

# GEOTECNOLOGIAS E A CARACTERIZAÇÃO DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO ÁGUA SUJA, CHAPADA DA NATIVIDADE E NATIVIDADE - TOCANTINS

Lucas da Silva Ribeiro <sup>1</sup>  
Sandro Sidnei Vargas de Cristo <sup>2</sup>  
Luís Eduardo de Souza Robaina <sup>3</sup>

## RESUMO

A identificação dos elementos é uma técnica bastante eficiente para modelagem do relevo e a análise ambiental. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar as características dos elementos do relevo com o apoio de técnicas de geoprocessamento na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja. Como parte do procedimento metodológico, utilizou-se o modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 metros da *Shuttle Radar Topographic Mission*, esse produto possibilitou gerar informações de hipsometria, declividade e os elementos do relevo. Portanto, foi possível identificar os seguintes elementos: áreas planas, pico, crista, ressalto, crista secundária, encosta, escavado, base de encosta, vale e fosso. Os resultados apresentam que a área de estudo tem uma amplitude altimétrica de 553 metros, onde 71% da bacia hidrográfica estão nas altitudes de 310 a 410 metros e a principal classe de declividade da área de estudo são declives inferiores a 5%, indicando um predomínio de áreas planas. Referente aos elementos do relevo as áreas planas e encosta são os principais elementos em abrangência de áreas, pois juntas ocupam aproximadamente 42%. Essas características de relevo favorecem o uso agropecuário e podem contribuir para o desenvolvimento de processos superficiais, como compactação dos solos, erosão e assoreamento de canais de drenagens. Assim, o estudo das características do relevo desta bacia hidrográfica obteve informações importantes que podem auxiliar na gestão territorial e ambiental.

**Palavras-chave:** Geotecnologias, SIG, MDE, Geomorphons.

## ABSTRACT

Element identification is a very efficient technique for relief modeling and environmental analysis. In this sense, the present work aims to analyze the characteristics of the relief elements with the support of geoprocessing techniques in the Ribeirão Água Suja hydrographic basin. As part of the methodological procedure, the digital elevation model with a spatial resolution of 30 meters from the Shuttle Radar Topographic Mission was used. This product made it possible to generate information on hypsometry, slope and geomorphons. Therefore, it was possible to identify the following elements: flat areas, peak, crest, projection, secondary crest, slope, excavated, base of slope, valley and ditch. The results show that the study area has an altitude range of 553 meters, where 71% of the river basin is at altitudes of 310 to 410 meters and the main slope class of the study area are slopes lower than 5%, indicating a predominance of flat areas. Regarding geomorphons, flat areas and slopes are the main elements in area coverage, as together they occupy approximately 42%. These relief features favor agricultural use and can contribute to the development of surface processes, such as soil compaction, erosion and silting of

<sup>1</sup> Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, [lucassilvaribeiro12@email.com](mailto:lucassilvaribeiro12@email.com);

<sup>2</sup> Doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal do Tocantins - UFT, [sidneicristo@uft.edu.br](mailto:sidneicristo@uft.edu.br);

<sup>3</sup> Doutor do Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, [lesrobaina@yahoo.com.br](mailto:lesrobaina@yahoo.com.br);



drainage channels. Thus, the study of the relief characteristics of this hydrographic basin obtained important information that can assist in territorial and environmental management

**Keywords:** Geotechnologies, GIS, MDE, Geomorphons.

## INTRODUÇÃO

As pesquisas relacionadas com análise das características do relevo são fundamentais para observar atuação dos processos superficiais e ainda auxiliar em diversos tipos de estudos ambientais de uma determinada bacia hidrográfica. Assim, pode ser uma contribuição importante para a Geomorfologia, “uma ciência que tem por objetivo analisar as formas do relevo, buscando compreender as relações processuais pretéritas e atuais” (CASSETI, 1994).

Neste sentido, observa-se o relevo como o resultado da atuação dos processos endógenos e exógenos. Portanto, um elemento do relevo é um subcomponente de um tipo de relevo que pode ser caracterizado principalmente por sua morfologia como forma, inclinação, orientação e regime de umidade (MACMILLAN E SHARY, 2009). O relevo é um conjunto de qualidades geométricas da superfície, produto da sua história climática, geológica e biológica (MUÑOZ, VALERIANO e WEILL, 2011).

A proposta de mapeamento das características do relevo tem ganhado muito destaque nos últimos anos, devido a disponibilidade de Modelos Digitais de Elevação (MDE). Este produto cartográfico é capaz de gerar informações sobre o relevo de uma determinada área. “O MDE é um conjunto quadriculado de pontos no espaço cartesiano atribuído com valores de elevação que se aproximam da superfície terrestre da Terra” (PIKE EVANS e HENGL, 2009).

