

Processamento de imagem Landsat para determinação de regiões de favorabilidade para ocorrência de mineralização de zinco e chumbo na região de Vazante-Paracatu - MG

Marina Marques Dalla Costa¹

Marina Dias Hanna¹

Tati de Almeida^{1*}

Elton Luiz Dantas¹

Débora Rabelo Matos¹

¹Universidade de Brasília – UnB

Campus Universitário Darcy Ribeiro – 70.900-970 – Brasília – DF, Brasil

*tati_almeida@unb.br

Abstract. The Vazante-Paracatu region in Minas Gerais state has many significant deposits of zinc (Zn) and lead (Pb) that comprises the biggest known zinc district of Brazil. In the study area, located between the cities of Vazante and Paracatu, northwest of Minas Gerais, occurs the two most important Pb-Zn mines of the country, the Vazante and Morro Agudo mines. Both deposits are characterized by the occurrence of carbonatic host rocks of the Vazante Group, inserted in the context of the Brasília Belt. The main objective of this study is to identify occurrences of carbonatic rocks using remote sensing data. The Normalized Difference Vegetation Index was calculated from a Landsat 8 image and used to highlight small hills of carbonatic composition, given the fact that such occurrences are marked by moderate to dense vegetation. A mask was built using SRTM data to eliminate elevations outside the range of 680 to 1.100 m from the image. The results show that the occurrence of carbonatic small hills are restricted to the central portion of the area and are related to a major folded structure. The data obtained in this study will be integrated with other information collected for the area, such as geochemical, geological and geophysical data, in order to produce a favorability map for Zn and Pb occurrences.

Palavras-chave: zinc and lead, carbonatic rocks, favorability map, zinco e chumbo, rochas carbonáticas, mapa de favorabilidade.

1. Introdução

O Brasil possui diversas ocorrências de Zinco (Zn) e Chumbo (Pb) distribuídas ao longo de seu território. A região de Vazante-Paracatu, situada na porção noroeste de Minas Gerais, representa o maior distrito zincífero conhecido do país, incluindo diversos depósitos importantes, dos quais se pode citar Vazante, Morro Agudo, Ambrósia e Fagundes, todos associados a rochas de composição carbonática (Monteiro, 2002, Neves, 2011).

Na região de Vazante-Paracatu, há diversas ocorrências de corpos carbonáticos que constituem pequenas elevações no terreno recobertas por vegetação moderada a alta. Quando associadas a outras características como arcabouço estrutural e dados geoquímicos, tais corpos podem indicar alta favorabilidade para ocorrência de mineralizações de Pb e Zn.

Este trabalho integra uma parte de um projeto maior que, a partir da integração de dados de sensoriamento remoto, geofísica, geologia e geoquímica obtidos para a região de Vazante – Paracatu, tem por objetivo delimitar regiões de favorabilidade para ocorrência de mineralização de zinco e chumbo. Por meio deste trabalho específico, pretende-se utilizar produtos de sensores orbitais para delimitar corpos de composição carbonática, regiões essas associadas à presença de mineralização de Zn e Pb.

1.1. Área de estudo

A área de estudo está localizada entre os municípios de Paracatu e Vazante, em Minas Gerais, aproximadamente 500 km de Belo Horizonte e a 350 km de Brasília (Figura 1). A área

situa-se entre as coordenadas 8107000N, 7997000N, 268000E e 330000 E¹, somando 7.000 km². O acesso à área pode ser feito a partir da BR-040 ou da BR-251.

