



Fotointerpretação lito-estrutural da região de Peixoto de Azevedo, MT

João Guilherme Soares Calil¹; Diego Fernando Ducart¹

¹Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas

Resumo

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF) é, desde a década de 1980, uma das principais regiões metalíferas do Brasil. Por ser uma região de difícil acesso a áreas mais remotas, foram aplicados métodos de sensoriamento remoto a fim de realizar fotointerpretação de estruturas geológicas e mapeamento de óxidos. Para a fotointerpretação, foram usadas as imagens de alta resolução espacial do ArcGis/Basemap e modelo digital de elevação do sensor radar ALOS/Palsar para identificação de lineações e zonas homólogas. Para o mapeamento de óxidos de ferro, foi feita a divisão de bandas [(4+6)/5] em imagens Landsat-8/OLI.

Palavras chave - Fotointerpretação; PMAF; Landsat-8/OLI; Razão de bandas

Introdução

A Província Mineral de Alta Floresta (PMAF), norte do estado do Mato Grosso, é uma das maiores regiões de exploração mineral no Brasil com grande destaque nas décadas de 1980 e 1990, produzindo 160 toneladas de ouro (Paes de Barros, 2007). A área de interesse deste trabalho apresenta-se como uma área retangular, localizada na porção leste da PMAF, entre os municípios de Guarantã, Matupá, Nova Guarita, Novo Mundo e Peixoto de Azevedo.

A região da PMAF é caracterizada por uma espessa camada de regolitos e com áreas de difícil acesso. Estas características fazem do sensoriamento remoto uma ferramenta de grande importância para estudos geológicos nessas regiões. O sensoriamento remoto consiste na utilização de sensores, equipamentos de processamento e transmissão de dados utilizados no estudo e identificação de alvos em nosso planeta, a partir de reflexão de energia eletromagnética (Novo, 1989; Novo & Ponzoni, 2001).

A fotointerpretação permite identificar e localizar feições geológicas a partir de fotografias aéreas e imagens de

satélite para elucidação de dúvidas (Arcanjo, 2011). Ela divide-se em três etapas (Soares & Fiori, 1976): fotoleitura, fotoanálise e fotointerpretação.

Neste trabalho foi realizada uma fotointerpretação de imagens de satélite de alta resolução espacial e um processamento de imagens multiespectrais de resolução espacial média com o objetivo de gerar um mapa pré-campo e para a identificação de possíveis alvos com óxido de ferro na região.

Caracterização da Área

A PMAF, situada na porção centro-sul do cráton Amazônico, é uma área de 500 km de extensão alongada na direção NW/SE, limitada a Sul pelo graben Caiabis e a Norte pelo graben do Cachimbo (Paes de Barros, 2007). Ademais, a PMAF compõe as províncias geotectônicas Tapajós-Parima (2,03-1,88 Ga) e Rondônia-Juruena (1,82-1,54 Ga).

A região apresenta rochas de idade Paleo a Mesoproterozóica. Está composta por suítes plutono-vulcânicas, sendo formada em ambiente de arco magmático (Souza *et al.*, 2005). Os litotipos encontrados na PMAF são (Silva *et al.*, 1974; Paes de Barros, 1994 e 2007; Moreton & Martin, 2005; Miguel-Jr,

2011): Granitóides do Embasamento, Suíte Intrusiva Pé Quente, Granitos Novo Mundo, Juruena, Matupá e Nhandu, Básicas e Intermediárias Indiferenciadas, Suíte Vulcano-Plutônica Teles Pires e Granito Teles Pires.

Materiais e Métodos

O trabalho foi desenvolvido em 3 etapas: fotointerpretação, pré-processamento de imagens e mapeamento de óxidos. O processo de fotointerpretação foi realizado no *software* ArcGis, utilizando as imagens de alta resolução espacial do *Basemap*, disponíveis no programa, e com uma cena de Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS/PALSAR, obtida na base de dados *Alaska Satellite Facility* (ASF).

A partir do traçado das drenagens, foi feita a interpretação através dos padrões identificados. A classificação foi feita de acordo com Soares & Fiori (1976), analisando características de densidade, formas anômalas, sinuosidade e tropia dos segmentos de canais.