A partir do MDE é possível trabalhar com diversos tipos de mapa e análise geográfica referente ao relevo com o apoio de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Observam-se (SCCOTI, DOTTO e ROBAINA, 2022) que a partir do surgimento, difusão do SIG e o aprimoramento das geotecnologias, a obtenção e processamento de dados contendo atributos do relevo passaram a ser um procedimento de mais fácil acesso, permitindo classificar e descrever, de modo quantitativo, as formas da superfície da Terra.

Desse modo, as geotecnologias é um conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informação com referência geográfica. Dentre as geotecnologias podem ser destacados: SIG, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global e a topografia (ROSA, 2005). Esse conjunto são utilizadas na Geografia no âmbito das suas várias subdisciplinas, permitindo mapear e analisar uma grande variedade de fenômenos com uma rapidez e precisão sem precedentes (KERSKI, 2015).

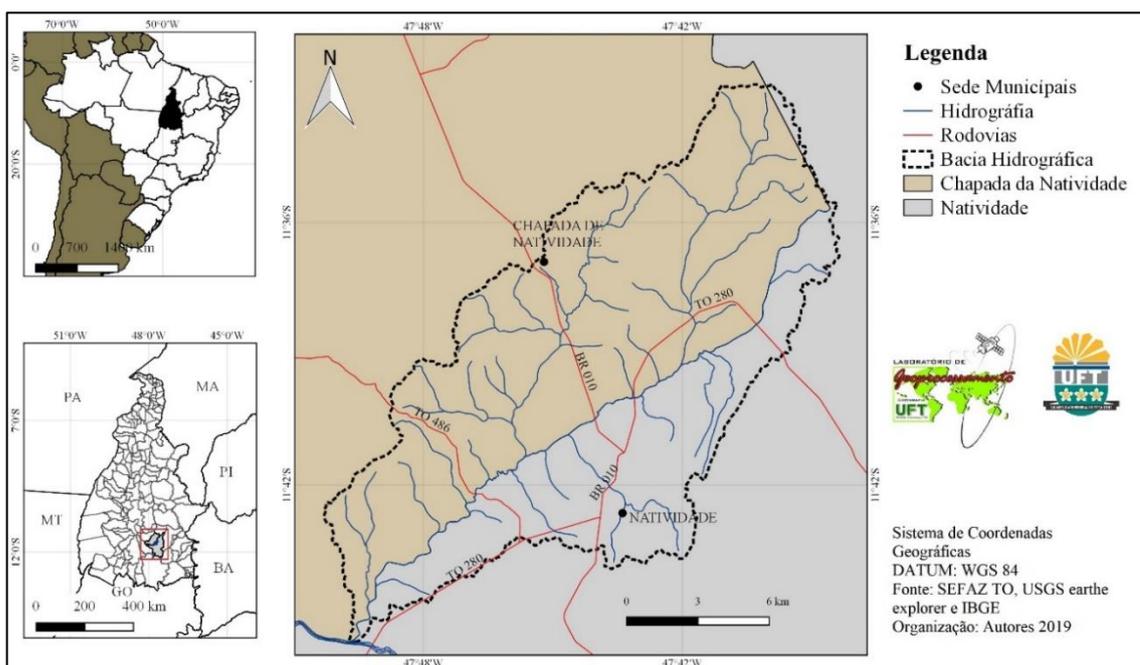


Assim, uma das técnicas que representa a utilização do MDE e o apoio de SIG é a compartimentação do relevo através dos *geomorphons* (elementos do relevo). Segundo Guadagnin e Trentin (2019) a identificação dos elementos é uma técnica bastante eficiente para modelagem do relevo e a análise ambiental, pois é uma forma de representar as principais características do relevo e, na maioria das vezes, são os condicionantes da concentração de umidade, do escoamento superficial, e dos demais processos de dinâmica superficial. A aplicação dos elementos do relevo a partir dos *geomorphons* (DUTRA, FURLAN e ROBAINA, 2020) auxilia na análise fisiográfica, podendo interpretar diferentes composições de formas e processos.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar as características dos elementos do relevo com o apoio de técnicas de geoprocessamento na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja nos municípios de Chapada da Natividade e Natividade no estado do Tocantins.

A bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja está localizada na região sudeste do estado do Tocantins (Figura 1), ocupa uma área de aproximadamente 250 km<sup>2</sup> e pode ser dividida em duas partes, quanto a abrangência municipal, tomando-se como referência o seu curso principal, o Ribeirão Água Suja. Uma faixa de terras que se estende na margem direita do Rio principal que pertence ao município de Chapada da Natividade, e a margem esquerda pertence ao município de Natividade.

Figura 1: Localização da bacia Hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Fonte: Autores (2023)



## METODOLOGIA

Para a construção deste estudo, iniciou-se com o levantamento de informações bibliográficas e de dados cartográficos para a construção dos mapas da área de estudo, um desses dados foi o MDE, gerado a partir da imagem *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) com resolução espacial de 1 arco de segundo (30 metros), obtidos da plataforma da *United States Geological Survey* (USGS). A partir desse modelo foi possível gerar as seguintes variáveis: hipsometria, declividade e elementos do relevo (*geomorphons*), utilizando-se o *software QGIS* na versão 3.14.10.