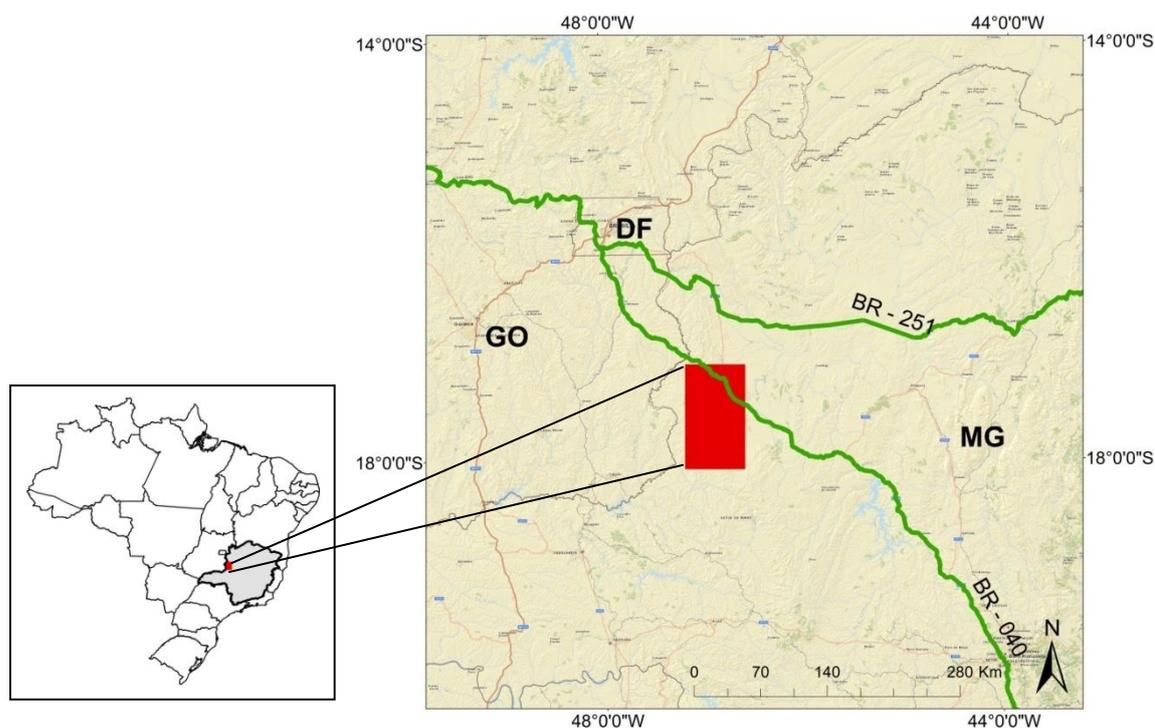


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, entre os Municípios de Paracatu, a norte, e Vazante, a sul.

1.2. Contexto geológico

A Faixa Brasília, juntamente com as Faixas Paraguaia e Araguaia, compõem a Província Tocantins, um sistema orogênico desenvolvido durante eventos colisionais que culminaram na amalgamação do supercontinente Gondwana. Essa província data do Neoproterozóico e está situada entre os crátons Amazônico e São Francisco (Almeida, 1967; Almeida *et al.*, 1981 *apud* Valeriano *et al.* 2002).

A Faixa Brasília, que ocupa a porção centro-leste da Província Tocantins, se estende a 1.000 km na direção NS e é composta por unidades metassedimentares depositadas na borda oeste do Cráton São Francisco. Devido aos eventos colisionais que deram origem à Faixa Brasília, essas unidades foram deformadas e metamorfizadas, em que o grau de metamorfismo aumenta de forma progressiva de leste a oeste (Valeriano *et al.* 2002).

2. Metodologia de Trabalho

Neste projeto, utilizou-se imagem adquirida pelo sensor OLI do satélite Landsat 8, correspondente à cena órbita ponto 220_072, além do modelo digital de terreno derivado a partir de dados do projeto *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 90 metros e correspondente à cena 28_16. A imagem Landsat 8 foi obtida gratuitamente no site da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA – <http://www.nasa.gov/>), enquanto que os dados do SRTM foram baixados gratuitamente no site do Serviço Geológico do Estados Unidos (USGS – <http://srtm.usgs.gov/index.php>).

