

## GEOPROCESSAMENTO APLICADO EM ESTUDO COMPARATIVO DA ÁREA DE MINERAÇÃO NOS GARIMPOS DA CHAPADA DIAMANTINA – BA.

Alisson Lima<sup>1</sup>, Carlos César Uchôa de Lima<sup>2</sup> Marjorie Cseko Nolasco<sup>3</sup>, Roger Torlay<sup>4</sup>, Fabiane Lima Medeiros<sup>5</sup>, Hogana Sibilla Soares Póvoas<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Eng<sup>o</sup> de minas, mestrando em Ciências Ambientais no PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, alisson\_gohome@hotmail.com

<sup>2</sup>Geólogo, Professor Dr. do Depto. Geociências, PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, uchoamaster@gmail.com

<sup>3</sup>Geóloga, Professora Dra. do Depto. Geociências, PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, mcn@uefs.br

<sup>4</sup>Geógrafo, mestrando em Ciências Ambientais no PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, rogerortorlay@gmail.com

<sup>5</sup>Geógrafa, mestranda em Ciências Ambientais no PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, fabyylimafsa@gmail.com

<sup>6</sup>Geógrafa, mestranda em Ciências Ambientais no PPGM/UEFS, Feira de Santana – BA, hsp.geo@gmail.com

**RESUMO:** O garimpo é uma das atividades extrativas que mais contribui para a degradação do meio ambiente, caso não haja uma visão conservacionista por parte dos garimpeiros. Neste contexto, o monitoramento das áreas garimpadas na Chapada Diamantina é fundamental para adequada gestão ambiental, pois de acordo com a legislação ambiental brasileira, estas áreas necessitam de recuperação após os trabalhos de mineração. Tendo como recorte temporal, os anos de 1984, 2008 e 2015, foi realizado um monitoramento através de imagens de satélite que possibilitaram uma visão geral de áreas garimpadas, tornando a análise dos impactos ambientais do garimpo mais eficiente. Utilizando técnicas de vetorização de imagens orbitais no *ArcGIS 10.5*, foi possível representar um mapa das mudanças na área de estudo e calcular a expansão da área de mineração. Objetivou-se, neste trabalho, realizar um estudo comparativo da área de mineração denominada de garimpo Santa Rita, no município de Andaraí, na Chapada Diamantina. Os resultados mostraram uma expansão significativa do garimpo entre os anos de 2009 até 2015, devido à retomada da organização garimpeira na região, ratificando que é possível monitorar e quantificar mudanças espaciais nas áreas com prospecção de diamantes, usando técnicas adequadas de geoprocessamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** garimpo, vegetação, recuperação ambiental.

**INTRODUÇÃO:** A intervenção antrópica no meio ambiente, sempre se deu na forma de transformação dos espaços de vivência conforme as necessidades do homem. Como toda intervenção humana para exploração de recursos naturais, a mineração pode causar impactos ambientais (FLÓRES & LIMA, 2012; ZHANG et al; 2017). Dentre as formas de extração, o garimpo é uma das que mais contribui para a degradação do meio ambiente, se não houver uma visão conservacionista por parte dos garimpeiros (LIMA, 2017). Na Chapada Diamantina, localizada na região central da Bahia, diamantes são explorados por garimpeiros há mais de 150 anos (NOLASCO, 2002; MATTA, 2006). Trata-se de uma região rica em recursos naturais e com um grande potencial para a extração de minérios, como o diamante, que motivou a ocupação e conseqüentemente as principais modificações dessas terras (ROCHA & ROCHA; 2015). Os garimpos de diamantes promovem a abertura de “catas” (cavas) com a remoção da cobertura vegetal durante os trabalhos de decapeamento para a retirada dos sedimentos, expondo os aluviões diamantíferos - minério oriundo da formação de depósitos aluvionares (PRIESTER *et al*, 2010, PIMENTEL, 2014). A retomada da atividade garimpeira no município de Andaraí ocorreu com a fundação, em 2001 da Cooperativa de Garimpeiros de Andaraí (COOGAN), que é responsável por fazer as requisições de pesquisa mineral e obtenção do licenciamento ambiental e por realizar a recuperação das áreas degradadas. O monitoramento realizado neste trabalho é pertinente para auxiliar na gestão e planejamento da recuperação ambiental das áreas mineradas. Dessa forma, este trabalho teve como principal objetivo realizar um estudo comparativo das modificações na área do atual garimpo semi-mecanizado de diamantes da Chapada Diamantina, através de um monitoramento da expansão da área garimpada.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo compreende o garimpo Santa Rita, situado no município de Andaraí, na região da Chapada Diamantina – Bahia (Figura 1). O relevo nesta região apresenta as maiores altitudes do estado, com médias superiores a 1000 metros (PEREIRA, 2010). A temperatura média na Chapada Diamantina pode variar de 18°C a 22°C, a vegetação nativa característica é a caatinga, típica do semiárido nordestino e nas regiões de maiores altitudes predominam os campos rupestres (GIUDICE, 2012). No contexto geológico da região, as rochas características são de origem sedimentar, com ocorrência frequente de meta-arenitos e meta-conglomerados (LIMA & NOLASCO, 1997; LIMA & NOLASCO, 2015). A área dos garimpos de