Na hipsometria foram definidas 5 classes com intervalos analisados a partir do histograma de frequência. Portanto foram mapeadas as seguintes classes hipsométricas para a bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, sendo elas: inferior a 310 metros, de 310 a 410 metros, de 410 a 510 metros, de 510 a 610 metros e superior a 610 metros de altitudes.

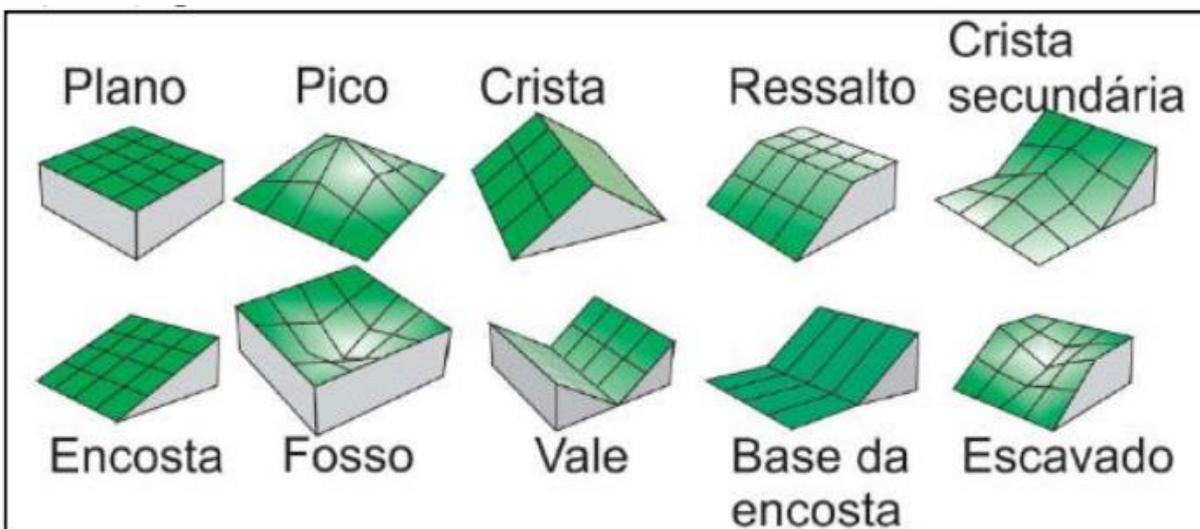
No mapa de declividade foram definidas três classes com base no trabalho de Ponçano *et al* (1981). Assim foi gerado os limites de declividade para área de estudo: inferior a 5% (áreas planas), o intervalo entre 5% e 15% (suave ondulado) e o limite maior que 15% (áreas escarpadas).

Para o mapa dos elementos do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, utilizou-se a ferramenta *r.geomorphon* no *grass* do *software QGIS*. Neste procedimento seleciona o raster de interesse e na pesquisa de raios externos aplica-se o valor 20 (1800 metros) e em limiar de nivelamento em graus define-se o valor 2. As demais opções podem permanecer o padrão definido pela própria ferramenta de análise. O produto cartográfico gerado é os elementos de relevo (*geomorphons*), que são definidos por Jasiewicz e Stepinski (2013) em 10 classes (Figura 2): 1 áreas planas, 2 - pico, 3 - crista, 4 - ressalto, 5 - crista secundária, 6 - encosta, 7 - escavado, 8 - base de encosta, 9 - vale e 10 – fosso.

Posteriormente todas as classes de cada variáveis foram analisadas para possíveis observações em abrangência de área em km<sup>2</sup> na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja. Essa etapa possibilita uma observação quantitativa que identifica algumas características importantes sobre o relevo da área de estudo.

Outras informações como unidades geomorfológicas, rede de drenagem, rodovias, limites e sedes municipais, foram obtidas através da secretaria e planejamento do estado do Tocantins (SEPLAN, 2012). Essas auxiliaram para a construção dos produtos cartográficos e na análise sobre os elementos do relevo na área de estudo.

Figura 2: Elementos do relevo (Geomorphons)



Fonte: (ROBAINA, TRENTIN e LAURENT, 2016)

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja está situada na região sudeste do estado do Tocantins e está espacializada sobre duas unidades geomorfológicas, a Depressão do Alto Tocantins (80%) e a Serra da Natividade (20%). Essas características geomorfológicas são informações importantes para verificar as características do relevo, que neste estudo são observados a partir de variáveis como: hipsometria, declividade e elementos do relevo.

As características de hipsometria do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja (Figura 3) apresentam uma variação altimétrica entre, 266 a 819 metros, que corresponde a uma amplitude de 553 metros, onde as maiores altitudes podem ser observadas na sua porção sudeste, junto aos seus divisores de águas, onde está localizada a Serra da Natividade.

