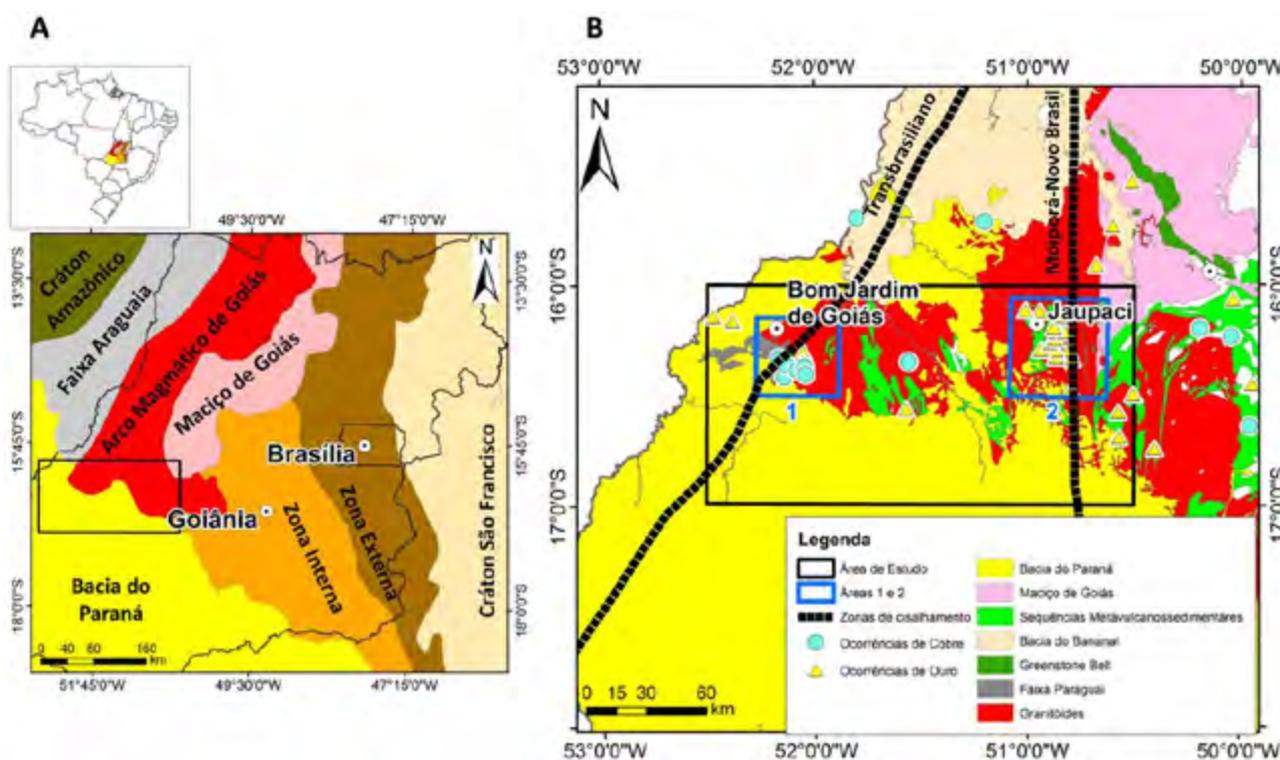


Figura 1 A. Mapa geológico regional com as principais unidades tectônicas do estado de Goiás e a localização da área de estudo - retângulo (Modificado de Pimentel *et al.*, 2000); B. Mapa geológico regional com as principais unidades geológicas, ocorrências minerais e a localização das áreas de estudo.

### 2.3 Mineralizações de Cobre e Ouro no Arco Magmático de Arenópolis

O Arco magmático de Goiás engloba o chamado cinturão de ouro-cobre de Arenópolis-Mara Rosa que hospeda inúmeros depósitos de ouro e cobre-ouro (Oliveira *et al.*, 2000). Mais especificamente no Arco Magmático de Arenópolis são conhecidos os depósitos de Bom Jardim de Goiás (Cu-Au) e Fazenda Nova (Au), além de diversas ocorrências de ouro e cobre mapeadas (Figura 1B).

O depósito de cobre de Bom Jardim está inserido na borda oeste do Arco Magmático de Arenópolis e está localizado em rochas metavulcanossedimentares que ocorrem agrupadas no Grupo Bom Jardim de Goiás (Seer, 1985). Regionalmente, as sequências metavulcanossedimentares são constituídas por rochas metavulcânicas com subvulcânicas associadas, de composição que varia de basaltos toleíticos a riolitos metamorfisados em fácies xisto verde e anfíbolito (Pimentel & Fuck, 1986). Nesse depósito, as rochas hospedeiras da mineralização são rochas piroclásticas compostas predominantemente por tufo de composição intermediária e caráter cálcio-alcalino, que podem ter sido formadas em ambiente subaquoso a subaéreo de arcos vulcânicos (Guimarães *et al.*, 2012).

A mineralização do depósito de Fazenda Nova está hospedada em diques das rochas intrusivas de Bacilândia com três estágios de alteração hidrotermal: i) o estágio mineralizante consiste de alteração pervasiva biotítica associada com disseminação de sulfeto e sericitização dos feldspatos acompanhada por *stock-work* de quartzo e brechas silicificadas; ii) O estágio intermediário é composto por *stock-work* de calcita e quartzo com uma assembleia hidrotermal de clorita, epidoto, turmalina e titanita associado a sulfetos como pirrotita-pirita-arsenopirita. A arsenopirita desse estágio não apresenta inclusões de sulfetos e nem de ouro; iii) O último estágio é composto por veios e brechas composto apenas por calcita-ankerita sem alteração hidrotermal ou mineralização aurífera. O depósito de Fazenda Nova foi classificado como *Reduced Intrusion Related* (Marques, 2017).

De acordo com Marques (2017) as mineralizações de ouro do depósito de Fazenda Nova possuem uma forte relação espacial com a falha Bacilândia, uma estrutura NNW de segunda ordem da Zona de Cisalhamento Moiporá-Novo Brasil. De acordo com o mesmo autor, a falha Bacilândia pode ter atuado como uma estrutura profunda que canalizou os magmas das rochas intrusivas de Bacilândia assim como os fluidos hidrotermais.

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Dados Gravimétricos e Magnetométricos

Os dados gravimétricos utilizados resultam da compilação de levantamentos gravimétricos terrestres

feitos por várias universidades brasileiras e instituições governamentais compondo um total de 978 estações gravimétricas distribuídas de forma irregular que foram cedidas pelo BNDG (Banco Nacional de Dados Gravimétricos) pertencente à ANP (Agência Nacional do Petróleo).

O conjunto de dados magnetométricos faz parte do projeto aerogeofísico Arco Magmático de Arenópolis-Sequência Juscelândia. Esse projeto aerogeofísico foi realizado pela LASA Engenharia e Prospecções S.A., para o Estado de Goiás e adquirido com linhas de direção N-S espaçadas de 500 m, linhas de controle de direção E-W espaçadas de 5 km e altura constante de 100 m (LASA, 2004).

