

ÍNDICE DE POSIÇÃO TOPOGRÁFICA DA SERRA DA CANGALHA E O SEU ENTORNO (TO)

Alves, H.D. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS) ; Morais, F. (UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS)

RESUMO

Entre as muitas possibilidades oferecidas pelas geotecnologias, o uso de índices morfométricos apresenta-se como ferramenta importante para a estudo das paisagens. Assim, este trabalho teve como objetivo a compartimentação topográfica do astroblema da Serra da Cangalha e seu entorno por meio de técnicas geomorfométricas. A Cratera de impacto está localizada no município de Campos Lindos, nordeste do estado do Tocantins. Calculou-se o Índice de Posição Topográfica a partir do MDE Copernicus no QGIS 3.28.4. O cálculo do IPT indicou sete classes morfológicas, sendo: Fundos de Vales; Vales; Vertentes Rebaixadas; Áreas Planas; Vertentes Intermediárias; Vertentes Elevadas; e Cristas. Áreas planas apresentam-se na Chapada da Cangalha e à jusante do Rio Manoel Alves Grande, margem direita. Enquanto que formas de vale e vertentes rebaixadas concentram-se em relevos rugosos próximos ao anel exterior da cratera. Percebeu-se coerência para com as classes morfológicas da área em estudo.

PALAVRAS CHAVES

Campos Lindos - TO; Astroblema; Compartimentação Topográfica; Serra da Cangalha; Cratera de Impacto

ABSTRACT

Among the many possibilities offered by geotechnologies, the use of indices morphometrics presents itself as an important tool for the study of Landscapes. Thus, this work aimed to compartmentalize topography of the Serra da Cangalha astrobleme and its surroundings through geomorphometric techniques. The impact crater is located in the municipality of Campos Lindos, northeast of the state of Tocantins. The Topographic Position Index was calculated from MDE Copernicus in QGIS 3.28.4. The IPT calculation indicated seven classes morphological, being: Funds of Valleys; Vouchers; Lowered Strands; Flat Areas; Intermediate Strands; High Strands; and Crests. flat areas perform in Chapada da Cangalha and downstream of the Manoel Alves Grande River, right bank. While valley shapes and lowered slopes are concentrated in rough reliefs near the outer rim of the crater. Coherence was noticed to the morphological classes of the area under study.

INTRODUÇÃO

A ciência geomorfológica tem as geotecnologias como uma grande aliada para compreensão das dinâmicas e formas do relevo, assim como para o ordenamento das paisagens e planejamento ambiental. O uso destas ferramentas geomorfométricas contribui sistematicamente para a compreensão das paisagens e, conseqüentemente, para conservação e/ou preservação do ambiente. A partir da década de 1980, com disseminação das geotecnologias para uso civil e aplicações aos estudos ambientais, as técnicas de aquisição, armazenamento e análise destes dados apresentaram significativas melhorias. De modo que, de 1990 em diante, as abordagens de quantificação e parametrização da superfície ostentaram sólidas bases teórico-metodológicas; abordagem em escalas diversas; integração dos trabalhos de campo com os dados digitais; novos sensores remotos e o desenvolvimento de softwares (SILVA, OKA-FIORI, SILVEIRA, 2017). Entre estas técnicas destacam-se o Índice de Dissecção do Relevo (ROSS, 1992), Índice de Posição Topográfica (WEISS, 2000) e, mais recentemente, o Índice de Concentração de Rugosidade do Relevo (SAMPAIO e AUGUSTIN, 2008;2014). A digitalização de dados, bem como os avanços recentes têm contribuído para maior nível de detalhamento de estudos. Neste sentido, o Modelo Digital de Elevação Copernicus da Agencia Europeia Espacial apresenta-se como alternativa interessante, tendo em vista a sua qualidade de resolução espacial (30 m). O Índice de Posição Topográfica proposto por

Weiss (2001) admite como objetivo aliar técnicas de geoprocessamento com estudos de geomorfologia. Deste modo, o IPT considera raios de busca a partir de células centrais. As janelas de buscas têm como finalidade calcular a diferença de elevação entre a célula central e a média de valores das células adjacentes. O objetivo deste trabalho é aplicar o Índice de Posição Topográfica para análise das formas de relevo da Cratera de Impacto da Serra da Cangalha e o seu entorno. A área de estudo situa-se na porção nordeste do Tocantins, e conta com 4.785,95 km² de extensão (Figura 1).