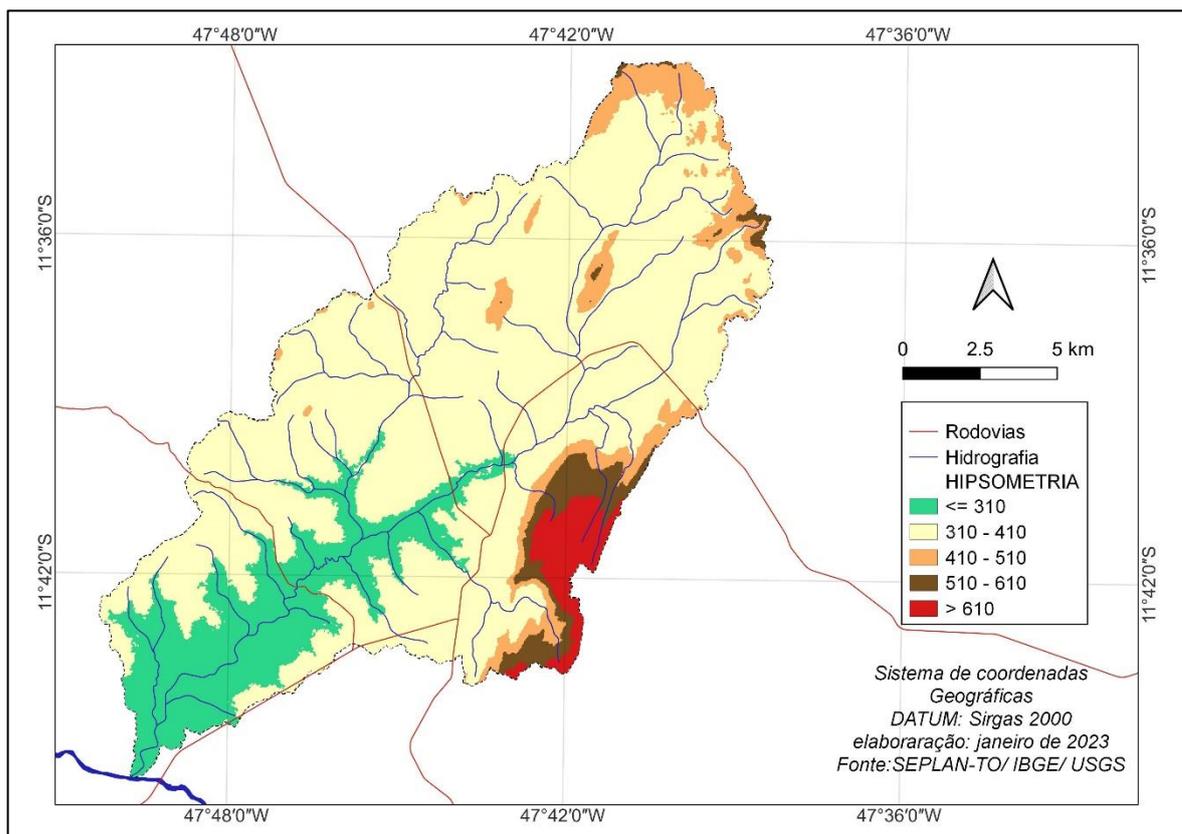
Analisando a distribuição espacial das classes hipsométricas da área de estudo, observa-se as seguintes informações. Na classe menor que 310 metros ocupam aproximadamente 15% da bacia hidrográfica, iniciando-se a partir do médio curso, onde acompanha o canal do Ribeirão Água Suja. A classe de 310 a 410 metros de altitude é a principal, em relação abrangência de área com aproximadamente 71%, distribuído em todos os setores da bacia hidrográfica em questão.

Na classe que varia de 410 a 510 representam cerca de 7% da área de estudo, essas altitudes mapeiam pequenos morros no médio e baixo curso, como também indicam a transição das áreas planas para um relevo mais elevado, a exemplo da porção sudeste da bacia hidrográfica, onde esta classe indica o início da serra da natividade. Na classe de 510 a 610



abrange cerca de 4% da área de estudo, representam os divisores de água no alto curso e também circunvizinha a serra da natividade. Já a classe maior que 610 metros ocupam apenas 3%, especificamente localizada na porção sudeste do médio curso da bacia hidrográfica em questão, e mapeiam a serra da natividade.

Figura 3: hipsometria da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.