### 3.2 Abordagem de Interpretação

Dados gravimétricos e magnetométricos são amplamente utilizados na pesquisa de recursos minerais. A interpretação geofísica/geológica baseia-se na evidência de que determinada feição pode estar associada à densidade e/ou a magnetização anômalas e a partir dessa caracterização estabelece-se assinaturas geofísicas que podem auxiliar no entendimento e reconhecimento de áreas com potencial mineral.

Zonas de cisalhamento regionais são importantes prospectos para mineralização, já que constituem zonas onde ocorreram intensas atividades hidrotermais. Contudo, as zonas de cisalhamento secundárias são tão ou mais importantes para as mineralizações quanto às zonas de cisalhamento principais, pois abrigam grande parte das ocorrências e depósitos minerais (Groves *et al.*, 1998). A partir dos dados magnéticos geramos as imagens da primeira derivada vertical e da Amplitude do Sinal Analítico (Roest *et al.*, 1992; Li, 2006) com a finalidade de identificar os lineamentos magnéticos de segunda ordem que bordejam as grandes estruturas.

Utilizamos a estratégia de sobrepor e correlacionar dados geológicos, gravimétricos, interpretações magnéticas e ocorrências minerais de ouro e cobre com a finalidade de caracterizar, do ponto de vista geofísico, as áreas com potencial para cobre e ouro no Arco Magmático de Arenópolis.

Uma das dificuldades na interpretação dos dados geofísicos é a identificação de assinaturas gravimétricas das sequências metavulcanossedimentares, pois a influência de estruturas profundas pode mascarar a resposta de corpos mais rasos com pouco contraste de densidade em relação ao seu entorno. Para reduzir essa dificuldade, além do mapa de anomalia Bouguer, utilizamos também um mapa de anomalia Bouguer residual, resultado de uma filtragem passa-alta, preservando comprimentos de onda menores que 67 km.

Para o processamento de dados geofísicos utilizamos o programa computacional *Oasis Montaj 9.5*. Para realizar a correlação dos dados geológicos, geofísicos e interpretações utilizamos o programa *ArcGis versão 10.2*.

## 4. Resultados

### 4.1 Assinatura Gravimétrica das Sequências Metavulcanossedimentares do Arco Magmático de Arenópolis

Na região delimitada pelo Arco Magmático de Arenópolis, entre as duas grandes zonas de cisalhamento Moiporá-Novos Brasil e Transbrasiliiano (área de estudo na Figura 1), verifica-se a existência de quatro sequências metavulcanossedimentares, são elas: Bom Jardim, Arenópolis-Piranhas, Iporá-Amorinópolis e Jaupaci. Essas unidades litológicas possuem grande potencial mineral e por esse motivo fez-se necessário identificarmos suas assinaturas gravimétricas.

As unidades litológicas expostas presentes nessas sequências metavulcanossedimentares são compostas por

tonalitos e andesitos de idades entre 900 e 640 Ma (Lacerda Filho *et al.*, 2019). Essas rochas em geral possuem densidade média em torno de  $2,75 \text{ g/cm}^3$ , enquanto a densidade média da crosta superior é por volta de  $2,7 \text{ g/cm}^3$  (Telford *et al.*, 1990). Por esse motivo espera-se que esses corpos apresentem anomalias gravimétricas positivas, porém no mapa gravimétrico Bouguer regional é difícil identificar esses corpos de maneira clara, pois a influência de sinais de longo comprimento de onda podem mascarar os sinais de comprimento de onda curto ou médio (Figura 2).

Para uma melhor caracterização gravimétrica das sequências metavulcanossedimentares presentes na área de estudo, foi removida a componente regional dos dados de anomalia Bouguer, deixando uma componente residual que representa as fontes gravimétricas com profundidades inferiores a 20 km. Para isso, foi aplicado um filtro gaussiano de separação regional-residual. O ponto de corte escolhido, no espectro de potência, corresponde ao número de onda 0,015, que no espaço representa um comprimento de onda de 67 km (Figura 3). Aplicando o filtro correspondente a esse comprimento de onda, obteve-se a imagem da Figura 4.

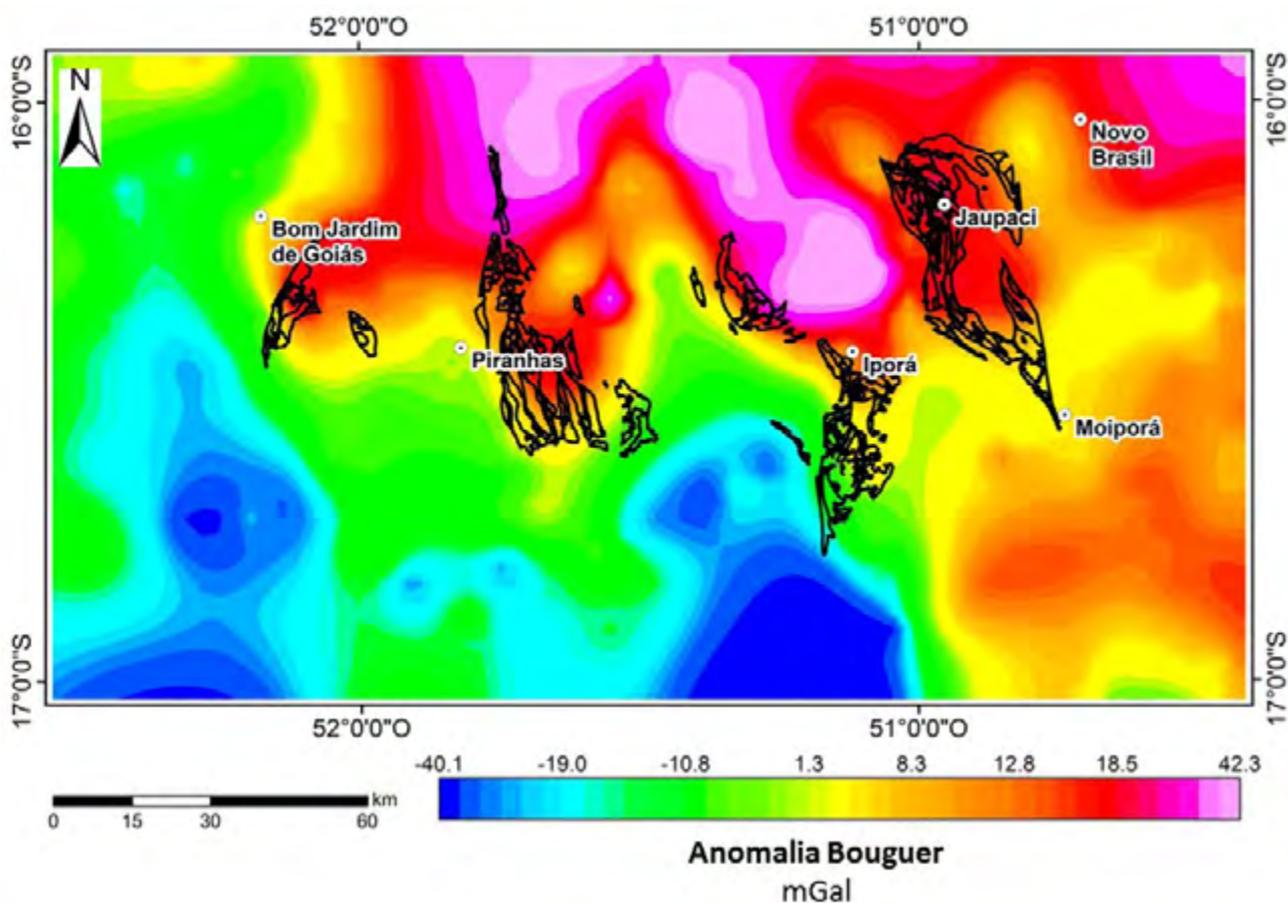


Figura 2 Mapa de anomalia Bouguer da área de estudo. Os contornos em preto são as sequências metavulcanossedimentares mapeadas (Lacerda Filho *et al.*, 2019) localizadas entre os lineamentos Moiporá-Novos Brasil e Transbrasiliiano no Arco Magmático de Arenópolis.