MATERIAL E MÉTODOS

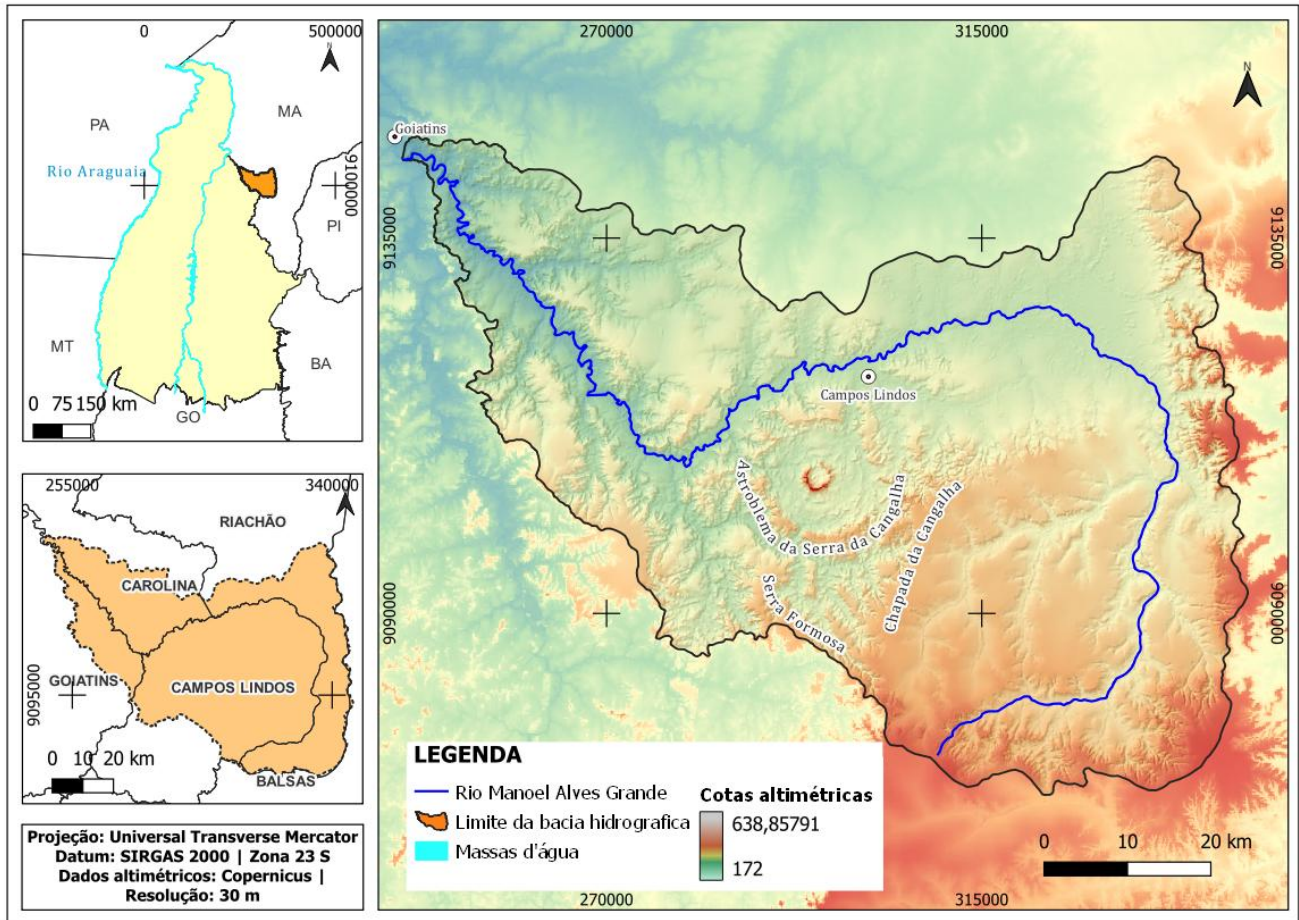
Para calcular o IPT da área de estudo utilizou-se o MDE Copernicus, com 30 metros de resolução. Todos os procedimentos desta pesquisa foram realizados no QGIS 2.28.4. O trabalho está dividido em etapas: a) revisão teórica e aquisição do MDE; 2) pré-processamento da camada raster; c) cálculo do IPT e discretização dos dados; d) correlação dos aspectos físicos e análise das formas de relevo. A aquisição do MDE deu-se por meio do “OpenTopography DEM Downloader”, plugin do QGIS. A etapa de pré-processamento caracteriza-se pelo preenchimento das depressões espúrias do MDE. Deste modo, empregou-se a ferramenta “r.fill”, a camada raster resultante corresponde ao MDE preenchido. Este procedimento foi adotado para evitar erros e ruídos em conformidade com Sampaio e Augustin (2014). O índice calcula a diferença de elevação média dos topos e vales, considerando-se os valores altimétricos de um ponto central (z) em relação à média dos valores adjacentes (ž) (Equação 1). Dessa forma, o raio de busca é pré- estabelecido em função do objetivo e escala de cada pesquisa (Silveira e Silveira, 2017). $IPT = z - \bar{z}$ (1) Para aferir as posições topográficas da área de estudo, o raio estabelecido corresponde aos oito pixels vizinhos de cada ponto central. A janela de busca foi aplicada por meio da ferramenta “Topographic Position Index (TPI)” do QGIS. A camada raster gerada pela ferramenta TPI foi discretizada e agrupada em sete classes de formas de relevo, como proposto por Weiss (2001). Conforme Jenness, Brost e Beier (2013) assinalam, os valores negativos indicam regiões rebaixadas, como vales e depressões. Valores próximos ou iguais a 0 correspondem às planícies, e ou regiões com baixo gradiente altimétrico (áreas planas), enquanto valores positivos discriminam locais mais elevados que sua vizinhança, as cristas e escarpas. O fatiamento da camada raster foi realizado em “Propriedades da Camada – Simbologia”. Isto feito, os intervalos para cada forma de relevo estão distribuídos da seguinte maneira: > -1,04 corresponde aos Fundos de vales; Vales