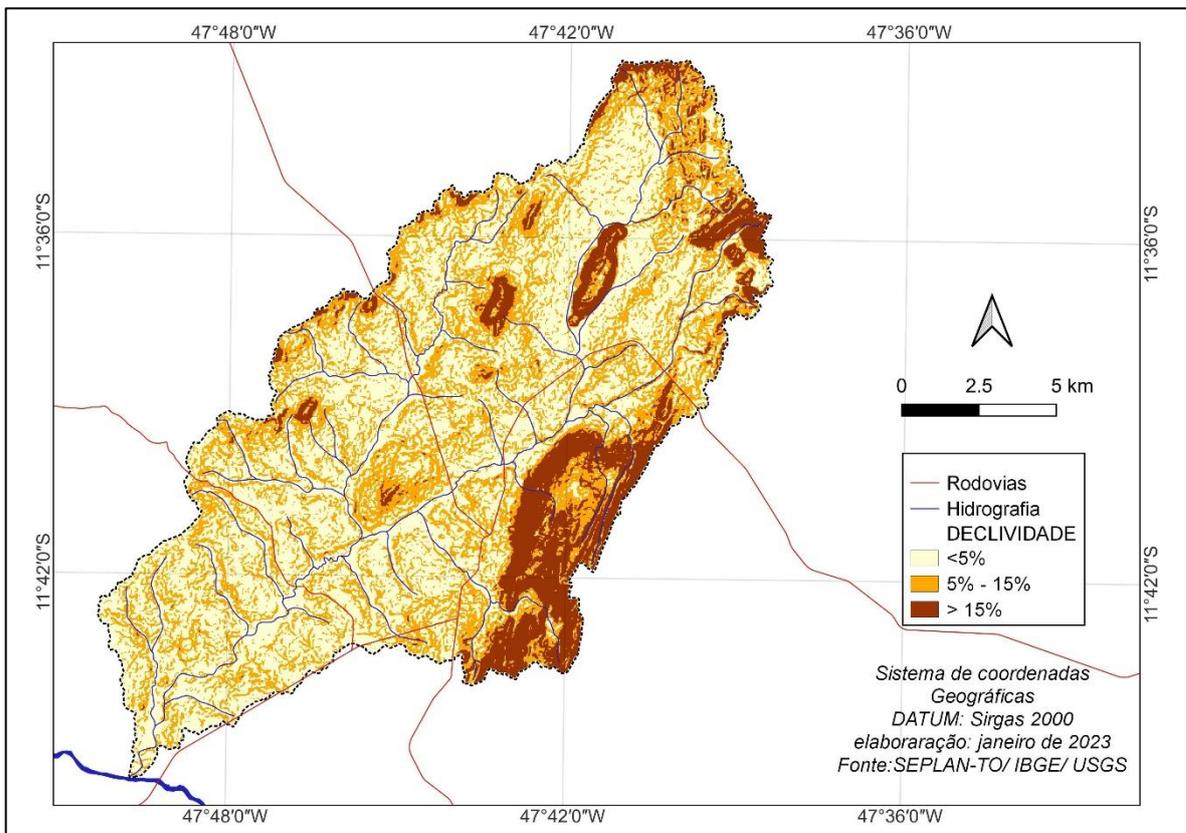


Fonte: Autores (2023)

As classes de declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja podem ser observadas da seguinte maneira (Figura 4). As declividades menores que 5% é a principal classe em termo de abrangência de área com aproximadamente 53%. A declividade que variam entre 5% a 15% ocupa cerca de 34% da área de estudo. Ao analisar essas duas classes em conjuntos (0 - 5%, 5 - 15%), observa-se que ocupam 87% da bacia hidrográfica, e estão distribuídas principalmente sobre as classes hipsométricas menores que 310 e de 310 a 410 metros. Já a declividade maior que 15% representam 13% da área de estudo, representando a indicação de morros, com destaque principal para a serra da natividade.



