



GEOMORFOLOGIA E PLANEJAMENTO: APLICAÇÕES EM ÁREAS DE MINERAÇÃO EM JAGUARARI – BA.

Matheus de Alencar Almeida¹
Kelly Beatriz Silva Santos²
Naara Vieira Melo Caetana³
Sirius Oliveira Souza⁴

RESUMO

A Geomorfologia é a ciência responsável pelo estudo das formas do relevo e suas configurações morfológicas, enquanto que a Cartografia Geomorfológica representa e analisa essas feições (CHRISTOFOLETTI, 1980; CASSETI, 2005). Nesse sentido, o município de Jaguarari (BA) apresenta uma paisagem influenciada por processos naturais e pela atividade minerária. Desse modo, este estudo tem como objetivo propor a compartimentação geomorfológica das áreas de mineração do território municipal, bem como, justifica-se pela lacuna de estudos voltados à antropogeomorfologia em áreas de mineração no semiárido baiano, evidenciando a necessidade de compreender as transformações do relevo resultantes das atividades minerárias. Para alcançar esse objetivo, a metodologia adotada baseou-se em quatro etapas principais: primeiramente, foram adaptadas propostas de mapeamento geomorfológico à área de estudo, possibilitando uma categorização detalhada das feições do relevo. Em seguida, aplicaram-se técnicas de estereoscopia digital para análise tridimensional da morfologia local, permitindo uma visão mais aprofundada das alterações impostas pela mineração. Além disso, foi calculado o Índice de Dissecção do Relevo (IDR), métrica fundamental para quantificar o grau de fragmentação da paisagem e compreender a evolução geomorfológica da área. Por fim, a espacialização dos compartimentos geomorfológicos foi realizada por meio do georreferenciamento e da integração de dados no software QGIS. Dessa forma, os resultados evidenciaram a predominância do modelado antropogênico, indicando que a atividade minerária modificou significativamente a morfologia local, originando novos compartimentos do relevo, como patamares em cava, colinas residuais e lagoas de rejeitos. Diante desse cenário, ressalta-se a necessidade de estratégias para controle da erosão e mitigação dos impactos ambientais, visando à preservação territorial e à qualidade de vida da população.

INTRODUÇÃO

As intervenções antrópicas têm alterado de forma significativa a funcionalidade dos ambientes naturais, cuja dinâmica, em condições normais, ocorre de maneira mais lenta e equilibrada (Ross, 1992). Quando não planejadas, essas modificações podem

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, matheusalencarlattes@gmail.com;

² Graduanda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, bjakelly35@gmail.com;

³ Graduanda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, naaracaetano@yahoo.com.br;

⁴ Professor Adjunto do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco, sirius.souza@univasf.edu.br;



gerar desequilíbrios na organização das paisagens, comprometendo sua estabilidade ecológica (Ross, 1992)

No semiárido baiano, tais desequilíbrios são visíveis em diversos municípios, afetados pelo uso e ocupação inadequados da terra, como desmatamento, contaminação de rios, aterramentos e construções em áreas instáveis, ações que revelam a ausência de políticas eficazes de ordenamento territorial (Souza, Lupinacci & Oliveira, 2021).

A Geomorfologia, por meio do estudo das formas do relevo e dos processos que as moldam (Christofolletti, 1975), auxilia com subsídios para a compreensão da dinâmica da paisagem. Nesse sentido, é importante mencionar, o uso da Cartografia Geomorfológica enquanto instrumento para a espacialização dos processos morfodinâmicos, ao representar a distribuição e a interação entre as formas de relevo e os processos que as originam (Cassetti, 2005), possibilitando a identificação de áreas críticas associadas ao uso inadequado do terra, ao controle, a avaliação e o monitoramento de riscos ambientais (Saadi, 1997; Trentin, Santos & Robaina, 2012).