Foram adquiridas duas cenas Landsat 8/OLI para cobrir toda a área de estudo. Estas cenas são de 2 e 9 de agosto de 2018, obtidas da base de dados *EarthExplorer*. A partir disso, foi realizado o pré-processamento das imagens no *software* Envi, que consiste em duas etapas: calibração radiométrica e correção atmosférica com o módulo FLAASH.

Por fim, foi feito o mapeamento de óxido de ferro a partir do método aplicado por Ducart *et al.* (2016) nas cenas Landsat

8/OLI. Este método consiste na razão de banda $[(4+6)/5]$, resultando na detecção da absorção da banda 5 (0,85 - 0,88 μm), útil para identificação de óxidos de ferro férrico, como hematita e goethita (Fig. 1).

Resultados

A partir das imagens do *Basemap* do ArcGis e do modelo digital de elevação (MDE) obtido do sensor radar ALOS Palsar, foram traçadas todas as drenagens identificadas na área, sendo separadas entre principais e secundárias, de acordo com largura de seu leito e relação com afluentes. Foram agrupadas em zonas homólogas (Tabela 1) de acordo com parâmetros de densidade, sinuosidade, tropia e formas anômalas (Soares & Fiori, 1976). Além disso, foram interpretados alinhamentos estruturais a partir das feições de drenagem (Fig. 2).

A razão de bandas aplicada nas cenas Landsat-8/OLI destacou as regiões com maiores absorção na banda 5, correspondente a óxidos de ferro. Após ajuste de histograma, foram destacados 5 possíveis alvos dentro da área de estudo, com foco em um deles com melhor resultado de espectro de reflectância e densidade de pixels destacado (Fig. 3). Esta região fica a cerca de 10 km a sul do município de Novo Mundo, em uma região próxima a garimpos. Estas áreas foram comparadas com composições coloridas “cor real” de imagens do Google Earth Pro para verificar se apresentam cor avermelhada correspondente a óxidos de ferro.

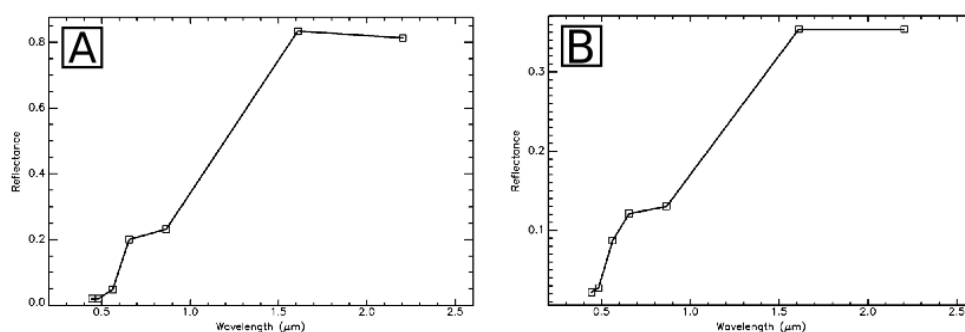


Figura 1: Espectro de reflectância do mineral de óxido de ferro hematita (A) e goethita (B), de acordo com a Biblioteca de Reflectância do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS,) em resolução do sensor OLI, sendo possível identificar a feição de absorção comum aos dois minerais na banda 5.

Tabela 1: Classificação de zonas homólogas de acordo com densidade, sinuosidade, tropia e formas anômalas.

Zona Homóloga	Densidade	Sinuosidade	Tropia	Formas Anômalas
1	Alta	Mista	Multidirecional	Arcos, cotovelos e meandros isolados
2	Média	Mista	Tridimensional	Arcos e meandros isolados
3	Alta	Curva	Multidirecional	Arcos e cotovelos
4	Média	Mista a Retilínea	Multidirecional	Arcos e cotovelos
5	Alta	Mista	Tridimensional	Arcos e cotovelos
6	Média	Retilínea a Mista	Tridimensional	Arcos e cotovelos
7	Alta	Curva a Mista	Multidirecional	Arcos, cotovelos e meandros isolados
8	Baixa	Retilínea a Mista	Bidimensional a Tridimensional	Cotovelos
9	Baixa	Mista	Ordenada a Tridimensional	Arcos e meandros isolados
10	Média	Mista	Multidirecional	Cotovelos e meandros isolados
11	Média	Retilínea a Mista	Multidirecional	Arcos e meandros isolados

Discussão

A partir da fotointerpretação, foi possível identificar lineamentos traçados que foram identificados e mapeados em trabalho de campo (Miguel-Jr, 2011). Um ponto de destaque foi a possibilidade de identificação em feições de drenagem das principais zonas de cisalhamento presentes.