O processamento dos dados de sensores orbitais foi realizado com o auxílio do *software* ENVI 4.8 (Figura 2). Para auxiliar na identificação das ocorrências de morros de

¹Sistema de projeção Universal Transversa de Mercator, zona 23S, datum horizontal WGS-84.

carbonato, e tendo em vista que na região de estudo estas feições são recobertas por vegetação, foi calculado o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*), por meio da Equação 1, na qual NIR corresponde à banda do infravermelho próximo (banda 5 do sensor OLI) e R corresponde à banda do vermelho (banda 4 do sensor OLI).

$$NDVI = \frac{NIR-R}{NIR+R} \quad (1)$$

Com o objetivo de selecionar apenas o intervalo espectral correspondente à resposta dos alvos de interesse, procedeu-se ao ajuste interativo no histograma por meio da ferramenta *interactive stretching*, optando-se pelo intervalo de 0,254 a 0,366 micrômetros. Posteriormente, foi aplicado um filtro passa baixa de matriz de convolução 5 x 5, com o objetivo de suavizar a imagem resultante, eliminando as altas frequências da imagem.

O produto obtido ressaltou, além dos alvos de interesse, feições recobertas por vegetação e que não correspondem a ocorrências de morros de carbonatos, como matas de galeria, áreas cultivadas, pivôs centrais e vegetação nativa. Como tais feições encontram-se, em geral, em altitudes inferiores aos alvos de interesse, foi confeccionada uma máscara por meio dos dados SRTM, a qual contemplou altitudes entre 680 e 1.100 metros. Esta máscara foi aplicada à imagem resultante do NDVI com filtro passa baixa 5 x 5.

Após as etapas descritas acima, o produto obtido foi analisado conjuntamente com o modelo digital de elevação e a imagem Landsat 8 na composição colorida 564 (R:5 G:6 B:4) com auxílio do *software* ArcGIS 10.1, e foram definidos alvos potenciais para ocorrência de morros de carbonatos.

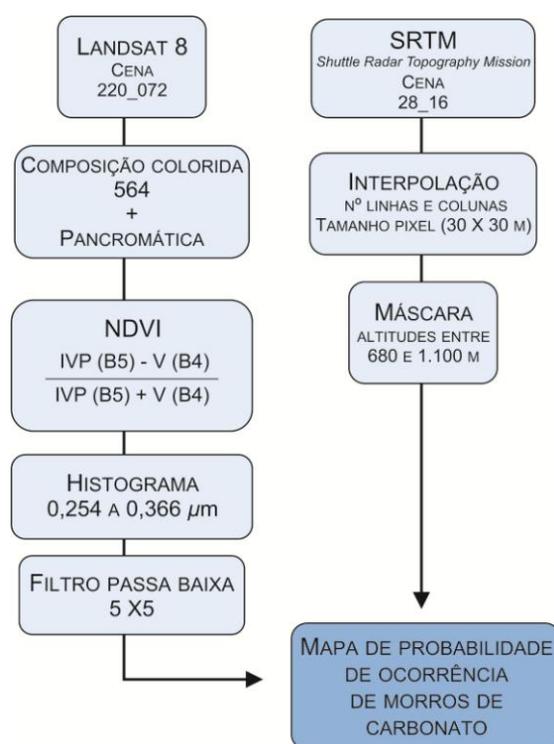


Figura 2. Fluxograma indicando os procedimentos realizados para geração dos produtos finais.

3. Resultados e Discussões

Os resultados obtidos para o índice NDVI e a posterior aplicação da máscara confeccionada para o intervalo de altitude são mostrados na figura 3. O intervalo espectral de

0,254 a 0,366 μm ajustado no histograma da imagem resultante do NDVI ressaltou várias áreas com ocorrência de vegetação, como matas galeria e regiões de cultivo. A partir da análise da figura 3B é possível perceber que, após a aplicação da máscara, apesar de ainda restarem ressaltadas algumas feições indesejáveis, o resultado obtido é menos poluído que o processamento original do NDVI.

Analisando-se a composição colorida RGB 564, obtida a partir de imagens do sensor OLI (Landsat 8) (Figura 4), esses pequenos morros possuem forte coloração avermelhada e uma textura mais rugosa, que os diferem de outras elevações presentes na área compostas por outros tipos litológicos. Essas elevações podem ser visualizadas com maior detalhe na figura 4.