No cenário internacional, estudos como os de Frankl et al. (2012), no norte da Etiópia, e Smith et al. (2015), no sul da Austrália, evidenciaram a vulnerabilidade de ambientes semiáridos aos processos erosivos e à degradação dos solos. Já Abebrese et al. (2022), em Gana, utilizaram técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG para avaliar sub-bacias quanto ao potencial de erosão e de recarga hídrica, destacando áreas prioritárias para conservação ambiental.

Em nível nacional, Barbosa, Lima e Furrier (2019) mapearam formas de relevo antropogênicas no município de Conde (PB), como resultado de atividades mineradoras e processos erosivos urbanos. Silva e Souza (2022) analisaram a dinâmica geomorfológica da bacia do Riacho do Coité, evidenciando formas resultantes de modelados diversos: aplainamento, dissecação e acumulação. Por outro lado, Reis e Souza (2023) identificaram, no município de Antônio Gonçalves, na Bahia, áreas de elevada suscetibilidade à erosão e movimentos de massa, em função da topografia acidentada da Serra da Jacobina.

Diante disso, este trabalho tem o objetivo de propor uma compartimentação antropogeomorfológica para o município de Jaguarari (BA), visando fornecer subsídios técnicos ao planejamento territorial e à gestão ambiental municipal. Ao passo que, justifica-se pela escassez de estudos voltados à caracterização do relevo antrópico no semiárido baiano e pela sua relevância social, que se alinha aos princípios da Política



Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei Federal nº 12.608/2012 (Brasil, 2012), que enfatiza ações preventivas e de mapeamento em áreas suscetíveis, além da integração entre políticas de meio ambiente, ordenamento territorial e desenvolvimento urbano.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

Caracterização da Área de Estudo

No contexto do semiárido baiano, este estudo tem como área de foco o município de Jaguarari, situado na região centro-norte do estado da Bahia. Sua localização geográfica está compreendida entre as latitudes 9°44'28.06" Sul e 10°22'15.22" Sul e as longitudes 39°44'21.90" Oeste e 40°25'3.25" Oeste de Greenwich. O município de Jaguarari integra o Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru (TIPNI), sendo um dos nove municípios que compõem essa região, conforme dados do IBGE (2009).

A sede municipal de Jaguarari concentra-se a aproximadamente 409 km da capital Salvador e a cerca de 26 km de Senhor do Bonfim. A principal via de acesso é a rodovia BR-407, que estabelece a conexão entre Salvador e Juazeiro (IBGE, 2009).

Administrativamente, Jaguarari está subdividido em cinco distritos: Flamengo, Gameleira, Juacema, Pilar e Santa Rosa de Lima. O município faz divisa ao norte com Juazeiro e Curaçá, ao leste com Uauá, ao oeste com Campo Formoso e ao sul com Senhor do Bonfim e Andorinha (SEI, 2015).

Procedimentos Metodológicos

A metodologia deste trabalho foi estruturada em quatro etapas principais. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica abrangente, com ênfase nos estudos voltados à cartografia geomorfológica em ambientes semiáridos tropicais, com o objetivo de fundamentar os procedimentos técnicos adotados e contextualizar as discussões sobre o relevo antropogênico no cenário do semiárido baiano.

Na segunda etapa, foram obtidas fotografias aéreas digitais disponibilizadas pela Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM, 1975), em escala aproximada de 1:70.000. Com base nessas imagens, definiram-se os pares estereoscópicos para a realização da estereoscopia digital. A interpretação foi conduzida conforme a



metodologia de Souza e Oliveira (2012), utilizando o software StereoPhoto Maker (versão 5.06) e o método anáglifo, que possibilitou a visualização tridimensional. As imagens processadas foram armazenadas em formato *.tiff* para posterior integração em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A terceira etapa consistiu no cálculo do Índice de Dissecação do Relevo (IDR), métrica utilizada para identificar áreas com maior grau de fragmentação do relevo, cuja aplicação possibilitou a delimitação preliminar dos compartimentos geomorfológicos e a identificação de áreas potencialmente vulneráveis à ação antrópica e aos processos erosivos. Em áreas com maior grau de dissecação, foram coletadas amostras aleatórias com o objetivo de mensurar a atuação fluvial sobre o relevo. Para isso, foram aplicadas as variáveis de dissecação horizontal referente a distância entre interflúvios e dissecação vertical correspondente a amplitude altimétrica, com base em abordagens do Projeto RADAMBRASIL (1983), Ross (2003), IBGE (2009) e Lima e Lupinacci (2019).