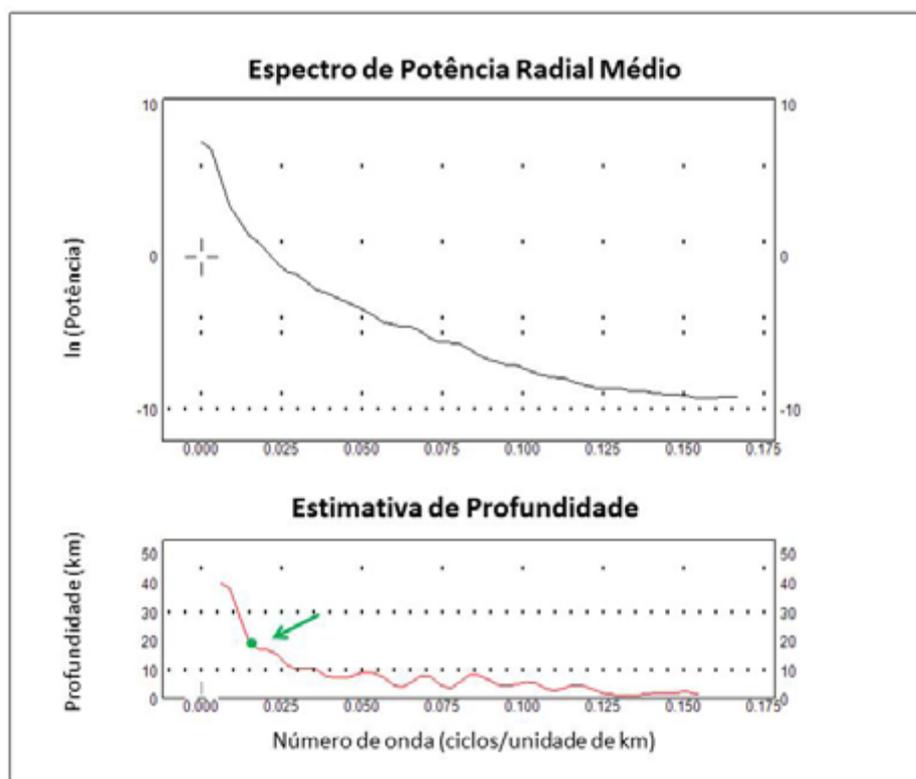


Figura 3 Espectro de potência dos dados gravimétricos da anomalia Bouguer da região delimitada pela área de estudo. A seta em verde indica o ponto escolhido para a separação regional/residual.

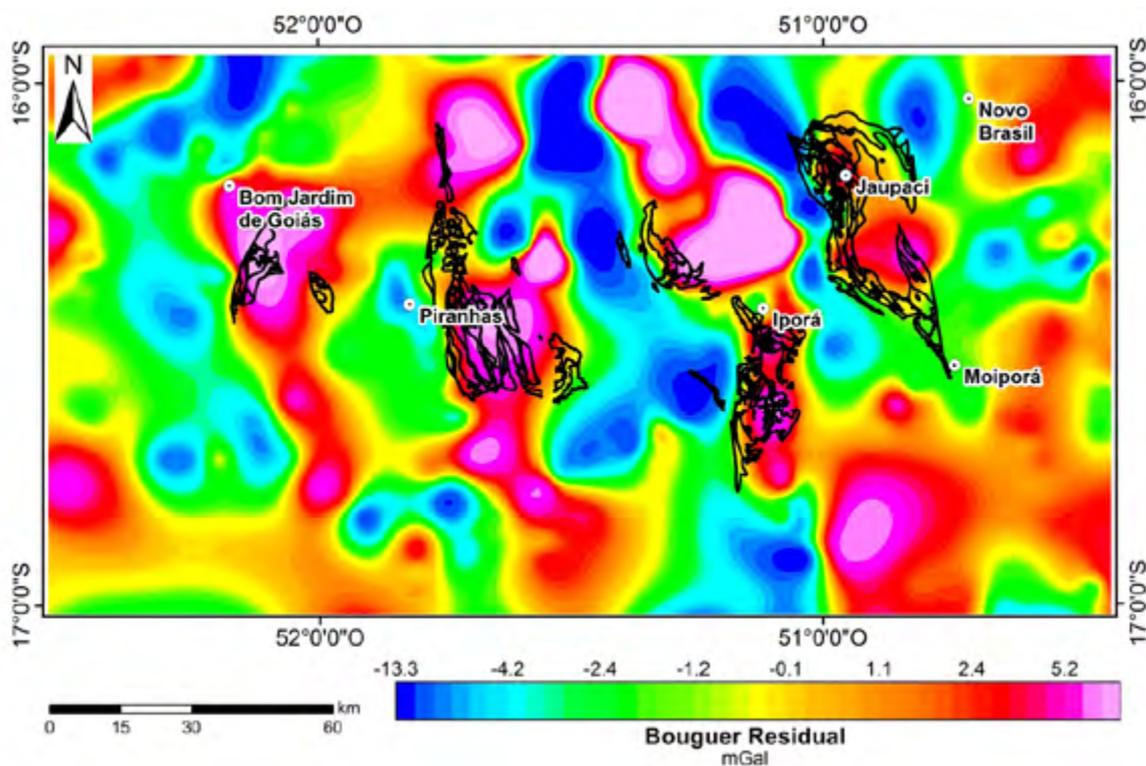


Figura 4 Mapa gravimétrico Bouguer residual com filtro passa alta ( $\lambda=67$  km) da área de estudo. Os contornos em preto representam os contatos geológicos das seqüências metavulcanossedimentares mapeadas (Lacerda Filho *et al.*, 2019).

## Caracterização Geofísica de Estruturas Associadas às Mineralizações de Cobre e Ouro no Arco Magmático de Arenópolis – Goiás – Brasil

Éderson Ribeiro da Silva; Adalene Moreira Silva & Marcelo Henrique Leão-Santos

A anomalia Bouguer residual representa as anomalias gravimétricas da crosta superior, cujas fontes estão localizadas no máximo a 20 km de profundidade. A partir dessa imagem é possível estabelecer uma correspondência das regiões mapeadas como sequências metavulcanossedimentares com altos gravimétricos.