Andaraí fica muito próxima do trecho do rio Paraguaçu que corta o município ao norte do garimpo, apresentando uma planície com declividade leve no sentido do rio Paraguaçu, com solo argilo-arenoso e vegetação local correspondente à floresta estacional semidecidual. Existe a ocorrência de depósitos sedimentares fluviais na forma de aluvião com diversos níveis de areia e de cascalho de fundo de canal fluvial, que é a camada de interesse da garimpagem, onde podem ser encontrados, de fato, os diamantes (PIMENTEL,2014).

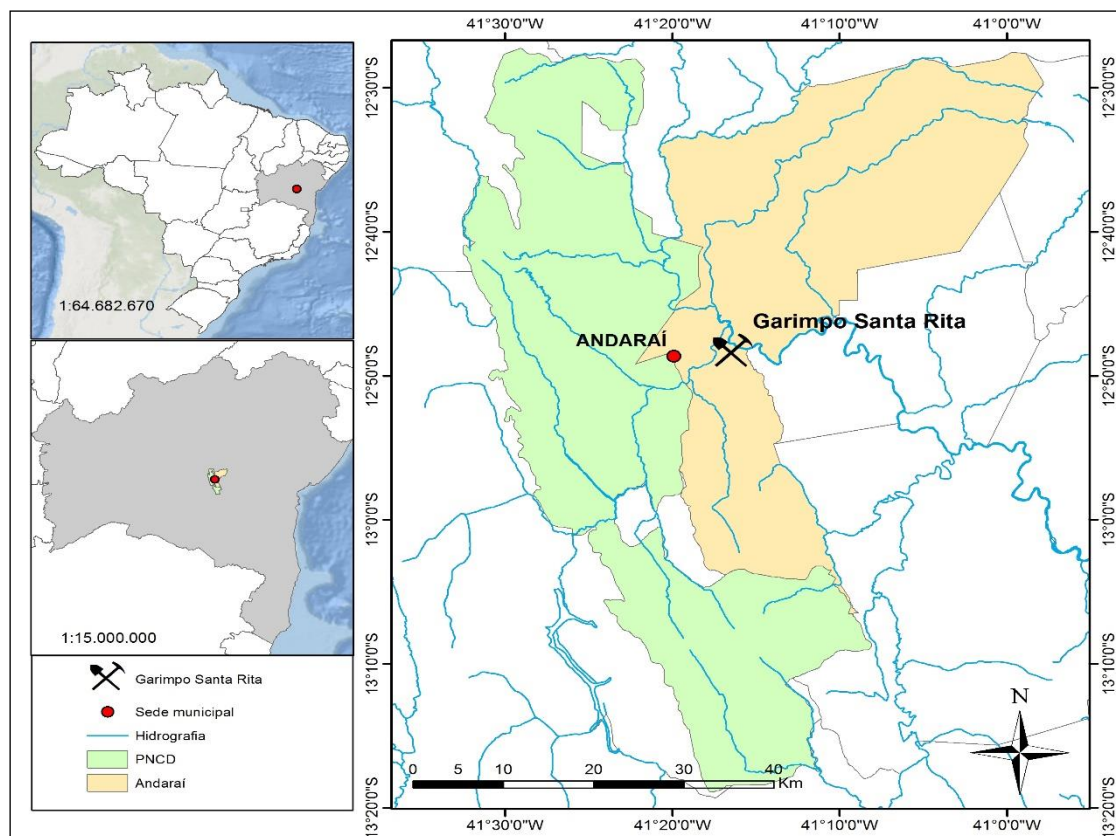


Figura 1 - Localização da área dos garimpos, no município de Andaraí, que se localiza fora do Parque Nacional da Chapada Diamantina e na região da Chapada Diamantina no Estado da Bahia (à esquerda).

Fonte: IBGE, CPRM, COOGAN (2016). Elaborado por Sarah Moura.