Na quarta e última etapa, foi realizado o geoprocessamento e a integração dos dados espaciais. Para isso, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo Copernicus (2020), cuja escolha se justifica pela alta qualidade dos dados topográficos, com resolução espacial de 12 metros e precisão vertical próxima a 1 metro, atendendo com eficiência às demandas de análises geomorfológicas e planejamento territorial.

A partir da análise integrada do MDE e de outros dados auxiliares, como imagens de satélite, curvas de nível e relevo sombreado, procedeu-se à interpretação visual das unidades do relevo presentes no município. Essa classificação geomorfológica foi orientada pela taxonomia proposta pelo IBGE (2009), permitindo a identificação e delimitação dos principais compartimentos da área de estudo. Entre as formas de relevo antrópicas, destacam-se, os patamares escavados em áreas de mineração, colinas residuais originadas por atividades extrativas e manchas urbanizadas. Essas feições foram delimitadas por vetorização manual em ambiente SIG, com base na interpretação visual das imagens e nos padrões morfográficos observados.

Por fim, foram realizados trabalhos de campo para validar as informações mapeadas em gabinete. Nessa etapa, utilizaram-se o GPS para registro altimétrico e coordenadas geográficas dos pontos amostrais, seguindo os critérios do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009). As feições foram registradas por meio de fotografias



capturadas com uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) DJI Mavic, que auxiliaram na identificação e análise das formas antropogeomorfológicas em campo.

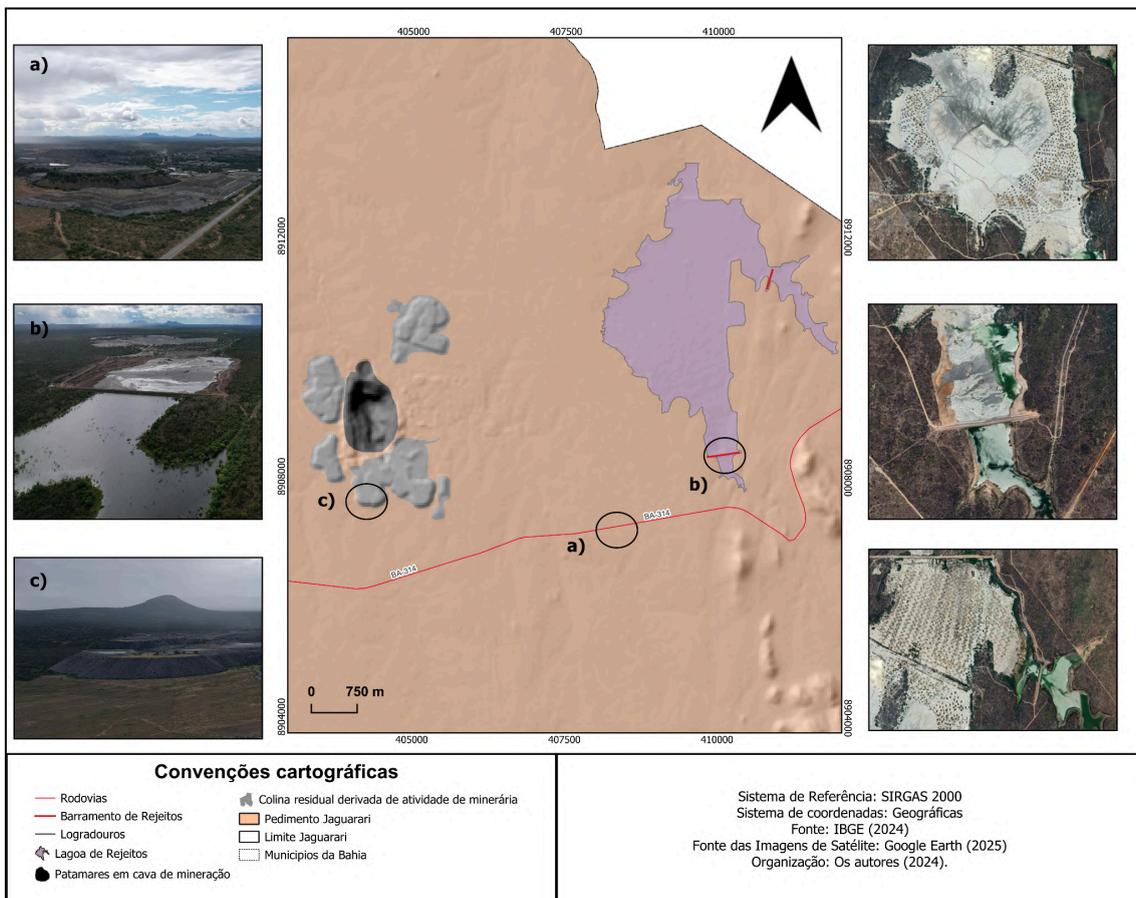
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise antrogeomorfológica no município de Jaguarari, Bahia, evidenciam alterações significativas no relevo decorrentes da intensificação das atividades minerárias, principalmente na faixa leste do território municipal.

