

Elementos de relevo (geomorphons) obtidos através de técnicas automáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí

Schnorr, G.G. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-UFSM) ; Robaina, L.E.S. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-UFSM) ; Scocoti, A.A.V. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-UFSM) ; Trentin, R. (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA-UFSM)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma classificação automatizada dos elementos do relevo (geomorphons) para a Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí (BHRV). Foram gerados 10 elementos de relevo para a área de estudo, com base na metodologia proposta por Jasiewicz e Stepinski (2013). Utilizou-se de um Modelo Digital de Elevação (MDE) em formato raster, com resolução espacial de 90 metros. Em termos de resultados, existe a predominância do elemento de áreas planas, concentrado principalmente nas várzeas do Rio Vacacaí, seguido pelas Encostas, Cristas, Base de Encosta e Vales. Os elementos de Vales, Cristas e Bases de Encosta são representativos e delimitam relevo mais movimentado na porção do escudo Sul Rio-Grandense. Por meio de SIG e representação da superfície terrestre na forma de modelos numéricos digitais, possibilitou-se a quantificação do relevo através de equações, estas informações dão suporte à interpretação e identificação das formas e processos atuantes.

PALAVRAS CHAVES

Geotecnologias; SIG; Geomorphons; Bacia Hidrográfica; Rio Vacacaí

ABSTRACT

This work aims to present an automated classification of relief elements (geomorphons) for the Vacacaí River Basin (BHRV). Were generated 10 relief elements for the study area, based on the methodology proposed by Jasiewicz and Stepinski (2013). A Digital Elevation Model (DEM) in raster format was used, with a spatial resolution of 90 meters. In terms of results, there is a predominance of the element of flat areas, concentrated mainly in the flood plains of the Vacacaí River, followed by the Slopes, Ridges, Foot slope and Valleys. The elements of Valleys, Ridges and Foot slope are representative and delimit the busiest relief in the portion of the Escudo Sul Rio-Grandense. Through GIS and representation of the Earth's surface in the form of digital numerical models, it was possible to quantify the relief through equations, this information supports the interpretation and identification of the active forms and processes.

INTRODUÇÃO

O relevo é fruto de uma série de variáveis de caráter exógeno e endógeno e representa um importante fator no uso e ocupação do espaço pelo homem, refletindo diferentes relações espaciais entre sociedade e natureza. Dessa forma, o mapeamento e entendimento das formas de relevo é de total importância para o desenvolvimento de ações de planejamento e manejo ambiental. Nesse sentido, Trentin et al. (2015) enfatizam que a compartimentação do relevo possui distintas aplicações, sendo em estudos de planejamento e gestão territorial, zoneamentos ambientais, cartografia geomorfológica, pedológica e de suscetibilidade geoambiental. O avanço das geotecnologias, possibilita análise de um grande número de variáveis, permitindo um maior entendimento da formação do relevo e das dinâmicas dos processos que ocorrem no ambiente. Assim, por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) é possível gerenciar e manipular dados de forma manual ou automatizada. Nesse sentido Furlan et al. (2018) colocam que o desenvolvimento de softwares e a disponibilidade de dados digitais permite que o seu processamento possibilite aplicações de metodologias capazes de realizar modelagens computacionais, os quais por sua vez possibilitam a análise de elementos de relevo. Dessa forma, obtém-se a possibilidade de buscar uma representação do relevo com maior detalhamento, a exemplo disso a metodologia dos geomorphons aplicada pelos autores Jasiewicz e Stepinski (2013).

Essa metodologia é gerada de forma automática, através da comparação da diferença da altura topográfica, distância e o ângulo de direção do pontos vizinhos à célula central (ângulos zênite e nadir). Os geomorphons foram aplicados no Brasil primeiramente por Robaina et al. (2016) para compartimentação geomorfológica do estado do Rio Grande do Sul. E na sequência aplicada em demais trabalhos, como para o estado do Tocantins (ROBAINA et al., 2017) e para o estado do Paraná (DA SILVEIRA et al., 2018). O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma classificação automatizada dos elementos de relevo para a Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí (BHRV), utilizando a metodologia de geomorphons.