De posse dessas informações, e a partir da análise integrada dos produtos gerados, do modelo digital de elevação e da composição colorida RGB 564, foram delimitadas as elevações de composição carbonática (Figura 5).

A análise da figura 5 indica que as elevações compostas por rochas carbonáticas, as quais podem conter mineralizações de Zn e Pb, estão dispostas ao longo da grande dobra formada no centro da área de estudo. No caso de alguns morros mais alongados, consegue-se, ainda, identificar uma direção preferencial NE. Estas características sugerem que há um controle estrutural na ocorrência dos corpos carbonáticos.

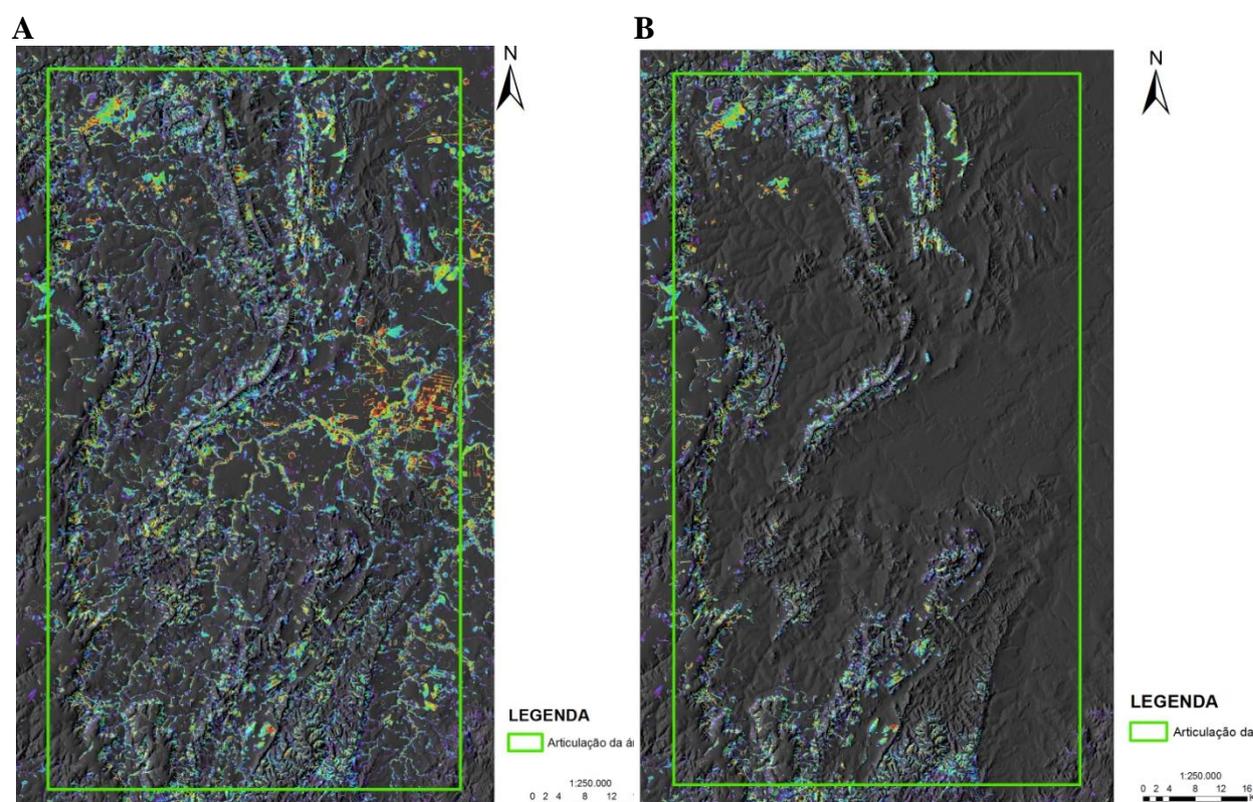


Figura 3. Resultado do processamento realizado para ressaltar possíveis morros de composição carbonática. As regiões de coloração avermelhada correspondem aos possíveis alvos de interesse. (A) Processamento com filtro passa baixa de matriz de convolução 5 x 5. (B) Processamento com filtro passa baixa de matriz de convolução 5 x 5 com aplicação da máscara confeccionada para o intervalo de altitude de 680 a 1.100 metros.