No contexto mencionado, observa-se que o município de Jaguarari apresenta feições de relevo resultantes da intervenção antrópica, configurando os denominados compartimentos antropogeomorfológicos. Entre essas formas destacam-se os patamares em cavas de mineração, colinas residuais e lagoas de rejeitos, que representam transformações significativas na paisagem natural provocadas pelas atividades antrópicas (RADAMBRASIL, 1983; IBGE, 2009; REIS & SOUZA, 2021).

Nesse sentido, os patamares em cava, caracterizados como níveis escalonados formados pela escavação sequencial do solo para extração mineral, destacam-se como feições tipicamente antropogênicas conforme ilustrada na Figura 01.

Figura 1 – Ocorrência do Relevo antropogênico no município de Jaguarari, Bahia.



Fonte: Os autores (2024); Fonte das Imagens de Satélite: Google Earth (2025).

Desse modo, essas formas refletem não apenas a intensiva exploração do subsolo, mas também a profunda reconfiguração do relevo original, ou seja, a modificação diretamente da morfologia local, comprometendo a drenagem natural e favorecendo o acúmulo de água em áreas rebaixadas, sobretudo durante períodos de chuvas intensas. Esse cenário pode desencadear estagnação hídrica, formação de alagamentos temporários, e aumento da vulnerabilidade à erosão, devido ao descontrole no escoamento superficial (CPRM, 2005; PASCHOAL, CUNHA & CONCEIÇÃO, 2013).

Outro aspecto relevante são as colinas residuais, formadas como remanescentes de áreas elevadas após a extração do material ao redor. Essas feições se comportam como elementos geomorfológicos artificiais, com potencial de probabilidade de alterar o padrão do fluxo hídrico local, funcionando como barreiras, redirecionando cursos d'água e interferindo na dinâmica de sedimentação.



Além disso, a ausência de vegetação no entorno das áreas mineradas acentua os efeitos erosivos, favorecendo o assoreamento de canais e o empobrecimento do solo, criando um ambiente propício à degradação contínua da paisagem.

Ademais, ressalta-se que, as lagoas de rejeitos, também localizadas predominantemente na faixa leste do município, representam outro compartimento antrópico de impacto significativo. Essas estruturas resultam do acúmulo de resíduos sólidos e líquidos provenientes das atividades minerárias, contendo, com frequência, materiais finos e substâncias potencialmente tóxicas. Tais lagoas representam uma ameaça significativa à qualidade das águas superficiais e subterrâneas, podendo atuar como focos de contaminação ambiental, especialmente em cenários de transbordamento ou falhas nas estruturas de contenção.