Foram localizados três Sistemas Estruturais: Novo Mundo, Flor da Terra e

Peixoto. O mapeamento de Miguel-Jr (2011) destes Sistemas apresenta semelhanças com a análise de lineações descritas neste trabalho.

Apesar da espessa camada de regolitos na região, foi possível identificar estruturas na área de estudo. Tanto as lineações quanto as zonas homólogas necessitam de reconhecimento em campo para confirmação, porém a fotointerpretação geológica mostrou-se um ótimo método de análise preliminar, reconhecimento regional e de baixo custo.

A partir da razão de bandas [(4+6)/5] obteve-se um satisfatório resultado na identificação de 5 possíveis regiões com presença de óxidos de ferro. Na principal região destacada pela razão de bandas (Fig. 3-B), há 3 principais locais de concentração de pixels que deram resultado satisfatório à absorção na banda 5 do sensor OLI. Esta área também destaca-se pela proximidade de vários garimpos, podendo indicar ser uma região de exploração mineral.

A partir da razão de bandas [(4+6)/5] obteve-se um satisfatório resultado na identificação de 5 possíveis regiões com presença de óxido de ferro.

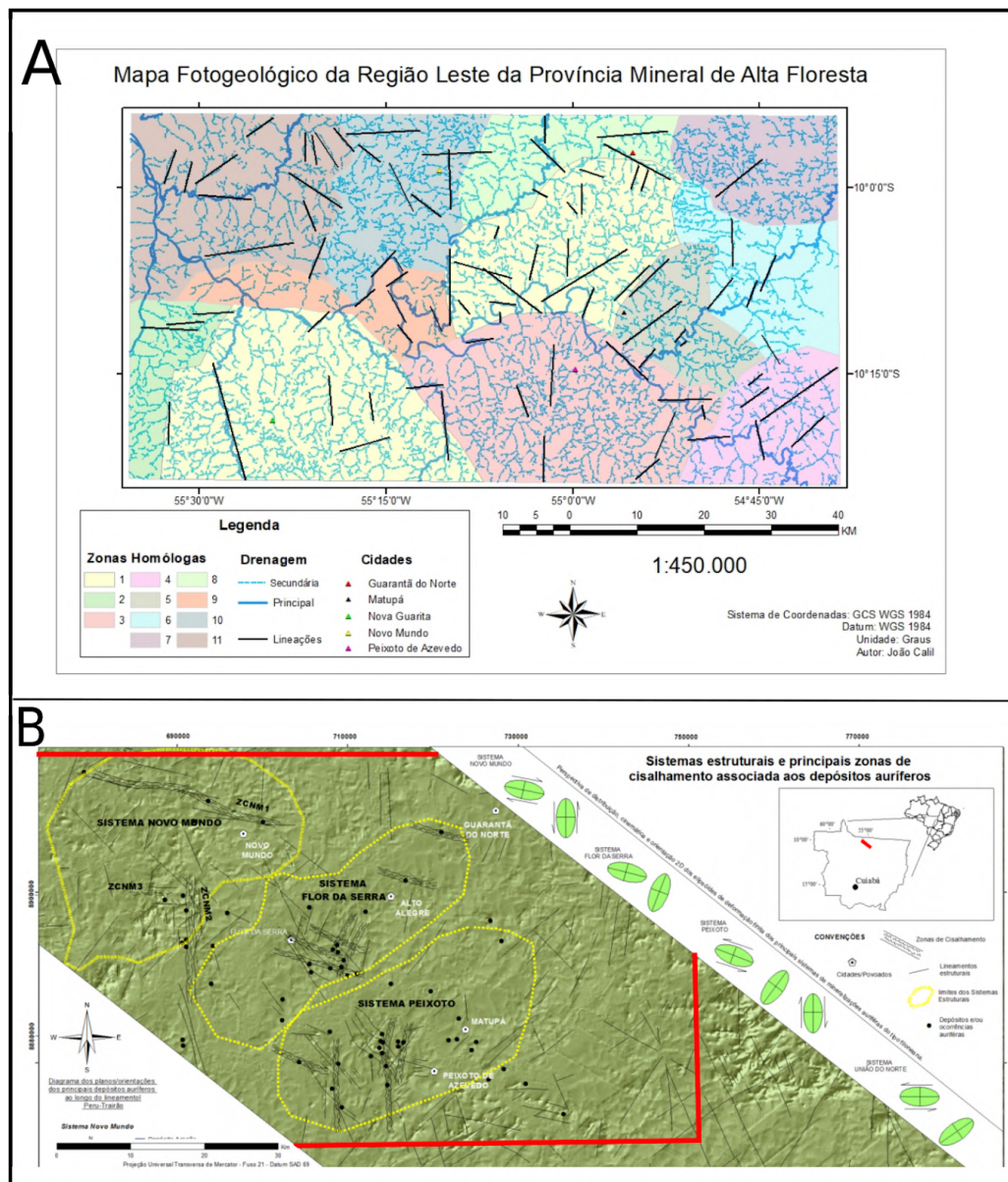


Figura 2: A - Mapa de fotointerpretação da área de estudo na região de Peixoto de Azevedo, na porção Leste da Província Mineral de Alta Floresta, com drenagens, zonas homólogas e lineações; B - mapa de Sistemas Estruturais e principais Zonas de Cisalhamento na porção leste da PMAF com parte dos limites da área de estudo em vermelho (modificado de Miguel-Jr, 2011).

Na principal região destacada pela razão de bandas (Fig. 3B), há 3 principais locais de concentração de pixels que deram resultado satisfatório à absorção na banda 5 do sensor OLI. Esta região também destaca-se pela proximidade de vários garimpos, podendo indicar ser uma região de exploração mineral.

Com isso, o método mostrou-se de grande efetividade, principalmente nas respostas espectrais em relação à hematita

e goethita (Fig. 3C). Porém a aplicação de máscara para vegetação é de grande importância, pois destaca melhor as áreas possíveis de identificação de óxidos e diminui o ruído dos pixels.

Para confirmação dos resultados obtidos desta razão de bandas, torna-se necessário estudos com imagens de melhor resolução e realização de trabalho de campo para análise de solos e rochas das regiões destacadas.