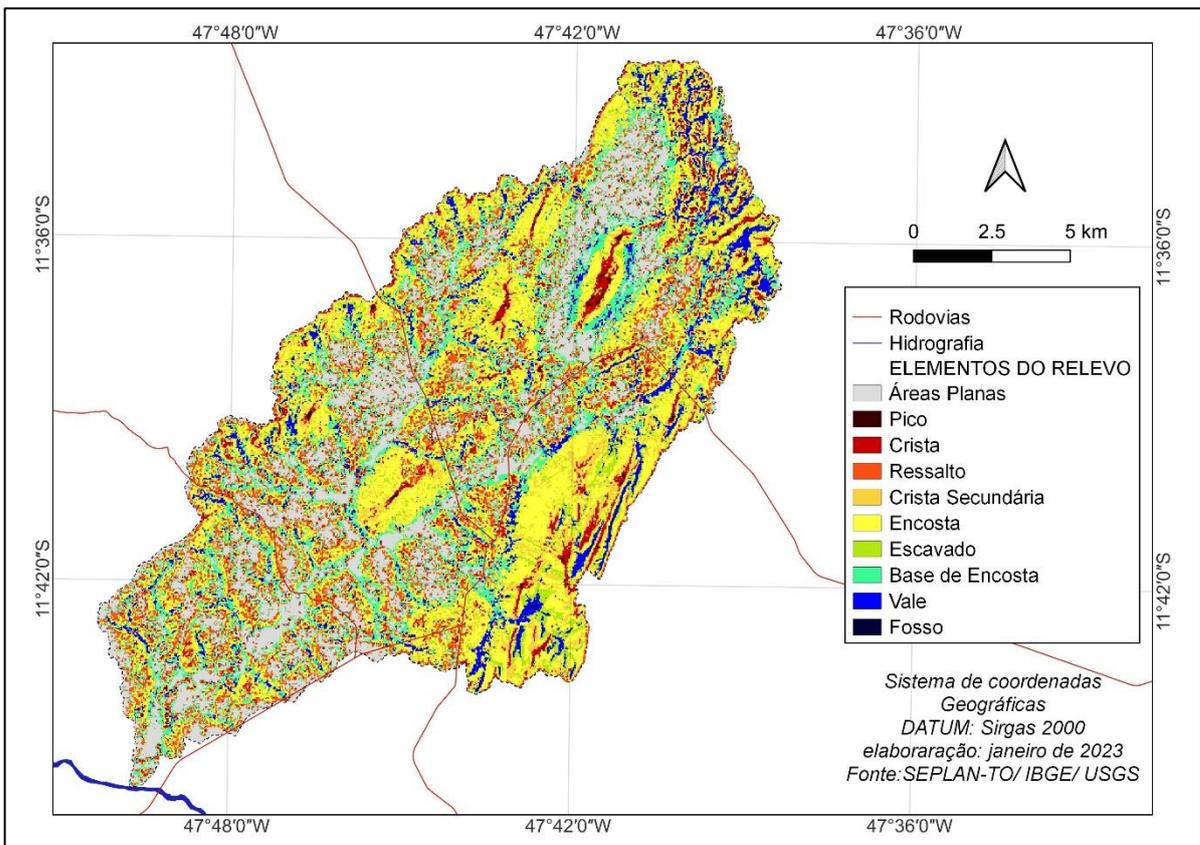
Figura 4: Declividade da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Fonte: Autores (2023)

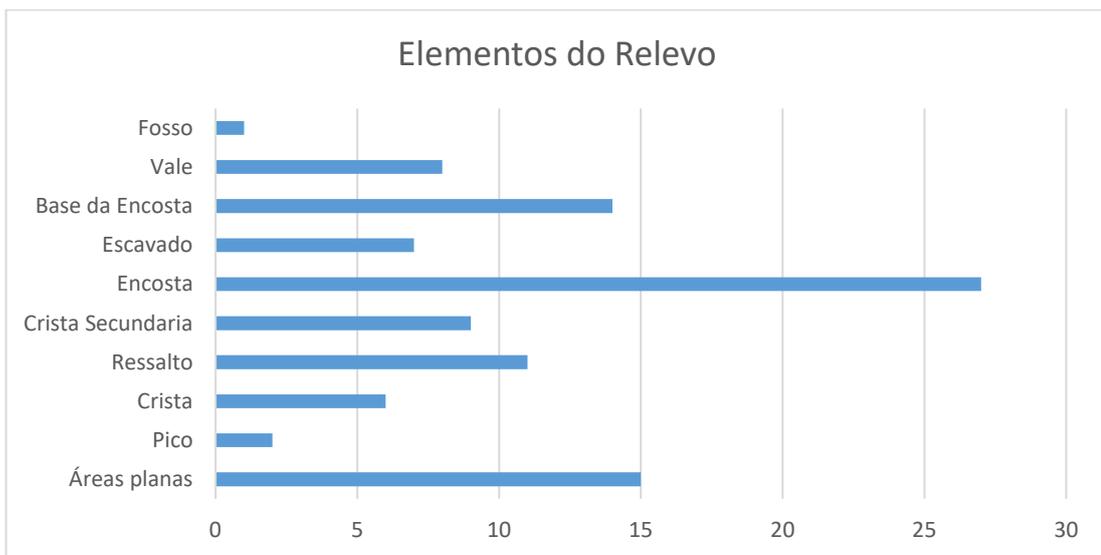
Os elementos do relevo identificados na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja (Figura 5 e Gráfico 1), podem ser observados da seguinte maneira: a encosta, é o principal elemento da área de pesquisa, ocupando cerca de 27% da bacia hidrográfica em questão, concentrando-se principalmente, no alto e médio curso. As áreas planas, como segundo principal elemento, ocupam cerca de 15% da área, espacializa-se por quase toda a bacia, principalmente no médio e baixo curso, porção norte. O elemento pico ocupa apenas 2% da área, e pode ser observado em locais isolados do alto curso da bacia. O elemento crista ocupa cerca de 6% da área e, abrange locais do alto e médio curso, com destaque para a serra da Natividade e o morro Mutum. O ressalto, ocupa cerca de 11% da bacia hidrográfica, sendo observado principalmente, no médio e baixo curso. A crista secundária, é um elemento que ocupa cerca de 9% da área e, encontra-se principalmente no médio curso. O elemento escavado, ocupa cerca de 7% da área e encontra-se, no alto curso da bacia. A base de encosta, ocupa cerca de 14% da bacia, distribuindo-se principalmente no médio e baixo curso. O vale, abrange cerca de 8% da área, localizado na porção sudeste da bacia. Já o elemento fosso, ocupa apenas 1% da área de pesquisa e, situa-se principalmente em pequenas áreas na serra da Natividade.