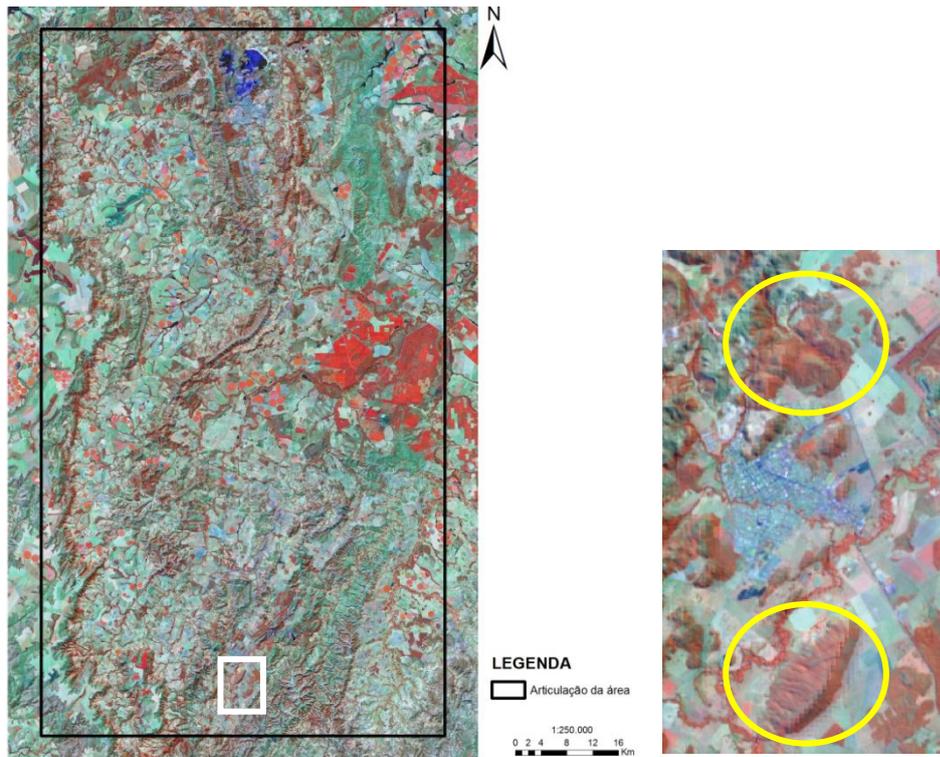


Figura 4. Imagem Landsat RGB 564 com o zoom nos carbonatos.