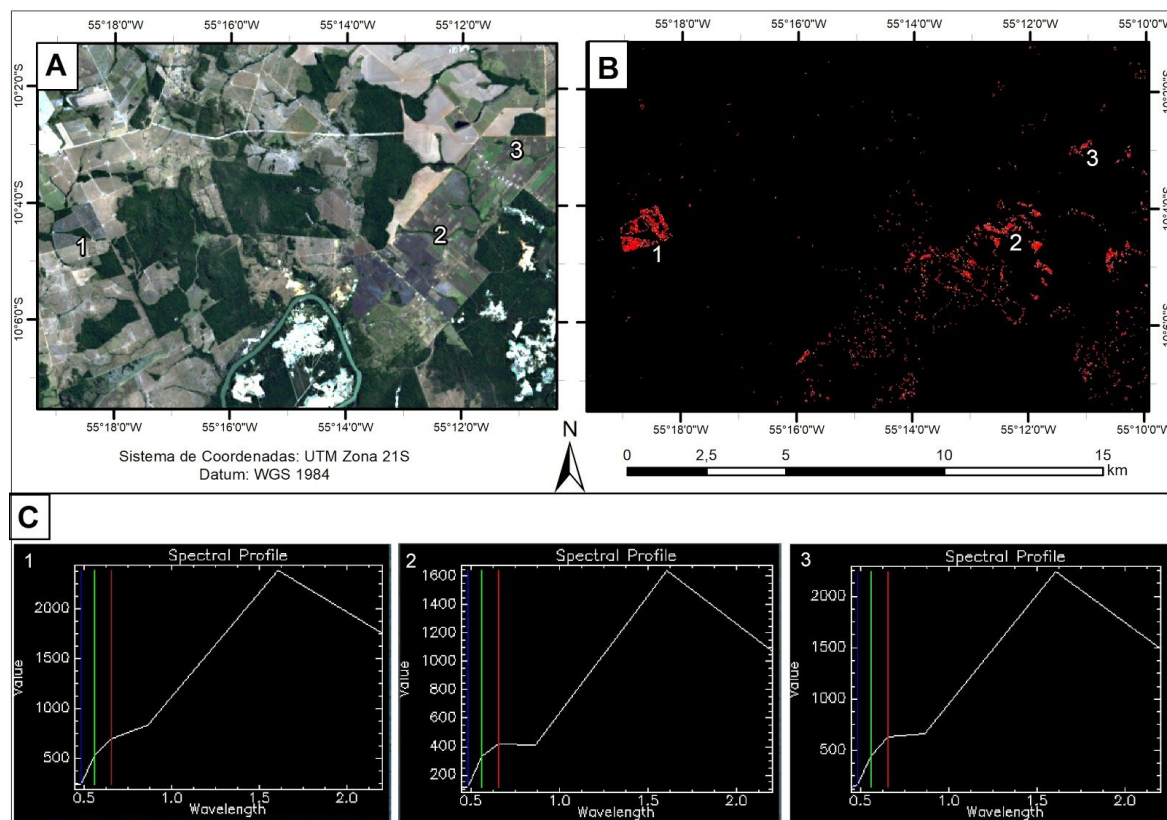


Figura 3: A - Imagem Landsat 8/OLI de composição RGB cor real da região com principais alvos de reflectâncias similares a de hematita e goethita. Áreas em branco correspondem a garimpos; B - Imagem da região com o processamento de razão de banda $[(4+6)/5]$ e ajuste de histograma com identificação de 3 principais alvos; C - Espectro de reflectância retirado do *software* Envi dos alvos identificados na figura B.

Referências Bibliográficas

ARCANJO, J. B. A. 2011. *Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações*. CPRM - Serviço Geológico Brasileiro, Salvador, Brasil. 144 p.

DUCART, D. F.; SILVA, A. M.; TOLEDO, C. L. B.; ASSIS, L. M. D. 2016. Mapping iron oxides with Landsat-8/OLI and EO-1/Hyperion imagery from the Serra Norte iron deposits in the Carajás Mineral Province, Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 46, n. 3, p. 331-349.

MIGUEL-JR, E. 2011. *Controle Estrutural das mineralizações auríferas e idades U-Pb das rochas encaixantes ao longo do Lineamento Peru-Trairão: Província Aurífera de Alta Floresta, Mato Grosso*. 86 p. Dissertação (Mestrado) Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2011.

MORETON, L.C. & MARTINS, E.G. 2003. *Geologia e Recursos Minerais da Folha Vila Guarita - Folha SC.21-Z-B*. Estado de Mato Grosso. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM.

NADALIN, R. J., 2016. *Fotointerpretação de relevo aplicada a cartografia geológica*. In: NADALIN, Rubens José et al. *Tópicos Especiais em cartografia Geológica*. 2 ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Cap. 4. p. 111-148.

NOVO, E. M. L. de M. 1989. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 1 ed. São Paulo. Edgard Blucher. 308 p.

NOVO, E. M. L. de M. & PONZONI, F. J. 2001. *Introdução ao Sensoriamento Remoto*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisa Espacial - INPE.

PAES DE BARROS, A.J. 1994. *Contribuição a geologia e controle das mineralizações auríferas de Peixoto de Azevedo - MT*. 145 p. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 1994.

PAES DE BARROS, A. J., 2007. *Granitos da região de Peixoto de Azevedo - Novo Mundo e mineralizações auríferas - Província Aurífera Alta Floresta (MT)*. 154 p. Tese (Doutorado) - Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 2007.

SILVA, G. H.; LEAL, J. W. L.; SALUM, O. A. L. 1974. *Esboço geológico de parte da folha SC. 21 Juruena*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 28. Porto Alegre. Anais SBG, v. 4, p. 309-320.

SOARES, P. C. & FIORI, A. P. 1976. *Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia*. *Notícia Geomorfológica*, v. 16, n. 32, p. 71 - 104.

SOUZA, J. P., FRASCA, A. A. S., OLIVEIRA, C. C. 2005. *Geologia e Recursos Minerais da Província Mineral de Alta Floresta*. Relatório Integrado. Brasília, Serviço Geológico Brasileiro, CPRM, 164.