Figura 5: Elementos do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja



Fonte: Autores (2023)

Gráfico 1: Percentual dos elementos do relevo da bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja.



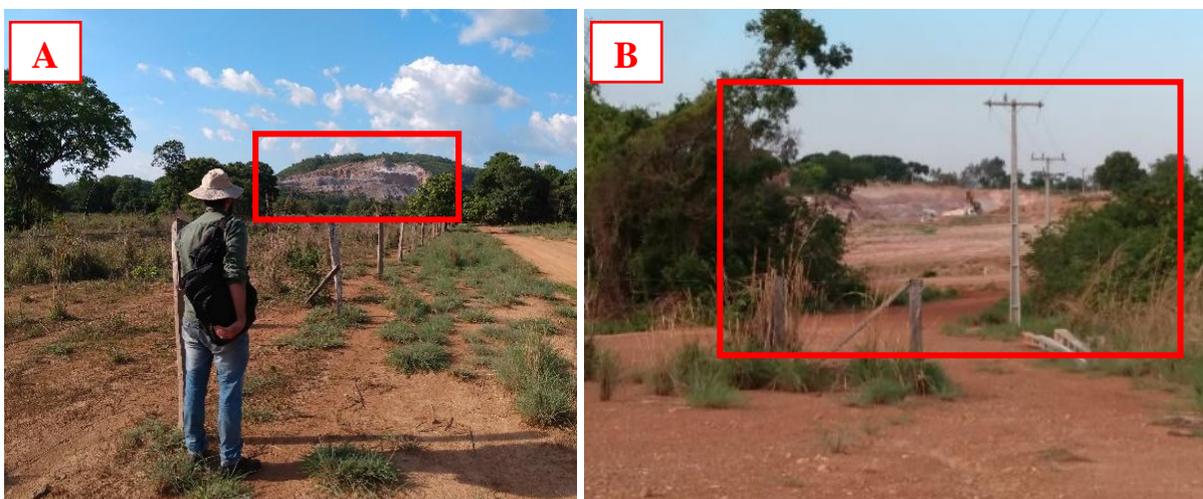
Fonte: Autores (2023)



De maneira geral o principal elemento do relevo encontrada na área de pesquisa foi a encosta. Os autores (DUTRA, FURLAN e ROBAINA, 2020) comparou este elemento do relevo com o uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do arroio Pantanoso no município do Canguçu no Rio Grande do Sul, e observaram que o mesmo, oferece boas condições para a agricultura e pecuária, pois em geral, encontram-se afastadas da rede de drenagem.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja foi observada além da agricultura e pecuária, o uso de mineração que se desenvolve sobre algumas áreas de encosta (Figura 6A e 6B).

Figura 6: (A) exploração de calcário na encosta e (B) exploração de ouro



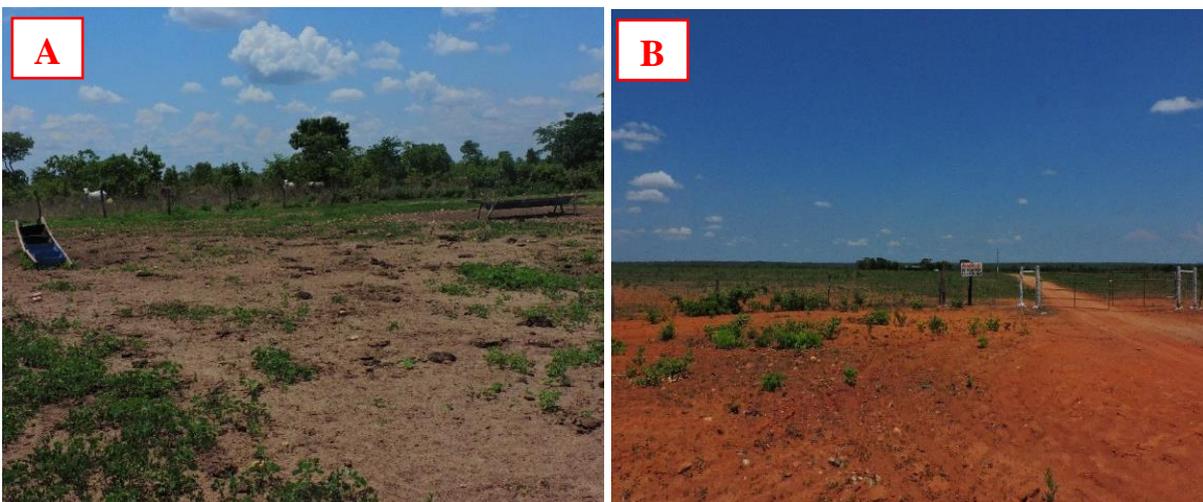
Fonte: autores (2019)

Outro elemento considerado importante, em termos de abrangência de área, são as áreas planas, locais com essas características também oferecem condições favoráveis para atividades agrícolas. Na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja, Ribeiro e Cristo (2021) apontam que agropecuária (agricultura e pecuária) são as principais atividades relacionadas ao uso e cobertura da terra na área de estudo, o que tem proporcionado diversas modificações ambientais na área (Figura 7A e 7B).