Adicionalmente, a proximidade entre áreas mineradas e zonas urbanas conectadas por rodovias como a BR-407 e vias secundárias, evidencia uma sobreposição de usos que pode resultar em conflitos ambientais, isto é, a expansão urbana em direção a áreas de mineração intensifica riscos como a contaminação do solo e da água, além de estimular a fragmentação dos ecossistemas naturais. A implantação de barragens e lagoas artificiais, resultado da interferência social no ciclo hidrológico, também contribui para a alteração do balanço hídrico municipal, podendo afetar diretamente a recarga dos aquíferos e a disponibilidade de água para uso doméstico e agrícola.

Considerando os impactos da mineração em Jaguarari, como a formação de patamares em cava, colinas residuais e lagoas de rejeitos que podem alterar a morfologia e afetar a drenagem natural, destaca-se a necessidade de uma gestão integrada que concilie a exploração econômica com a conservação ambiental.

Nesse contexto, torna-se essencial a adoção de diretrizes que, conforme estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, visam à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental como base para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 1981).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que o município de Jaguarari, Bahia, apresenta modificações significativas em seu relevo, resultado direto da intensificação das atividades antrópicas. Tais estruturas representam uma redefinição morfológica



expressiva, marcada pela descaracterização das formas naturais e pela introdução de elementos que rompem com os padrões geomorfológicos originários, como os patamares de cavas, colinas residuais e lagoas de rejeitos.

Entre os impactos observados, destaca-se a possibilidade de interferência nos sistemas de drenagem natural, o favorecimento de processos erosivos e a maior suscetibilidade à degradação ambiental, bem como a escavação sucessiva do solo e a ausência de cobertura vegetal contribuem para o aumento do escoamento superficial, assoreamento de canais e podendo comprometer a qualidade do solo.

Além disso, as lagoas de rejeitos representam riscos significativos à segurança hídrica e à saúde ambiental, devido à possibilidade de contaminação por resíduos tóxicos e falhas estruturais em suas contenções, sobretudo em períodos chuvosos. Nesse contexto, torna-se necessário a implementação de medidas de planejamento e gestão ambiental que considerem o relevo antropogênico como elemento central na análise territorial.

Ademais, a continuidade de estudos deste caráter é essencial para aprofundar a compreensão das dinâmicas antrogeomorfológicas induzidas pelas intervenções antrópicas nestes ambientes, cuja elevada fragilidade ecológica potencializa os impactos decorrentes das transformações morfológicas. Dessa forma, espera-se que os resultados apresentados neste trabalho possam servir como subsídio para o planejamento do uso e ocupação da terra no município de Jaguarari, Bahia.

Palavras-chave: Geomorfologia; Mapeamento, Mineração, Planejamento, Semiárido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo incentivo e apoio financeiro à realização deste estudo, por meio do Pedido nº 5190/2024.

REFERÊNCIAS

ABEBRESE, S.; ANORNU, G. K.; KABO-BAH, A. T. et al. Avaliação de zonas de potencial de águas subterrâneas usando GIS e técnicas de sensoriamento remoto no distrito de Bole, região de Savannah, Gana. **International Journal of Energy and Water Resources**, 6, p. 445–456, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42108-022-00207-y>. Acesso em: 17 jul. 2024.



AIRBUS DEFENCE AND SPACE. **Copernicus Digital Elevation Model – Product Handbook**. 2020. Disponível em:

<https://portal.opentopography.org/raster?opentopoID=OTSDEM.032021.4326.3>. Acesso em: 19 jul. 2024.

BARBOSA, T. S.; LIMA, V. F. de; FURRIER, M. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO E GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA DO MUNICÍPIO DO CONDE – PARAÍBA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 20, n. 3, 2019. DOI: 10.20502/rbg.v20i3.1571. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1571>. Acesso em: 22 nov. 2024.