estão compreendidos de -1,04 a -0,35; as Vertentes Rebaixadas associam-se aos valores de -0,35 a -0,11; Áreas Planas estão dispostas entre -0,11 a 0,06; Vertentes Intermediárias apresentam valores de 0,06 a 0,29; Vertentes Elevadas compreendem os valores de 0,29 a 0,96; e Cristas >0,96. Para auxiliar na identificação das classes morfológicas foram utilizadas informações geológicas, e mapas de declividade e hipsometria e extraídos a partir do MDE em consonância com Horn (1981).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo se estende por 4.785,95 km², compreendendo porções dos estados do Tocantins e Maranhão, mais especificamente dos municípios de Campos Lindos (TO), Goiatins (TO), Carolina (MA) e Riachão (MA) (Figura 1). Importante destacar que o astroblema encontra-se no inteiramente no município de Campos Lindos - TO. O contexto geológico associa-se aos Domínios das Bacias Sedimentares Paleo-mesozóicas e Meso-cenozóicas. Os sedimentos da Bacia Sedimentar do Parnaíba foram depositados do Siluriano ao Triássico, e pertencem aos grupos Serra Grande, Canindé e Balsas. A área em apreço abriga as formações Longá, Poti, Piauí, Pedra de Fogo, Coberturas detrito-laterítica pedogênica e Depósitos aluvionares holocênicos (VASCONCELOS, 2012; IBGE, 2021). O cálculo do Índice de Posição Topográfica indicou sete classes morfológicas de relevo, a saber: Fundos de vales; Vales; Vertentes Rebaixadas; Áreas Planas; Vertentes Intermediárias; Vertentes Elevadas; Cristas (Figura 2). Formas de relevo associadas aos fundos de vales assentam-se em grande parte sobre depósitos aluvionares presentes na cabeceira do alto curso do Rio Manoel Alves Grande, assim como em arenitos com forte entalhamento de vales esculpidos na Formação Piauí. Estas morfologias foram discriminadas nos Vãos da Bacia do Parnaíba, porções localizadas na região leste da área em estudo. Nestas regiões verifica-se a presença de florestas de galerias, dispostas sobre Gleissolos Háplicos e Neossolos Litólico, com sobre relevos suaves ondulados da Formação Piauí. No entorno da cratera de impacto, em função da densidade de drenagens, constatou-se