Portanto as características dos elementos do relevo (encosta e áreas planas) mais importante na bacia hidrográfica do Ribeirão Água Suja favorecem o desenvolvimento de atividades agrícolas, pecuária e extração de calcário e ouro. Esses usos podem contribuir para o desenvolvimento de processos superficiais como: compactação dos solos, erosão e assoreamento de canais de drenagens, além de outros fatores.



Figura 7: (A) atividade pecuária e (B) atividade agrícola



Fonte: Autores (2019)

Neste sentido, surge a preocupação com a qualidade ambiental da bacia hidrográfica em questão e o estudo das características dos elementos do relevo com o apoio das geotecnologias podem contribuir para uma análise mais detalhada sobre o local de pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentam que à análise do relevo realizada de modo automatizado, com apoio de SIG, onde é realizada, a associação de parâmetros morfométricos básicos, permite obtenção de informações significativas, rápidas e precisas sobre as características do meio físico de um determinado local. Assim, é uma ferramenta indispensável, que pode ser utilizada na integração de dados gerando informações espacializadas, para auxiliar na gestão territorial, dando-se ênfase na questão ambiental e nos modos de uso e ocupação, como é o caso da bacia hidrográfica analisada.

## REFERÊNCIAS

CASSETI, V. **Elementos de geomorfologia**. Goiânia: editora da UFG, 1994, 137p.

DUTRA, D. S.; FURLAN, A. R.; ROBAINA L. E. S. Compartimentação dos elementos do relevo da bacia hidrográfica do arroio Pantanoso - Canguçu/RS, através da proposta dos geomorphons. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.02, 713-726, 2020. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p713-726>

GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R. Classificação do relevo com base nos elementos de Geomorphons e sua relação com a vegetação florestal nativa na Serra do Caverá - Sudoeste do RS, Brasil. **GeoTextos**, [S. l.], v. 15, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.9771/geo.v15i1.30646>.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T.F. ExampleBased Retrieval of Alike Land-Cover Scenes From NLCD2006 Database. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* [online] 10. 2013. <https://doi.org/10.1109/LGRS.2012.2196019>

KERSKI, J. J. Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science, and Storytelling: Geography on the World Stage. *Geography Compass*, v. 9, n. 1, p. 14-26, 2015.

MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A., Chapter 9 Landforms and landform elements in geomorphometry. In: HENGL, T. e REUTER, H. I. (eds), *Geomorphometry-Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science*, vol. 33, Elsevier, Amsterdam, 2009. Pag. 227-254. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00009-3)

MUÑOZ, V. A.; VALERIANO, M. M.; WEILL, M. A. M. Estudo das relações solo-relevo pela análise geomorfológica de dados SRTM e TOPODATA e a técnica de recuperação de conhecimento a partir de mapas. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 2011.

PIKE, R. J.; EVANS, I.; HENGL, T. Geomorphometry: a brief guide, in: Hengl, T., Reuter, H.I. (Eds.), *Geomorphometry: Concepts, Software, Applications*. Elsevier, Amsterdam, 3-30. (Series *Developments in Soil Science*, 33) 2009. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)00001-9](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)00001-9)

PONÇANO, W.L. et al. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1981, 94p.

RIBEIRO, L. S.; CRISTO, S. S. V. Análise da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do ribeirão água suja, municípios de Chapada da Natividade e Natividade –Tocantins. **Revista Interface**, Edição nº 21, p. 52-64, junho 2021.

ROBAINA, L.E.S., TRENTIN, R., LAURENT, F. Compartimentação do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, através do uso de geomorphons obtidos em classificação topográfica automatizada. **Revista Brasileira de Geomorfologia** [Online] 17. 2016. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.857>.

ROSA, R. Geotecnologia na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, 16, 81-90, 2005.

SCCOTI, A. A. V.; DOTTO, A. V. E.; ROBAINA, L. E. S. Análise geomorfológica com apoio de técnicas digitais: município de São Martinho da Serra – RS. **Boletim de Geografia**, v. 40, p. 68-83, e61650, 2022. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v40.a2022.e61650>

SEPLAN - Secretaria de Planejamento do estado do Tocantins. Perfil socioeconômico dos municípios: Lajeado. 2017. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seplan>. Acesso em: 9 set. 2022.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. (USGS). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 11 abr. 2023.