BRASIL. Lei no 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; **Diário Oficial da União, Brasília**, 11 abr. 2012.

CASSETI, W. Geomorfologia. Goiânia: Editora UFG, 2005.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Diagnóstico do Município de Jaguarari - Bahia** / Organizado [por] Ângelo Vieira, Felicíssimo Melo, Hermínio Brasil V. Lopes, Hermínio Brasil V. Lopes, José C. Viégas Campos, José T Guimarães, Juliana M. da Costa, Luís Fernando C. Bomfim, Pedro Antonio de A. Couto, Sara Maria Pinotti Benvenuti. Salvador: CPRM, 2005. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/16934/1/Rel_Jaguarari.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2009.

FRANKL, A.; POESEN, J.; DECKERS, J.; HAILE, M.; NYSSSEN, J. Gully head retreat rates in the semi-arid highlands of Northern Ethiopia. **Geomorphology**, 173: 185-195. 2012. ><https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.06.011>. <

PASCHOAL, L. G.; CUNHA, C. M. L. da; CONCEIÇÃO, F. T. da. A CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA COMO SUBSÍDIO PARA A ANÁLISE DO RELEVO ANTROPOGÊNICO EM ÁREA DE MINERAÇÃO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 13, n. 4, 2013. DOI: 10.20502/rbg.v13i4.282. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/282>. Acesso em: 13 ago. 2024.

RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais** - Folha SC.24/25 Aracaju/Recife; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação. Uso potencial da Terra. Edição Fac Similar. Volume 34, Rio de Janeiro. IBGE, 1983.

REIS, F. S.; SOUZA, S. O. Compartimentação geomorfológica da área urbana do município de Senhor do Bonfim – BA enquanto subsídio ao planejamento do uso e ocupação. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [S. l.], v. 25, p. e35, 2022. DOI: 10.5902/2236499463075. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/63075>. Acesso em: 7 out. 2024.

REIS, F. de S.; SOUZA, S. O. CONTRIBUIÇÕES DA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA AO PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA: APLICAÇÕES NO MUNICÍPIO DE ANTÔNIO GONÇALVES - BA. **Caminhos de**



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Geografia, Uberlândia, v. 24, n. 92, p. 304–322, 2023. DOI: 10.14393/RCG249264011. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/64011>. Acesso em: 28 nov. 2023.

ROSS, J. L.S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. -4ª. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1992.

SAADI, A. A Geomorfologia como ciência de apoio ao planejamento urbano em Minas Gerais. **Geonomos**, 1997. <https://doi.org/10.18285/geonomos.v5i2.174>.

STEREOPHOTO MAKER. **StereoPhoto Maker** (English version) 2021. Disponível em: <http://stereo.jp/eng/stphmkr/>. Acesso em: 24 jan. 2024.

SOUZA, S. O.; LUPINACCI, C. M.; OLIVEIRA, R. C. A Cartografia Geomorfológica enquanto instrumento para o planejamento em áreas litorâneas: considerações a partir da região Costa das Baleias-Bahia-Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 3, 2021. <https://doi.org/10.20502/rbg.v22i3.1805>.

SEI - Superintendência de estudos econômicos e sociais da Bahia. Perfil dos Territórios de Identidade. (**Série territórios de identidade da Bahia, v. 1**). Salvador: SEI, 2015.

SMITH, J., JOHNSON, K., & BROWN, A. 2015. Geomorphological mapping in a semi-arid area of Southern Australia. **Journal of Geomorphology**, 20(3), 112-128.

SOUZA, T. de A.; OLIVEIRA, R. C. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 1348–1355-1348–1355, 2012.

TRENTIN, R.; SANTOS, L. J. C.; ROBAINA, L. E. de S. Compartimentação geomorfológica da bacia hidrográfica do rio Itu - Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil / Geomorphological Compartmentation the Itu River Basin - West of Rio Grande do Sul - Brasil. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 24, n. 1, 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/14214>. Acesso em: 28 nov. 2023.