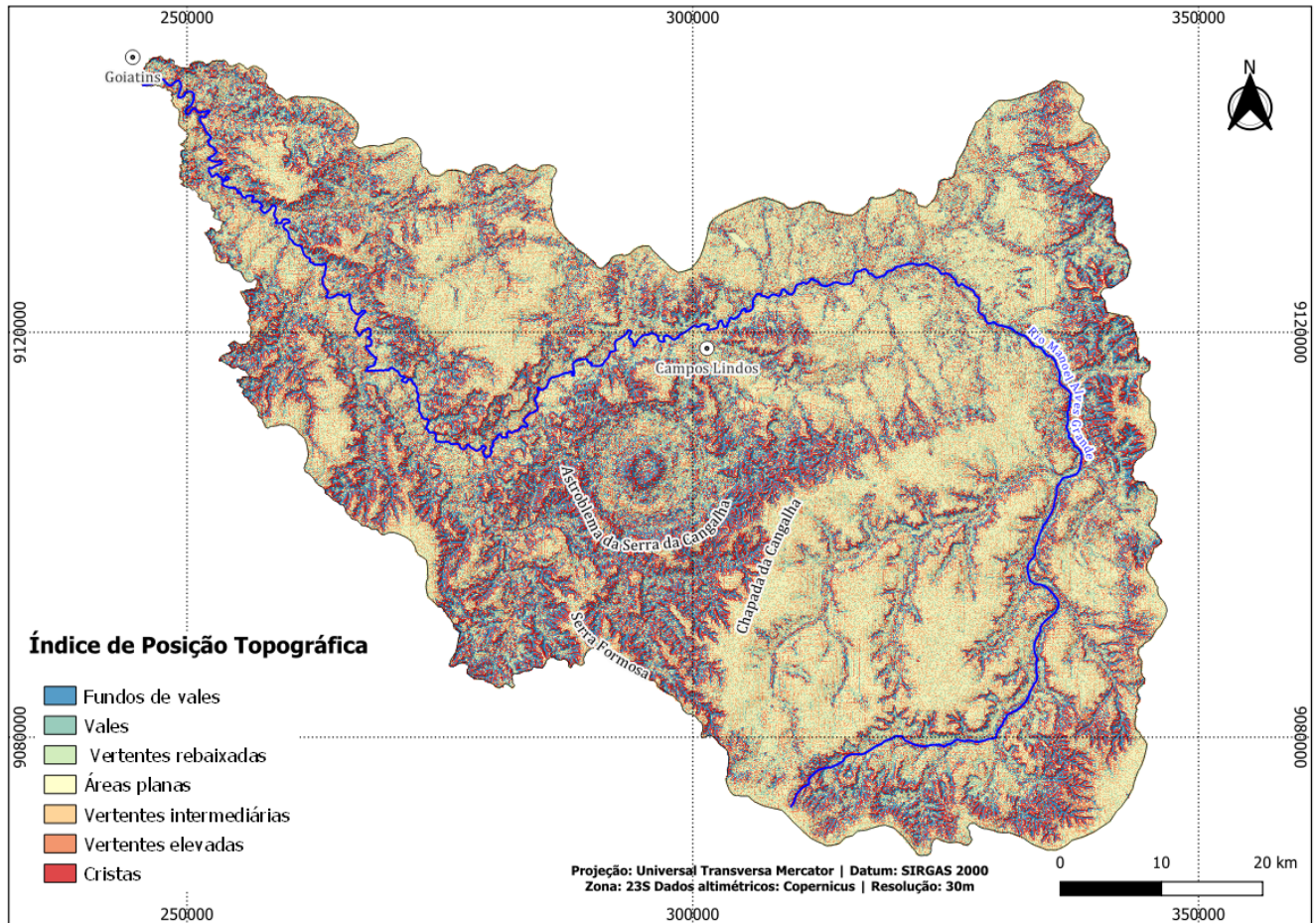
morfologias que indicam a presença de vales e vertentes rebaixadas. Nestas configurações constatou-se o predomínio de savana arborizada sem floresta de galeria, além da presença de pastos destinados à pecuária. Soma-se a isto a presença de solos litólicos com aspecto rugoso das formações Piauí e Pedra de Fogo. À jusante do alto curso do Rio Manoel Alves Grande, classes relacionadas aos fundos de vale e vertentes rebaixadas estão assentadas sobre depósitos permianos e carboníferos da Formação Piauí. Esta porção caracteriza-se por arenitos cinza-esbranquiçados com granulação fina a média (ADEPELUMI, FLEXOR e FONTES, 2005). O ITP indica morfologia de fundos de vale, vale e vertentes rebaixadas sobre a Formação Pedra de Fogo próximo à nascente do curso hídrico principal e na região nordeste da área estudada. Em ambos contextos, o relevo tem aspecto rugoso e presença de Neossolos Litólicos dispostos sobre relevos forte ondulado e montanhosos. Áreas planas encontram-se em regiões com presença de coberturas detrítico- lateríticas dispostas sobre Latossolos Amarelos e Neossolo Quatzarênico em cotas altimétricas de 300 a 500 m. Em função desta configuração, estas áreas têm sido destinadas à agricultura mecanizada, principalmente na Chapada da Cangalha, região que apresenta declividades <3%. Essa chapada é recoberta por coberturas detríticas, e apresenta, quase que em sua totalidade, solos com poucos macro e micronutrientes e são muito bem drenados (IBGE, 2021). Vertentes intermediárias e elevadas apresentam-se no astroblema e em suas imediações, bem como em áreas à jusante do curso hídrico principal, e nas rebordas de chapadas próximas a área de estudo na margem direita do alto curso do Rio Manoel Alves Grande. Nestas áreas encontram-se relevos rugosos e muito dissecados com pouca ou nenhuma alteração da paisagem natural. Próximo ao anel soerguido do astroblema, sobre a Formação Longá, o IPT indica morfologias correspondentes às cristas. Nesta secção, têm-se a maior cota altimétrica da área de estudo (578 m). Estas morfologias apresentam-se na porção do astroblema descrita como núcleo central soerguido com 3 km de diâmetro composto pelos depósitos mais antigos da área em estudo, datam do Devoniano (KENKMANN et al., 2011). O cálculo do IPT com auxílio das informações de declividade, hipsometria e de geologia indicam compartimentos dissecados no entorno do astroblema e nas periferias das chapadas. Nestas áreas, o relevo é rugoso com presença de vertentes rebaixadas, vales e fundos de vales, indicando áreas com elevado gradiente altimétrico. As áreas planas concentram-se sobre coberturas detrítico-lateríticas da Chapada da Cangalha, porções à jusante da margem direita do alto curso do Rio Manoel Alves Grande.