Para analisar a expansão da área garimpada no município Andaraí, foi relevante realizar um levantamento bibliográfico de pesquisas que discutem as geotecnologias como ferramenta para monitorar e mensurar áreas modificadas por mineração, além de revisar, leis e decretos ambientais sobre a recuperação de áreas degradadas. O ICMBio (2014) recomenda com base na legislação ambiental brasileira, que para acompanhar a evolução do processo de modificação e até mesmo da reabilitação das áreas impactadas por projetos de mineração, se utilize técnicas de monitoramento adequadas e variáveis que avaliem de forma eficiente os parâmetros necessários à mitigação dos impactos ambientais causados. Neste trabalho, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento para monitorar a expansão da área garimpada nos limites do garimpo Santa Rita, requeridos pela COOGAN no município de Andaraí na Chapada Diamantina. Tendo como recorte temporal os anos de 1984, 2008 e 2015, as imagens de satélite possibilitaram uma visão geral da área, tornando a análise dos impactos ambientais do garimpo mais eficiente, haja vista que considera a área como um subsistema do espaço onde existem outras atividades, o que facilita visualizar essas áreas integradas e sua influência nas mudanças da paisagem. Em ambiente SIG foi possível representar um mapa das mudanças na área de estudo, possibilitando o cálculo da expansão da área de mineração. Dessa forma, utilizou-se algumas técnicas de geoprocessamento com o auxílio do software *ArcGIS 10.5*, testadas por Karan *et al* (2016) e Snapir *et al* (2017) em monitoramento de áreas degradadas por mineração. Inicialmente foram utilizadas imagens espectrais obtidas no *Google Earth Pro*, dos anos de 1984, 2008 e 2015, todas devidamente georreferenciadas, disponíveis na base de dados do *United States Geological Survey – USGS* e da base *Digital Globe – DB*. Algumas técnicas foram fundamentais para o refinamento das imagens nesta etapa, pois ao trabalhar com imagens

multitemporais, as cenas obtidas em diferentes épocas devem também ser compatíveis em termos de características radiométricas. Por isso, foi realizada a correção radiométrica e atmosférica nas imagens orbitais. Além disso, para destacar a área do garimpo e não confundi-la com solo exposto, foi realizada uma composição colorida de dados multitemporais  $R = B3, G=B2, B=1$ , destacando a área garimpada retirando o canal azul (B) e ativando o filtro *Alpha* (MUÑOZ, 2013). De posse das imagens com a composição que evidencia a área do garimpo de Andaraí, iniciou-se a vetorização das imagens. A partir das representações vetoriais foi possível calcular o aumento das áreas garimpadas ( $m^2$ ) e a construção do mapa das mudanças do garimpo Santa Rita ocorridas entre 1984, 2009 e 2015. Para validação dos dados obtidos por geoprocessamento, foram realizados dois trabalhos de campo no município de Andaraí, em agosto de 2016 e janeiro de 2017, onde foram realizadas as observações *in situ* para este estudo, reconhecimento da área garimpada e da paisagem modificada, além da coleta dos pontos de localização através do uso do sistema GPS – *Global Position System*.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A vetorização das áreas estimou a dimensão da influência garimpeira durante os 3 períodos, em 1984, 2009 e 2015 (Figura 2), evidenciando o aumento da área superficial de mineração ao longo dos anos estudados. Ao avaliar a evolução da expansão da área de mineração, utilizando a imagem orbital do ano de 1984, observam-se pequenos registros de que já existiam trabalhos de prospecção de diamantes na área, ratificando o trabalho de NOLASCO (2002) que já indicava a exploração de diamantes na Chapada Diamantina sob a forma de garimpo artesanal, desde 1969. Após um período de longa estagnação das atividades garimpeiras, a análise da imagem de 2009 evidencia o crescimento da área com catas abertas e a diminuição da cobertura vegetal, reflexo da retomada da organização garimpeira na região com a criação da COOGAN – Cooperativa de Garimpeiros de Andaraí (LIMA, 2017). Em 2015, os trabalhos de prospecção dos diamantes pela COOGAN chegam ao auge, apontando para intensa modificação na área do garimpo Santa Rita. Nos trabalhos de campo, foi possível realizar a validação da situação atual do garimpo, que apresentou uma extensão latitudinal de 1,5 Km e longitudinal de 400 metros. A partir da análise temporal das imagens e das observações *in situ* foi possível observar também um intenso desmatamento a leste do garimpo em áreas que não estão associadas à mineração, mas sim a atividades agropastoris de fazendas existentes nas adjacências do garimpo.



Figura 2 – Imagens espectrais dos anos de 1984, 2009 e 2015, com as áreas garimpadas representadas em branco circundadas por linhas amarelas, com solo exposto e parcialmente escavado.