MATERIAL E MÉTODOS

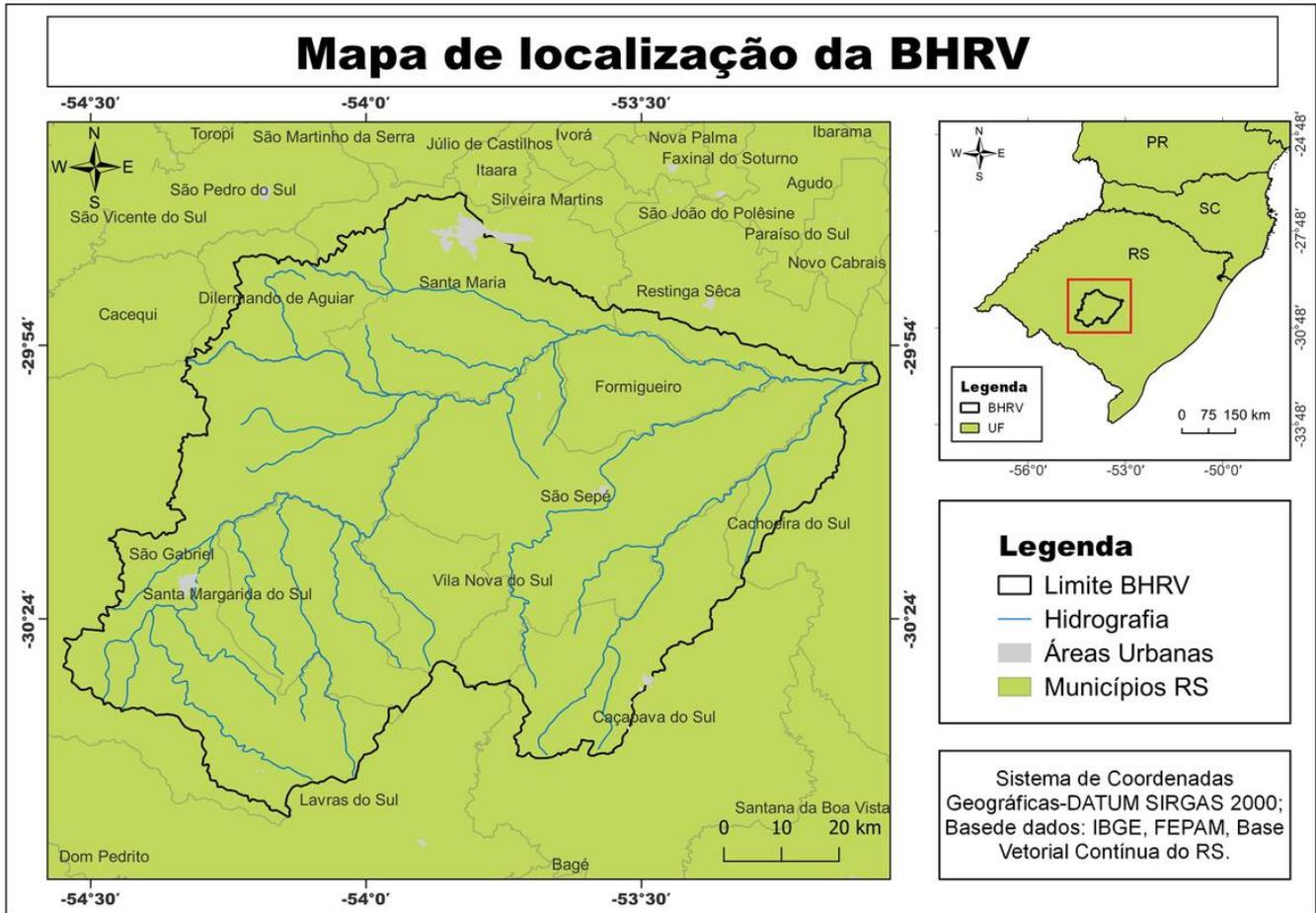
Em relação às informações vetoriais, os dados hidrográficos estão apresentados nos mapas apenas com os canais de maior ordem hierárquica ($\geq 4^{\text{a}}$ ordem) e foram obtidos através da Base Vetorial Contínua do RS (HASENACK e WEBER, 2010). Os limites dos municípios e unidades da federação foram obtidos através do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Já as áreas urbanas obtidas no banco de dados da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). Os elementos de relevo (geomorphons) foram elaborados a partir da metodologia proposta por Jasiewicz e Stepinski (2013). Os elementos de relevo determinados são: Plano, Pico, Crista, Ressalto, Crista Secundária, Encosta, Escavado, Base de Encosta, Vales e Fosso. Para a elaboração dos geomorphons, utilizou-se de um Modelo Digital de Elevação (MDE) em formato raster, com resolução espacial de 90 metros (3 arc second) obtido no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Estes dados topográficos são oferecidos pelo projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Este banco de dados e resolução espacial foram escolhidos com base em apresentar melhores resultados para o trabalho proposto. Para finalizar a elaboração do produto, no software QGIS (versão 3.22.2) foi aplicada a ferramenta r. geomorphon com os parâmetros: 20 células/pixels de raio externo, raio de pesquisa interno de 0 e limiar de nivelamento de 2 graus. A quantificação das classes de geomorphons foi gerada automaticamente através da calculadora de campo disponível no software QGIS. A quantificação das áreas amostrais se deu devido à maior concentração de determinado elemento de relevo presente na área em específico, o que possibilitou maior discussão acerca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A BHRV se localiza na região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul e abrange um total de 11 municípios, incluindo boa parte do município de Santa Maria. Na figura 1 é possível observar o mapa de localização da área de estudo. Os elementos de relevo obtidos pelo processamento digital do MDE e a metodologia dos geomorphons estão espacializados na figura 2. O elemento mais representativo na área da BHRV é a que corresponde às áreas planas, ocupando cerca de 24,94% da área total da bacia. As áreas