A Figura 5 mostra a correspondência entre o mapa das unidades geológicas e o contorno das anomalias gravimétricas associadas às sequências metavulcanossedimentares. Percebe-se que parte dos altos gravimétricos observados extrapola a região mapeada como sequência metavulcanossedimentar e seguem na direção da porção norte da Bacia do Paraná.

Analisando de oeste para leste foi possível observar que existe uma associação da sequência metavulcanossedimentar de Bom Jardim com um alto gravimétrico. O prolongamento deste alto para sul, além dos contatos dos sedimentos das Formações Furnas e Ponta Grossa, sugere que esta sequência continua no embasamento

da bacia. Percebe-se uma concentração de ocorrências de cobre nessa região e por isso a identificamos como área 1.

De modo análogo, o alto gravimétrico associado à sequência metavulcanossedimentar Arenópolis-Piranhas também se prolonga na direção sul, o que indica que essa sequência pode se prolongar por debaixo dos sedimentos das Formações Furnas e Ponta Grossa.

A sequência Iporá-Amorinópolis também é marcada por um alto gravimétrico. O limite sul da área cartografada dessa sequência coincide com o limite da anomalia geofísica. Diferentemente das outras, aparentemente essa sequência não possui nenhuma região encoberta pelas rochas da bacia sedimentar.

A sequência metavulcanossedimentar Jaupaci também está associada a um alto gravimétrico restrito à área cartografada. Nessa região constatamos uma concentração de ocorrências de ouro e por isso a identificamos como área 2.

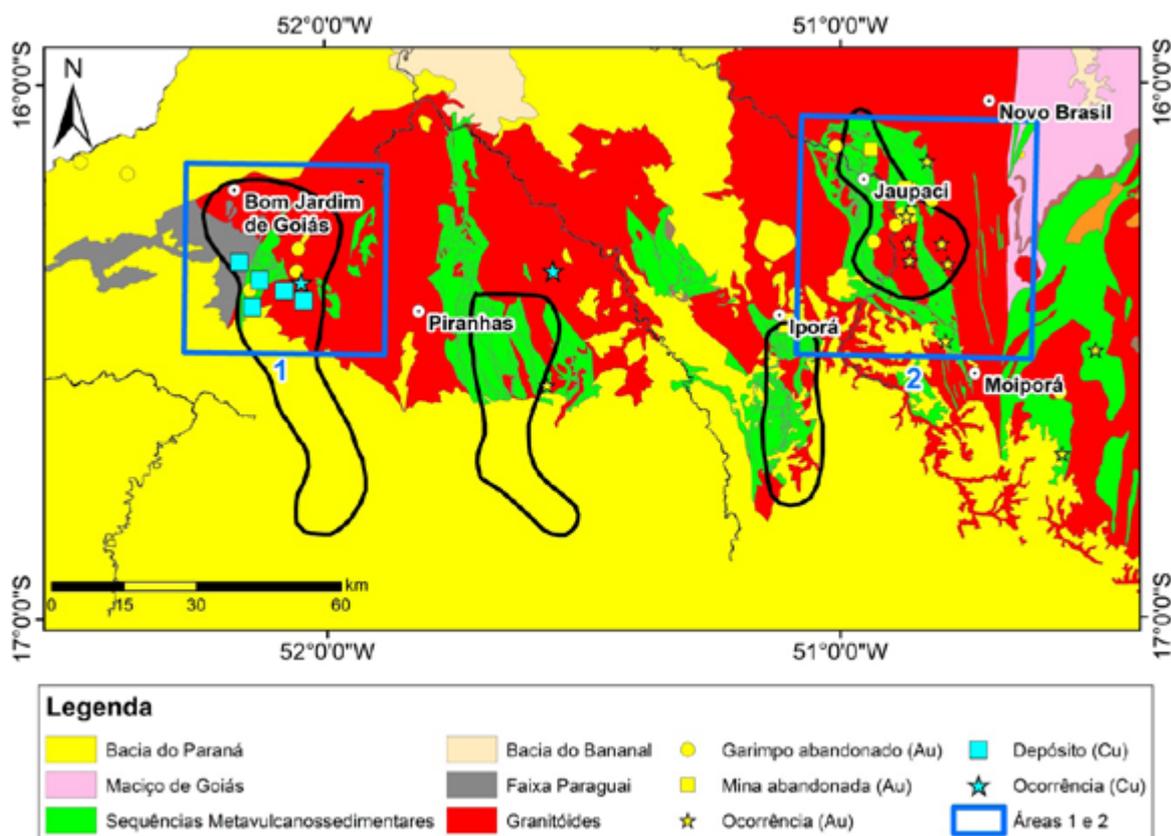


Figura 5 Mapa de unidades geológicas regionais da área de estudo e ocorrências minerais. Os contornos em preto indicam os limites dos altos gravimétricos relacionados às sequências metavulcanossedimentares mapeadas (Lacerda Filho *et al.*, 2019). Os retângulos em azul representam as áreas 1 e 2 que destacam a região de Bom Jardim de Goiás e Fazenda Nova, respectivamente.

## 4.2 Estruturas de Segunda Ordem e Ocorrências Mineraias

Embora haja quatro sequências metavulcanossedimentares na área de estudo, apenas duas delas abrigam quantidades significativas de ocorrências mineraias de cobre e ouro. A região de Bom Jardim de Goiás (área 1 nas Figuras 1 e 5) apresenta majoritariamente ocorrências de cobre e situa-se nas adjacências do lineamento Transbrasiliiano. Já a região de Fazenda Nova (área 2 na Figuras 1 e 5) apresenta ocorrências de ouro e situa-se nas proximidades do lineamento Moiporá-Novo Brasil. Devido a proximidade das grandes zonas de cisalhamento com as ocorrências mineraias, analisamos as estruturas de segunda ordem das duas regiões mencionadas e suas relações espaciais com as mineralizações.

Inicialmente fizemos uma diferenciação dos lineamentos magnéticos utilizando como parâmetro a sua direção média. Os lineamentos de segunda ordem que possuem direção diversa foram diferenciados dos

lineamentos principais da zona de cisalhamento. Além disso, a localização das minas, garimpos e ocorrências mineraias de ouro e cobre, foram representadas no mapa de estruturas magnéticas com a finalidade de identificarmos correlações entre as estruturas e os recursos mineraias mapeados.

### 4.2.1 Área 1 – Cobre na Região de Bom Jardim de Goiás

A partir dos dados magnetométricos foram identificadas ramificações ou estruturas de segunda ordem nas proximidades do lineamento Transbrasiliiano. A Figura 6 mostra a região de Bom Jardim de Goiás (área 1 nas Figuras 1 e 5), onde se encontram depósitos e ocorrências de cobre.

Verificamos que quatro depósitos de cobre estão localmente relacionados a um conjunto de lineamentos magnéticos de segunda ordem semelhante a um *splay* de falha na forma de uma estrutura rabo de cavalo, que nomeamos, neste trabalho, de Lineamento Bom Jardim (Figura 6B). Essa estrutura possui direção NW-SE que diverge da direção do lineamento Transbrasiliiano.