A partir da vetorização das imagens foi gerado o mapa das mudanças do garimpo Santa Rita ocorridas entre 1984, 2009 e 2015 (Figura 3), ressaltando a eficiência da técnica utilizada por Karan *et*

al (2016) e Snapir *et al* (2017) para monitorar as mudanças em áreas garimpadas.

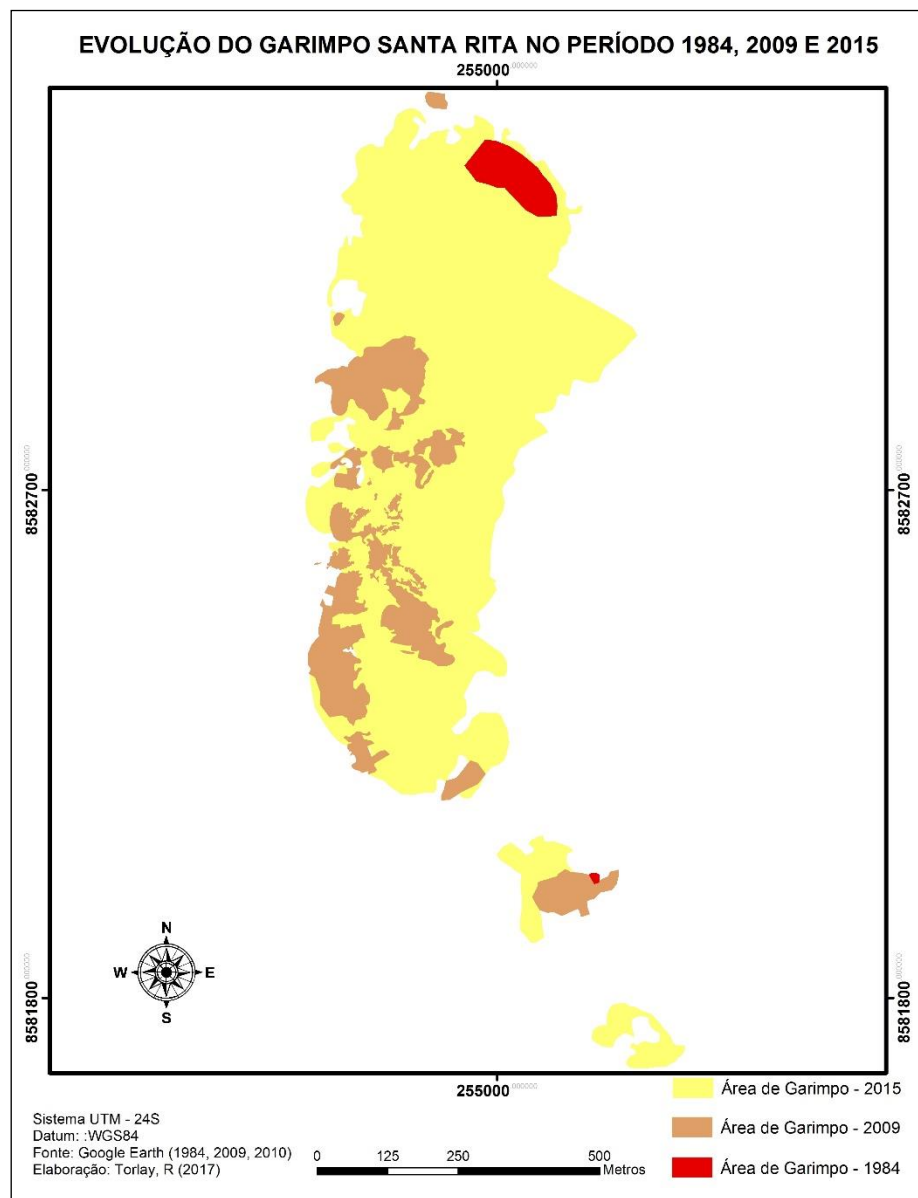


Figura 3 – Mapa das mudanças do garimpo Santa Rita ocorridos entre 1984, 2009 e 2015, no município de Andaraí – Chapada Diamantina.

Em 1984, a área com registros de garimpo representava apenas 12.312 m<sup>2</sup>. Com a volta do garimpo de draga, houve expansão significativa da área minerada em 2009 para 77.756 m<sup>2</sup>. Em 2015, ocorreu uma expansão ainda mais significativa, alcançando 417.336 m<sup>2</sup> apontando para um período de intensa atividade garimpeira. Comparando a expansão da área de prospecção de diamantes nos três anos foi possível calcular a taxa de aumento das áreas de mineração. Destaca-se que de 2009 para o ano de 2015, houve um aumento de 437% da área garimpada.