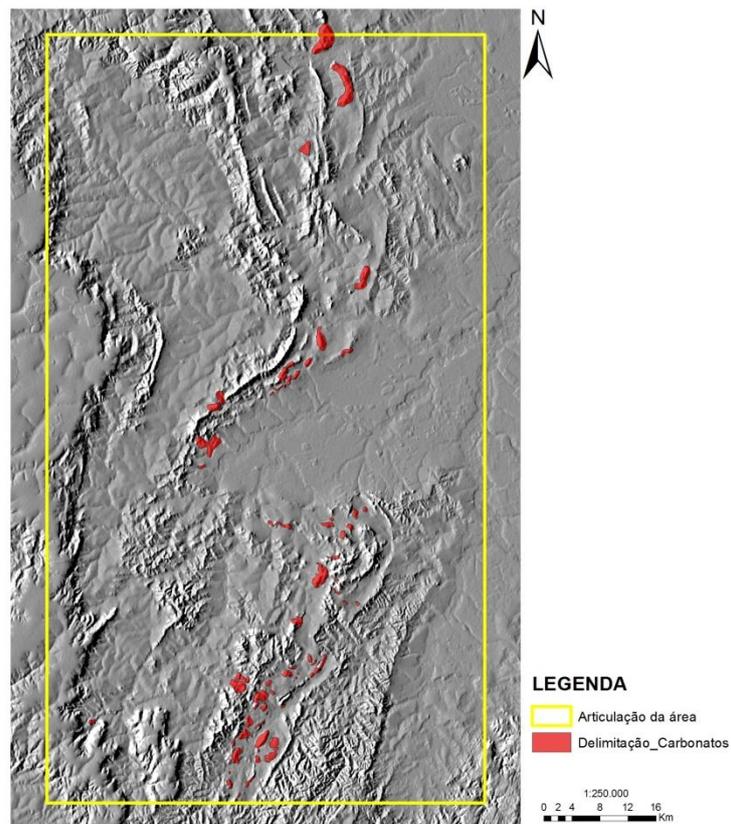


Figura 5. Delimitação de alvos de ocorrência potencial de morros de carbonatos, obtida por meio da análise conjunta da imagem Landsat8, do modelo digital de elevação e dos produtos dos processamentos descritos anteriormente. As áreas demarcadas em vermelho representam as regiões com maior possibilidade de presença de carbonatos.

4. Conclusões

Os processamentos realizados para realçar possíveis alvos de interesse se mostraram satisfatórios para o objetivo proposto. A aplicação de máscara com base em intervalos de altitude contribuiu para a remoção de áreas de alta densidade de vegetação, como matas de galeria, pivôs centrais e vegetação nativa, e que, portanto, fogem ao objetivo deste trabalho.

Foi possível identificar em torno de cinquenta prováveis ocorrências de morros de composição carbonática. Estas ocorrências estão restritas à faixa central da área e acompanham a grande estrutura de dobramento, evidenciando um possível controle estrutural dos morros de carbonatos. Observa-se que os corpos com formas alongadas têm orientação preferencial na direção nordeste.

Os corpos identificados neste estudo não necessariamente indicam ocorrências de mineralizações de Pb e Zn, no entanto, quando associados a outros fatores estruturais, geológicos e geoquímicos, indicam maior favorabilidade de existência de mineralizações. Os produtos gerados neste estudo serão integrados a outros dados de modo a estabelecer com maior segurança regiões de alta probabilidade de ocorrências de Pb e Zn.

Agradecimentos

À Universidade de Brasília e ao Instituto de Geociências, que permitiram o uso dos equipamentos e dependências do Laboratório de Computação. Aos professores e técnicos responsáveis pelo curso de Especialização em Geoprocessamento Ambiental da UnB, pelo conhecimento transmitido ao longo do processo e pela ajuda, em especial aos professores que tornaram possível a realização desse trabalho. Por fim, ao aluno Gabriel Topã, pela ajuda.

Referências Bibliográficas

Lemos, M. G. **Caracterização geológica e tecnológica do minério de zinco do Extremo Norte da Mina de Vazante, Minas Gerais**. 2011. 193 p. (427/2011). Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 2011.

Monteiro, L. V. S. **Modelamento metalogenético dos depósitos de zinco de Vazante, Fagundes e Ambrósia, associados ao Grupo Vazante, Minas Gerais**. 2002. 362 p. Tese (Doutorado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

Neves, L. P. **Características descritivas e genéticas do depósito de Zn-Pb Morro Agudo, Grupo Vazante**. 2011. 89 p. (n.280). Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

Oliveira, G. D. **Reconstrução Paleoambiental e Químioestratigrafia dos Carbonatos Hospedeiros do depósito de Zinco Silicatado de Vazante, MG**. 2013. 95 p. (n.311). Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília, Brasília. 2013.

Santos, J. F. **Relatório Técnico 25 – Perfil do Minério de Zinco**. Ministério de Minas e Energia & Banco Mundial, 2010. 33 p.

Valeriano, C. M., *et. al.* A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: Bartoreli, A.; Mantesso-neto, V.; Carneiro, C.D.R.; Neves, B.B.B. (Org.) **Geologia do Continente Sul-americano – Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. Editora Via-lettera, 2002. Cap. 21, p.575-593.