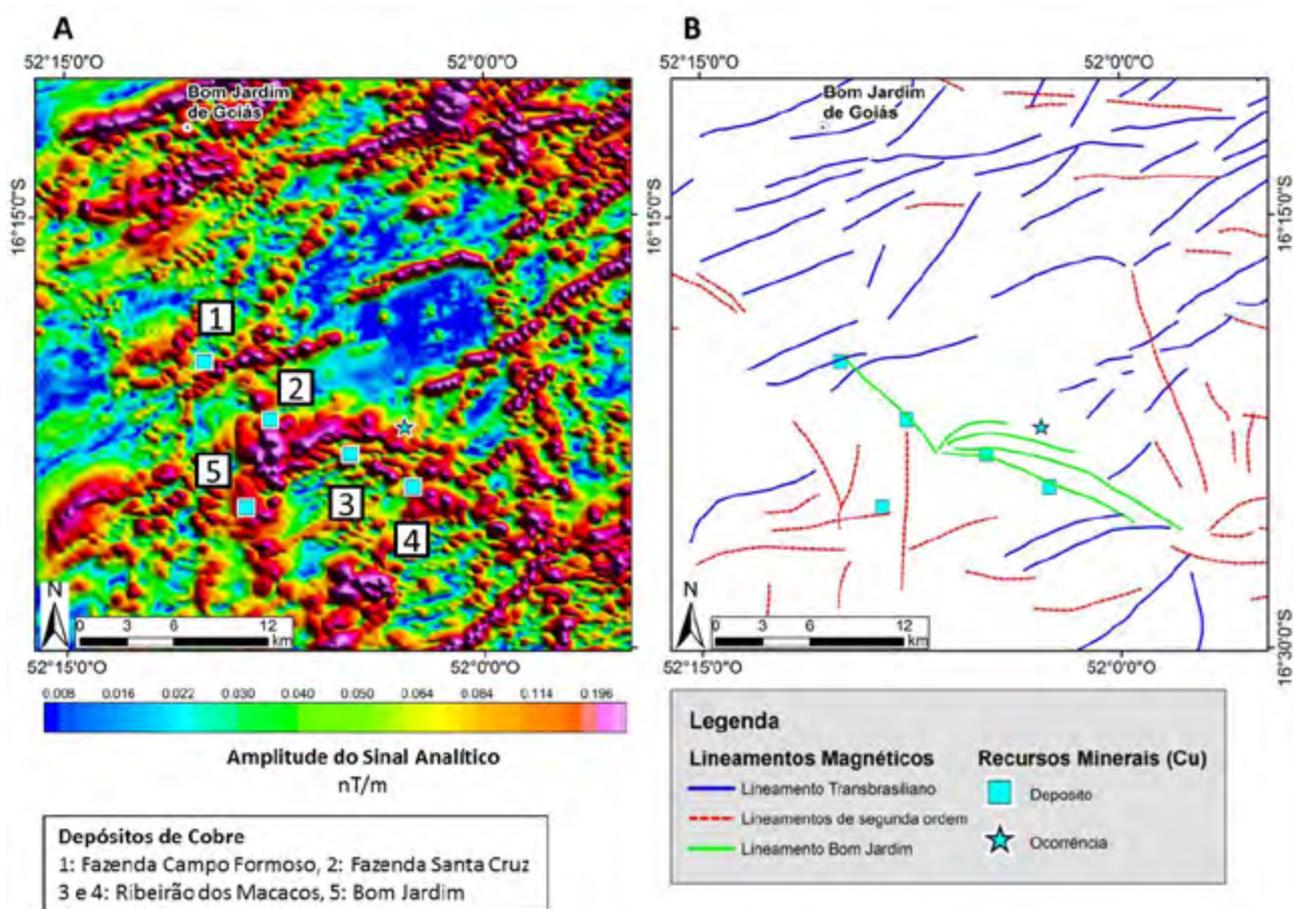


Figura 6 A. Imagem da Amplitude do Sinal Analítico com depósitos de cobre sobrepostos; B. Ocorrências de cobre e interpretação de lineamentos magnéticos.

A Figura 7 a seguir inclui o mapa gravimétrico residual, estruturas mapeadas e o contorno das principais litologias associadas aos depósitos de cobre.

Sob o ponto de vista regional, os depósitos e a ocorrência de cobre estão localizados sobre a anomalia gravimétrica positiva da região de Bom Jardim, adjacente à zona de cisalhamento Transbrasiliana.

Os depósitos de cobre associados localmente ao lineamento Bom Jardim estão localizados sobre três litologias diferentes (Granito Serra Negra, Sequência Bom Jardim e Sequência Nova Xavantina; Figura 7B), o que corrobora a ideia do controle estrutural da mineralização. O lineamento Bom Jardim, como um todo, não consta como uma estrutura mapeada (Figura 7A). Como esse lineamento aparece com clareza nos dados magnéticos, ele pode estar em subsuperfície e por isso não ter sido completamente cartografado.

O depósito de cobre de Bom Jardim localizado na porção sul da sequência metavulcanossedimentar Bom

Jardim (Figura 7B) aparentemente está associado a outro conjunto de lineamentos magnéticos interpretados que possuem direção N-S e E-W.

#### 4.2.2 Área 2 – Ouro na região de Fazenda Nova

De modo análogo à análise realizada na área 1, examinamos os dados magnetométricos da região de Fazenda Nova (área 2 nas Figuras 1 e 5) e foram identificadas estruturas de segunda ordem que se conectam ao Lineamento Moiporá-Novo Brasil (Figura 8). Essas estruturas conectam essa zona de cisalhamento às sequências metavulcanossedimentares Jaupaci e Iporá Amorinópolis.

Além dos lineamentos, anomalias magnéticas e ocorrências minerais (Figura 8), podemos correlacionar a imagem do mapa gravimétrico residual, juntamente com as litologias principais e estruturas mapeadas em campo da região de Fazenda Nova, conforme Figura 9.