Tabela 1 – Comparação do aumento da área garimpada relativo a cada ano estudado.

ANO	1984	2008	2015
Área (m <sup>2</sup> )	12.312	77.756	417.336
Tx. de aumento (%)	0	532	437

**CONCLUSÕES:** As mudanças espaciais podem ser mapeadas, com certa precisão, a partir da vetorização de imagens de satélite de alta resolução, para detectar áreas garimpadas na prospecção de diamantes. Foi observado uma expansão com uma taxa de aumento de 437% da área de

mineração entre os anos de 2009 até 2015, consequência da forte retomada da atividade garimpeira na área de estudo. Na figura 3 existem duas áreas distintas de pasto. No ano de 1984 foi possível detectar áreas garimpadas, o que evidencia que a área já era alvo das atividades garimpeiras na busca dos diamantes há mais de quatro décadas. Vale ressaltar ainda que as modificações detectadas na área neste estudo comparativo evidenciam intenso desmatamento associados a atividades agropastoris fora do garimpo, indicando para a gestão ambiental e para a avaliação dos impactos ambientais na área que as pastagens podem ser mais responsáveis por perda de vegetação do que a própria atividade garimpeira.

**AGRADECIMENTOS:** A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Ao Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM) da Universidade Estadual de Feira de Santana (PPGM/UEFS). A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

#### **REFERÊNCIAS:**

- FLÔRES, J. C. S.; LIMA, H. M. **Fechamento de Mina: Aspectos Técnicos, Jurídicos e socioambientais**. Editora UFOP. Ouro Preto: UFOP, 2012.
- GIUDICE, D. S. **Geodiversidade e Lógicas Territoriais na Chapada Diamantina – Bahia**. Salvador: CBPM, 2012.
- ICMbio. **Procedimentos para Elaboração do Plano de Recuperação por Áreas degradadas ou perturbadas – PRAD**. Instrução normativa ICMbio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) nº 11, de 11 de dezembro de 2014. Diário Oficial da União de 12/12/14. Brasília, 2014.
- LIMA, A. **Geoprocessamento aplicado na avaliação de modificações na paisagem provocadas por mineração na chapada diamantina – Ba**. Trabalho de Conclusão de Curso de Pós Graduação Lato Sensu em Geoprocessamento e Georreferenciamento. Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, maio de 2017.
- LIMA, C. C. U; NOLASCO, M. C. **Chapada Diamantina: A Remarkable Landscape Dominated by Mountains and Plateaus**. In: **Landscape and Landforms of Brazil**. Cap 19. Springer: World Geomorphological Landscapes, Ed. 2015.
- LIMA, C. C. U; NOLASCO, M. C. **Lençóis, uma ponte entre a Geologia e o homem**. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Exatas. Feira de Santana, 1997.
- MATTA, P. G. **O garimpo na chapada diamantina e seus impactos ambientais: uma visão histórica e suas perspectivas futuras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – UFBA (Universidade Federal da Bahia). Salvador, 2006.
- MUÑOZ, A. V. **Principios de color y holopintura**. Alicante: Editorial Club Universitario, 2013.
- NOLASCO, M. C. **Registros Geológicos Gerados Pelo Garimpo, Lavras Diamantinas – Bahia**. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002.
- PIMENTEL, S. G. C. **“O diamante é o piolho da terra”: relações socioambientais no garimpo de draga da Chapada Diamantina, Bahia**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do meio ambiente. UEFS (Universidade Estadual de Feira de Santana), 2014.
- PRIESTER, M. **Mecanização da mineração artesanal de diamantes aluvias**. DDI International. Projekt-Consult GmbH. Tradução: Services d'édition Guy Connolly. Portugal, 2010.
- ROCHA, D. S. & ROCHA, J. S. **Plano de recuperação de áreas degradadas: análise da responsabilidade ambiental da mineração lagoa seca, Chapada Diamantina-Bahia (Brasil)**. VII Seminário Internacional de Dinâmica Territorial e Desenvolvimento Socioambiental. Universidade Católica do Salvador – UCSAL. Salvador, 2015.
- SNAPIR, B.; SIMMS, D. M; Waive, T.W. **Mapping the expansion of galamsey gold mines in the cocoa growing area of Ghana using optical remote sensing**. Cranfield University. UK, 2017. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ecoleng>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- ZHANG, J.; RAO, Y.; GENG, Y.; FU, M.; PRISHCHEPOV, A. **A novel understanding of land use characteristics caused by mining activities: A case study of Wu'an, China**. Ecological Engineering, 99 (2017) 54–69. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/ecoleng>. Acesso em: 4 mar. 2017.