Localização da área de estudo



Mapa de localização da área de estudo

Mapa de Índice de Posição Topográfica



Mapa de Índice de Posição Topográfica

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de parâmetros morfométricos para análise das formas de relevo contribuem significativamente para a compartimentação topográfica das paisagens. O índice de Posição Topográfica mostra-se eficiente para discriminar classes morfológicas em muitos contextos, como sugere a literatura. No caso da área em estudo, calculou-se sete classes morfológicas que condizem com dados do aspecto físico e com dados de outros índices morfométricos. Visualmente, o mapa do IPT distingue com clareza morfologias relacionadas à fundos de vale, vales e áreas planas dispostas na Chapada da Cangalha. Compartimentos associados aos Vãos da Bacia do Parnaíba e o Astroblema da Serra da Cangalha foram discriminados de modo coerente. Contudo, faz-se necessário trabalhos de campo para validar informações de maior nível de detalhamento, sobretudo as associadas às vertentes na área em estudo. O IPT apresenta praticidade e potencialidades que, quando combinadas com outros índices, trabalhos de campos e caracterização geológica/geomorfológica, permitem aos pesquisadores boa compreensão das paisagens.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

APELUMI, A. A.; FLEXOR, J. M.; FONTES, S. L. An appraisal of the Serra da Cangalha impact structure using the Euler deconvolution method. *Meteoritics & Planetary Science*. v 40. n. 1. p. 1149-1157. 2005. DOI: 10.1111/j.1945-5100.2005.tb00180.

- HORN, B. K.P. Hill shading and the reflectance map. *Proceedings of the IEEE*, v. 69, n. 1, p. 14-47, 1981. DOI: 10.1109/PROC.1981.11918
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Cartas Temáticas Vetoriais 1:250.000 – Itacajá SC. 23 - V- A. Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação*. Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos ambientais, 2021. Disponível em < Todos os Produtos | IBGE> Acesso em: fev. 2023.
- KENKMANN, T.; VASCONCELOS, M. A. R; CRÓSTA, A., REIMOLD, L. The complex impact structure Serra da Cangalha, Tocantins State, Brazil. *Meteoritics & Planetary Science*, v. 46, n. 6, p. 875-889. 2011. DOI: 10.1111/j.1945-5100.2011.01199.
- ROSS, J. L. S. O Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 6, p. 17-29, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1992.0006.0002.
- SAMPAIO, T. V. M., AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise das incongruências dos índices de dissecação e rugosidade. *Anais do VII Encontro Nacional de Geomorfologia*. Belo Horizonte, 2008.
- SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: Uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 15, n. 1, 2014. DOI: 10.20502/rbg.v15i1.376.
- SILVEIRA, C. T; SILVEIRA, R. M. P. Índice de Posição Topográfica (IPT) para classificação geomorfométrica das formas de relevo no estado do Paraná-Brasil. *Raega*, v. 41, p. 98-130, 2017. DOI: 10.5380/raega
- SILVA, J. M. F; OKA-FIORI, C; SILVEIRA, C. T. Geomorfometria: uma análise de conceitos, métodos e aplicações em geografia física. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 2, p. 558-583, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20170036>
- VASCONCELOS, M.A.R. Estudo geofísico de quatro prováveis estruturas de impacto localizadas na bacia do Parnaíba e detalhamento geológico/geofísico da estrutura de Serra da Cangalha/TO. 2012. 324 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2012.
- WEISS, A. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA, 2001.