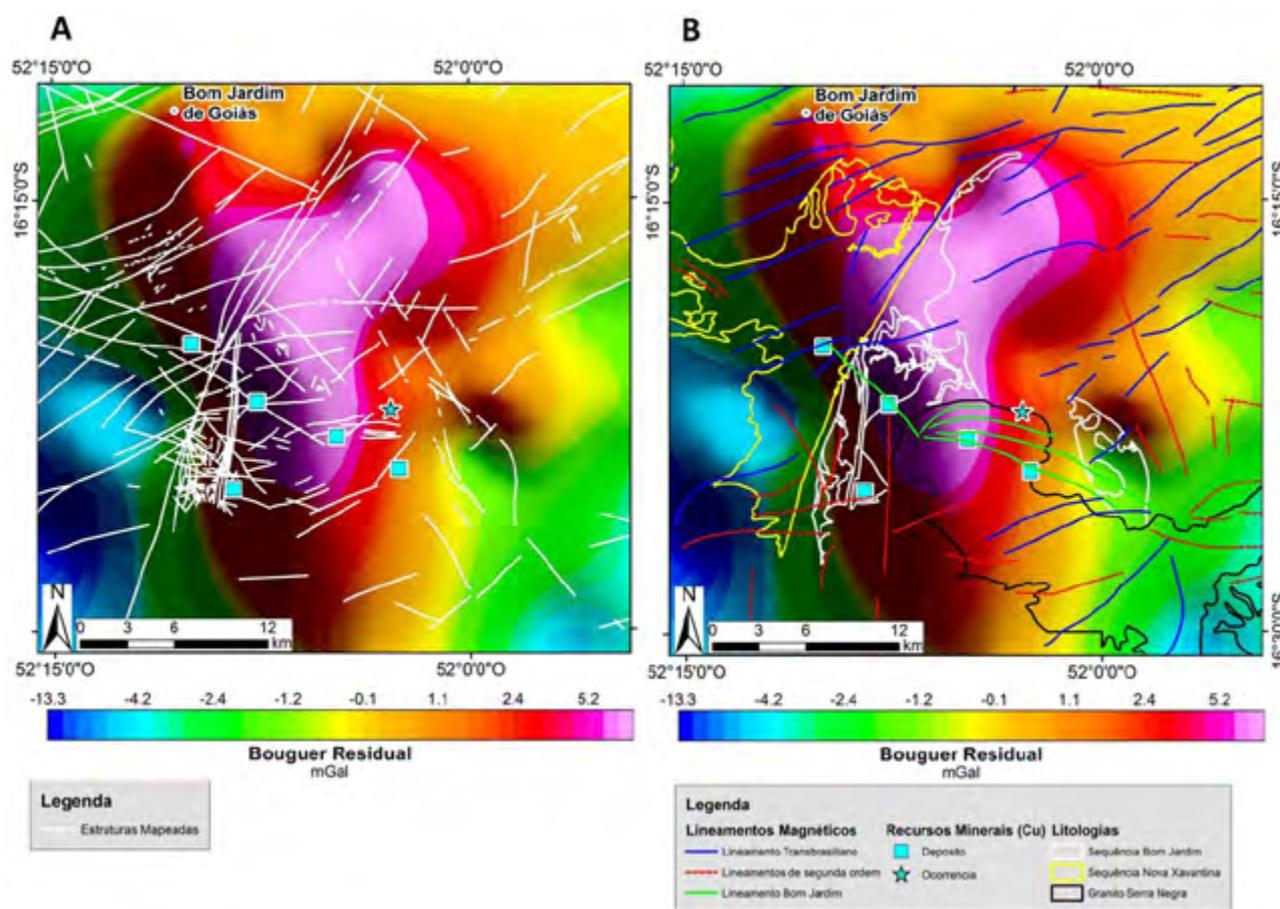


Figura 7 Imagem da anomalia Bouguer residual juntamente com ocorrências de cobre da região de Bom Jardim; A. Sobreposição de estruturas mapeadas em campo; B. Sobreposição de lineamentos magnéticos interpretados e contornos das litologias mapeadas (Lacerda Filho *et al.*, 2019).

**Caracterização Geofísica de Estruturas Associadas às Mineralizações de Cobre e Ouro no Arco Magmático de Arenópolis – Goiás – Brasil**

*Éderson Ribeiro da Silva; Adalene Moreira Silva & Marcelo Henrique Leão Santos*

Sob o ponto de vista regional, verificou-se que as ocorrências minerais, garimpos e minas abandonadas estão localizadas sobre a anomalia gravimétrica da região de Jaupaci, adjacente à zona de cisalhamento Moiporá-Novo Brasil. Localmente observamos que as ocorrências de ouro estão associadas a estruturas, sejam elas limites dos corpos mapeados ou lineamentos magnéticos.

As duas minas abandonadas que ocorrem a norte do Gabro Boqueirão são chamadas de Bacilândia (à esquerda) e Fazenda Nova (à direita). De acordo com Marques (2017) esses depósitos estão associados à falha Bacilândia (Figura 9A), porém apenas a sua porção norte pode ser visualizada nos dados magnéticos. Verificamos que ambas as minas estão localizadas no limite mapeado

da sequência Jaupaci que coincide também com o limite da anomalia gravimétrica, muito embora reconheçamos a baixa resolução dos dados gravimétricos.

A leste do granito Israelândia percebe-se uma anomalia gravimétrica interna de maior intensidade em relação à seu entorno. Suas bordas são marcadas por lineamentos magnéticos de direção N-S e cinco ocorrências de ouro.

De maneira geral, na região de Fazenda Nova pudemos associar sete ocorrências e dois garimpos abandonados aos lineamentos magnéticos interpretados, além de mais dois garimpos abandonados nos limites da anomalia gravimétrica (Figura 9B).

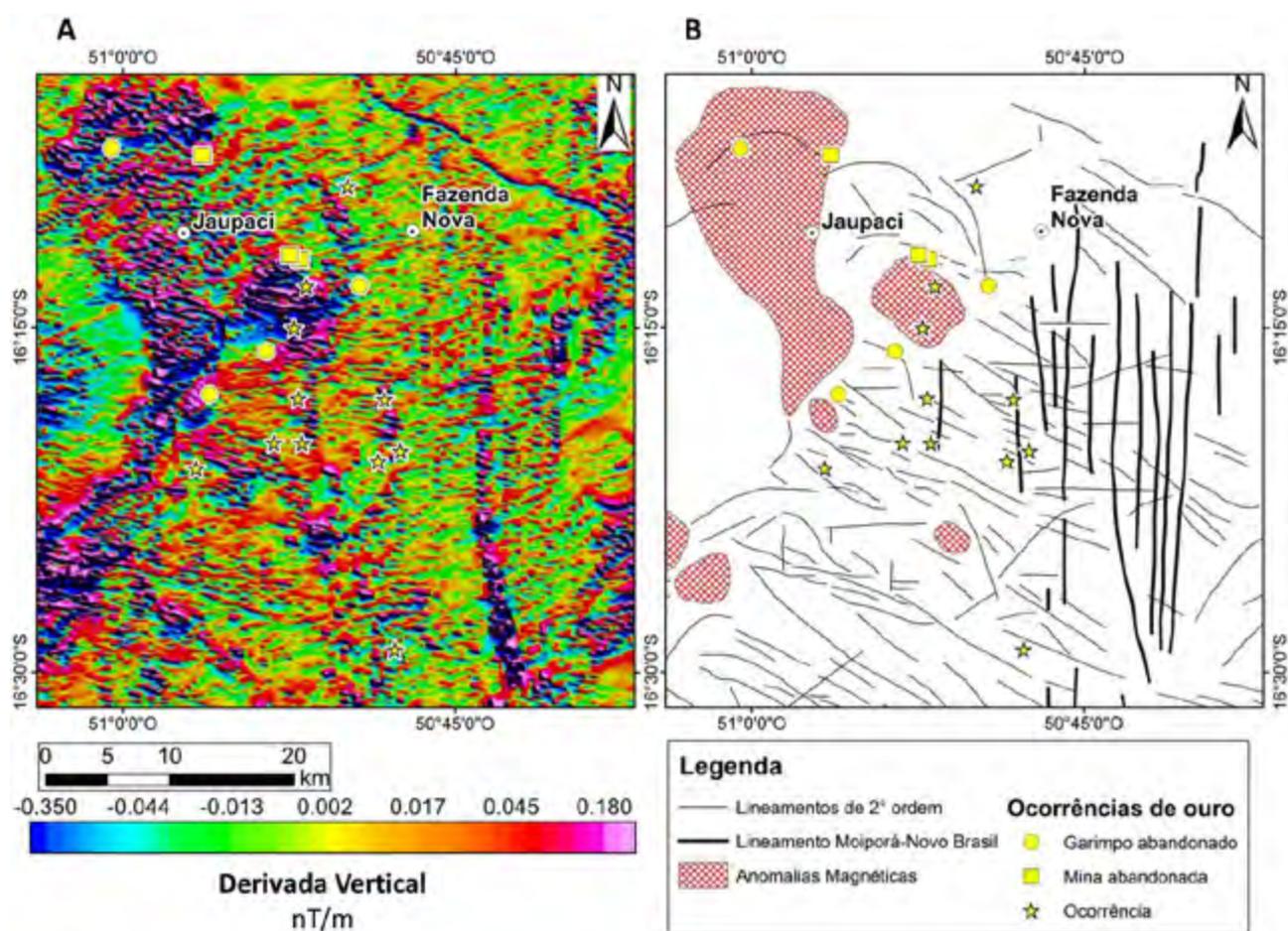


Figura 8 A. Imagem da derivada vertical com as ocorrências de ouro sobrepostas; B. Ocorrências de ouro e interpretação de lineamentos e anomalias magnéticas.

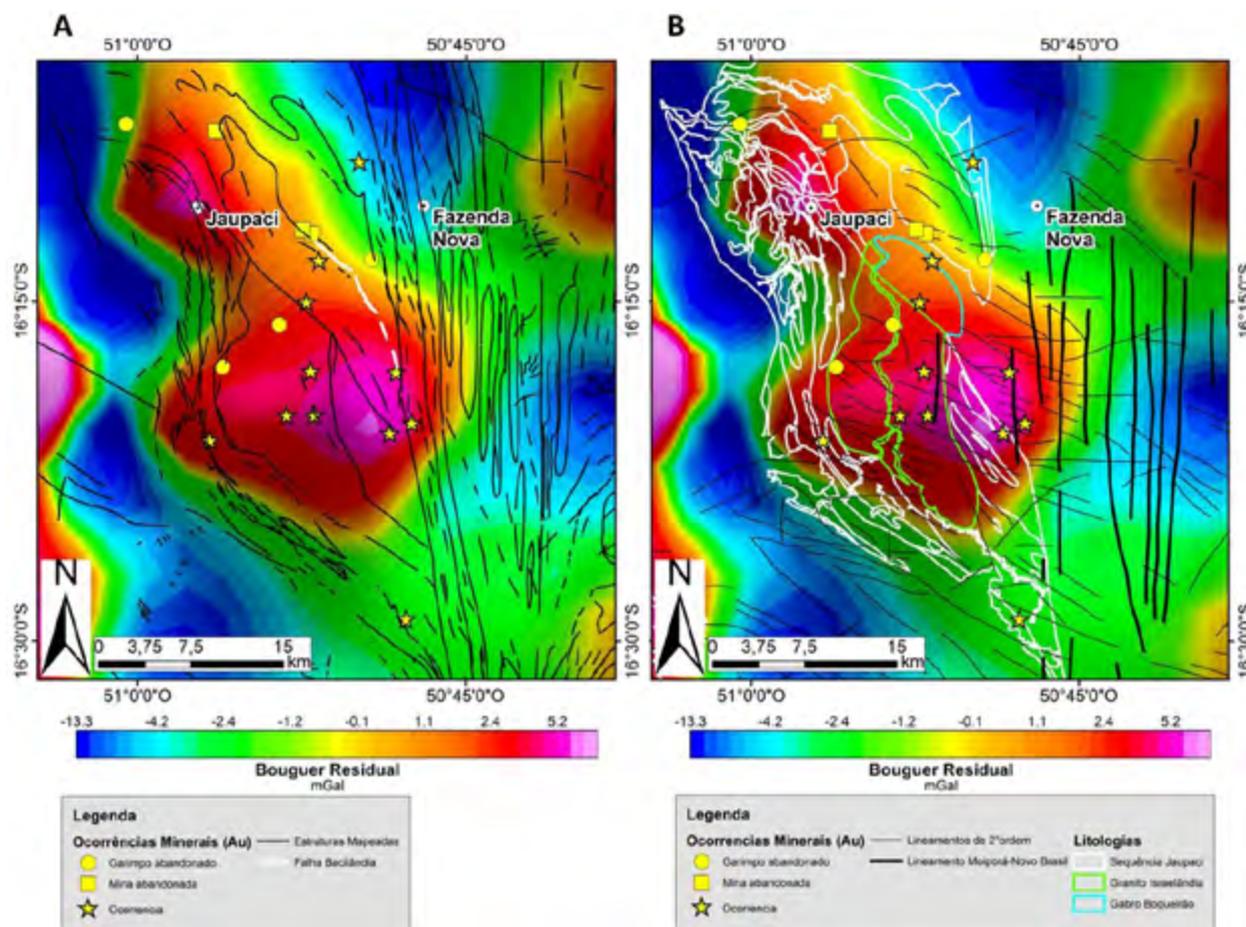


Figura 9 Imagem da anomalia Bouguer residual juntamente com minas, garimpos e ocorrências de ouro da região de Fazenda Nova; A. Sobreposição de estruturas mapeadas; B. Sobreposição de lineamentos magnéticos interpretados e contornos das litologias mapeadas (Lacerda Filho *et al.*, 2019).

## 5 Discussões e Conclusões

As unidades geológicas que hospedam a maioria dos depósitos e principais ocorrências de cobre e ouro no Arco Magmático de Arenópolis são as seqüências metavulcanossedimentares. Na região de estudo há quatro seqüências metavulcanossedimentares e todas elas apresentaram anomalias gravimétricas positivas. Com o auxílio da filtragem regional/residual conseguimos relacionar os altos gravimétricos às seqüências mapeadas em superfície e verificamos que as anomalias relacionadas às seqüências Bom Jardim e Arenópolis-Piranhas estendem-se além das áreas mapeadas e indicam que essas seqüências se prolongam por baixo dos sedimentos da Bacia do Paraná.

Analisando sob um ponto de vista regional as concentrações de ocorrências de cobre e ouro localizam-se nas proximidades das zonas de cisalhamento Transbrasiliiano e Moiporá-Novo Brasil, respectivamente. As quatro seqüências metavulcanossedimentares contidas na área de

estudo possuem características gravimétricas semelhantes, porém apenas as seqüências Bom Jardim de Goiás e Jaupaci, que localizam-se nas proximidades das zonas de cisalhamento, apresentam ocorrências significativas de cobre e ouro, o que nos chama a atenção para a possibilidade de alguma forma de controle estrutural da mineralização. Outro aspecto regional se refere às anomalias gravimétricas positivas associadas a estas seqüências que aparentemente delimitam as ocorrências de cobre e ouro em seu interior.

Mais localmente observam-se estruturas magnéticas próximas às grandes zonas de cisalhamento, mas que possuem direção divergente destas. Na região de Fazenda Nova destacam-se os lineamentos de segunda ordem de direção NW-SE que estão relacionados a duas minas de ouro e diversas ocorrências minerais. Essas estruturas coincidem com bordas de anomalias gravimétricas, limites litológicos ou lineamentos magnéticos identificados pela magnetometria.

Nesse trabalho nomeamos o lineamento magnético Bom Jardim, na região homônima. Esse lineamento, ainda não mapeado em superfície, possui direção aproximadamente NW-SE e está localmente relacionado com quatro depósitos de cobre. Tais depósitos estão distribuídos em três litologias diferentes o que reforça a ideia de alguma forma de controle estrutural. Essa análise destaca a importância do potencial metalogenético desse lineamento que poderá ser estudado na escala de detalhe por prospectores com interesse em cobre.

A análise dos dados geofísicos permitiu estabelecer relações entre anomalias gravimétricas, lineamentos locais e regionais juntamente com as ocorrências minerais e principais depósitos de cobre e ouro no Arco Magmático de Arenópolis. Os dados geofísicos nos permitiu visualizar importantes estruturas ainda não mapeadas em superfície e sugerir correlações com mineralizações conhecidas. Essa abordagem deve acrescentar informações e ideias que antecedem trabalhos de campo, colaborando na abertura de novas frentes de pesquisa mineral da região e incentivando novas descobertas minerais.

## 6 Referências

- Almeida, F.F.M.; Hasui, Y.; Brito Neves, B.B. & Fuck, R.A. 1981. Brazilian structural provinces: an introduction. *Earth-Science Reviews*, 17(1-2): 1-29.
- Brito Neves, B.B., & Cordani, U.G. 1991. Tectonic evolution of South America during the late Proterozoic. *Precambrian Research*, 53(1-2): 23-40.
- Curto, J.B.; Vidotti, R.M.; Fuck, R.A.; Blakely, R.J.; Alvarenga, C.J. & Dantas, E.L. 2014. The tectonic evolution of the Transbrasiliano Lineament in northern Paraná Basin, Brazil, as inferred from aeromagnetic data. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119(3): 1544-1562.
- Fuck, R.A.; Pimentel, M.M. & D’el-Rey Silva, L.J.H. 1994. Compartimentação tectônica na porção oriental da Província Tocantins. In: *38º Congresso Brasileiro de Geologia, Resumos Expandidos*, pp. 215-216.
- Grauch, V.J.S. & Hudson, M.R. 2011. Aeromagnetic anomalies over faulted strata. *The Leading Edge*, 30(11): 1242-1252.
- Groves, D.I.; Goldfarb, R.J.; Gebre-Mariam, M.; Hagemann, S.G. & Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore geology reviews*, 13(1-5): 7-27.
- Guimarães, S.B.; Moura, M.A. & Dantas, E.L. 2012. Petrology and geochronology of the Bom Jardim de Goiás copper deposit (GO). *Revista Brasileira de Geociências*, 42(4): 841-862.
- Gunn, P.J. 1997. Quantitative methods for interpreting aeromagnetic data: a subjective review. *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, 17: 105-114.
- Isles, D.J. & Rankin, L.R. 2013. *Geological interpretation of aeromagnetic data*. Society of Exploration Geophysicists and Australian Society of Exploration Geophysicists, 432p.
- Junqueira-Brod, T.C.; Roig, H.L.; Gaspar, J.; Brod, J.A. & Meneses, P.R. 2002. A Província Alcalina de Goiás e a extensão do seu vulcanismo Kamafugítico. *Revista Brasileira de Geociências*, 32(4):559-566.
- Lacerda-Filho, J.V.; Santos, D.R.V.; Martins, F.R.; Souza, J.O.; Gollmann, K.; Carneiro, J.S.M.; Meneghini, P.F.V.B.; Hattingh, K.; Silva, E.R. & Eberhardt, D.B. 2019. *Relatório final do Projeto Oeste de Goiás. Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras*. Programa Gestão Estratégica da Geologia, da Mineração e da Transformação Mineral. Executado pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil. Superintendência Regional de Goiânia, 537p.
- LASA Engenharia e Prospecções S.A. 2004. *Projeto Levantamento Aero geofísico do Estado de Goiás – 1ª Etapa – Arco Magmático de Arenópolis – Complexo Anápolis - Itauçu – Sequência Vulcano-Sedimentar de Juscelândia - Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos, Convênio de Cooperação Técnica entre a SGM/MME/CPRM e SIC/SGM/FUNMINERAL/Estado de Goiás, Relatório Final, 22 vol., Texto e Anexos (mapas), Rio de Janeiro, 129p.*
- Laux, J.H.; Pimentel, M.M.; Dantas, E.L.; Armstrong, R. & Junges, S.L. 2005. Two Neoproterozoic crustal accretion events in the Brasília belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 18(2): 183-198.
- Li, X. 2006. Understanding 3D analytic signal amplitude. *Geophysics*, 71(2): L13-L16.
- Milani, E.J. 1997. *Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozoica do Gondwana sul-ocidental*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 235p.
- Marques, G.C. 2017. *Evolução tectônica e metalogenética no contexto do depósito aurífero de Fazenda Nova, Arco Magmático de Arenópolis, Goiás*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Tese de Doutorado, 239p.
- Pimentel, M.M.; Heaman, L. & Fuck, R.A. 1991. Zircon and sphene U-Pb geochronology of Upper Proterozoic volcanic-arc rock units from southwestern Goiás, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 4(4): 295-305.
- Pimentel, M.M.; Fuck, R.A. & Botelho, N.F. 1999. Granites and the geodynamic history of the neoproterozoic Brasília belt, Central Brazil: a review. *Lithos*, 46:463-384.
- Pimentel, M.M.; Fuck, R.A.; Jost, H.; Ferreira-Filho, C.F. & Araújo, S.D. 2000. The basement of the Brasília fold belt and the Goiás magmatic arc. *Tectonic Evolution of South America*, 31: 195-229.
- Ramos, L.N.R.A. 2010. *Dados gamaespectrométricos e magnetométricos aéreos aplicados ao mapeamento*

**Caracterização Geofísica de Estruturas Associadas às Mineralizações de Cobre e Ouro no Arco Magmático de Arenópolis – Goiás – Brasil**

*Éderson Ribeiro da Silva; Adalene Moreira Silva & Marcelo Henrique Leão-Santos*

*geológico e à exploração de ouro na região de Fazenda Nova, porção leste do Arco Magmático de Arenópolis, Goiás. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado, 164p.*

Rodrigues, J.B.; Gioia, S.M.L.C. & Pimentel, M.M. 1999. Geocronologia e geoquímica de ortognaisses da região entre Iporá e Firminópolis: implicações para a evolução do Arco Magmático de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, 29(2): 207-216.

Roest, W.R.; Verhoef, J. & Pilkington, M. 1992. Magnetic interpretation using the 3-D analytic signal. *Geophysics*, 57(1): 116-125.

Seer, H.J. 1985. *Geologia, deformação e mineralização de cobre no complexo vulcano-sedimentar de Bom Jardim de Goiás*. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade de Brasília, Dissertação de Mestrado, 102p.

Telford, W.M.; Geldart, L.P.; Sheriff, R.E. & Keys, D.A.. 1990. In: *Applied Geophysics*, second ed. Cambridge University Press, Cambridge, 770p.