preenchidas por essa classe se apresentam principalmente nas planícies de inundação dos principais canais fluviais, principalmente do Rio Vacacaí. O segundo elemento mais representativo é representado pelas encostas, que ocupam aproximadamente 17% da área total da bacia hidrográfica. Essa classe se distribui, principalmente, em relevo onde predominam as formas de colinas, que antecede superfícies mais elevadas, as quais podem ser marcadas como picos e cristas. Elementos como Cristas, Base de Encosta (formado pelo acúmulo de materiais na encosta) e Vales (área de concentração de fluxo) apresentam mais de 10% da área total da bacia ocupada e se localizam em porções de relevo mais movimentado, principalmente na porção do Escudo Sul Rio-Grandense. Para avaliar de forma mais detalhada, foram demarcadas quatro áreas no mapa, com base na maior concentração de determinado elemento. A quantificação dos dados se apresenta na figura 3. O polígono 1 se localiza na porção Sul da BHRV e o substrato litológico é caracterizado por rochas mais antigas do Escudo Sul Rio-Grandense. O relevo é caracterizado pela predominância da classe de elementos do tipo vale, cristas orientadas e encostas curtas com elementos de base de encosta representando depósitos coluviais. O polígono 2 se localiza ao Norte do anterior, na borda do Escudo Sul Rio-Grandense. Nesta porção, ocorre a concentração principalmente de elementos de encosta, com ocupação de cerca de 28% da área total do polígono. Os elementos vales e cristas em diversas orientações e encostas amplas indicam formas de colinas. O polígono 3 destaca-se pela concentração de cristas nas cabeceiras de drenagem do Rio Vacacaí, delimitando relevo com certa rugosidade e movimentação, o que se deve

à transição entre o relevo que se desenvolveu na porção do Escudo e a àquele formado a partir de substrato sedimentar da Depressão Periférica. O elemento de cristas ocupa cerca de 17% e de crista secundária 14% da área total do polígono. Ocorrem de forma larga associado a encostas que caracterizam relevo com formas de colinas a colinas suaves. Já no polígono 4, predomina a presença de uma associação importante de elementos de vales e cristas. Localizando-se em torno dos canais da Sanga Funda e Sanga Grande, em substrato litológico de rochas sedimentares representados por elementos do tipo plano e base de encosta.

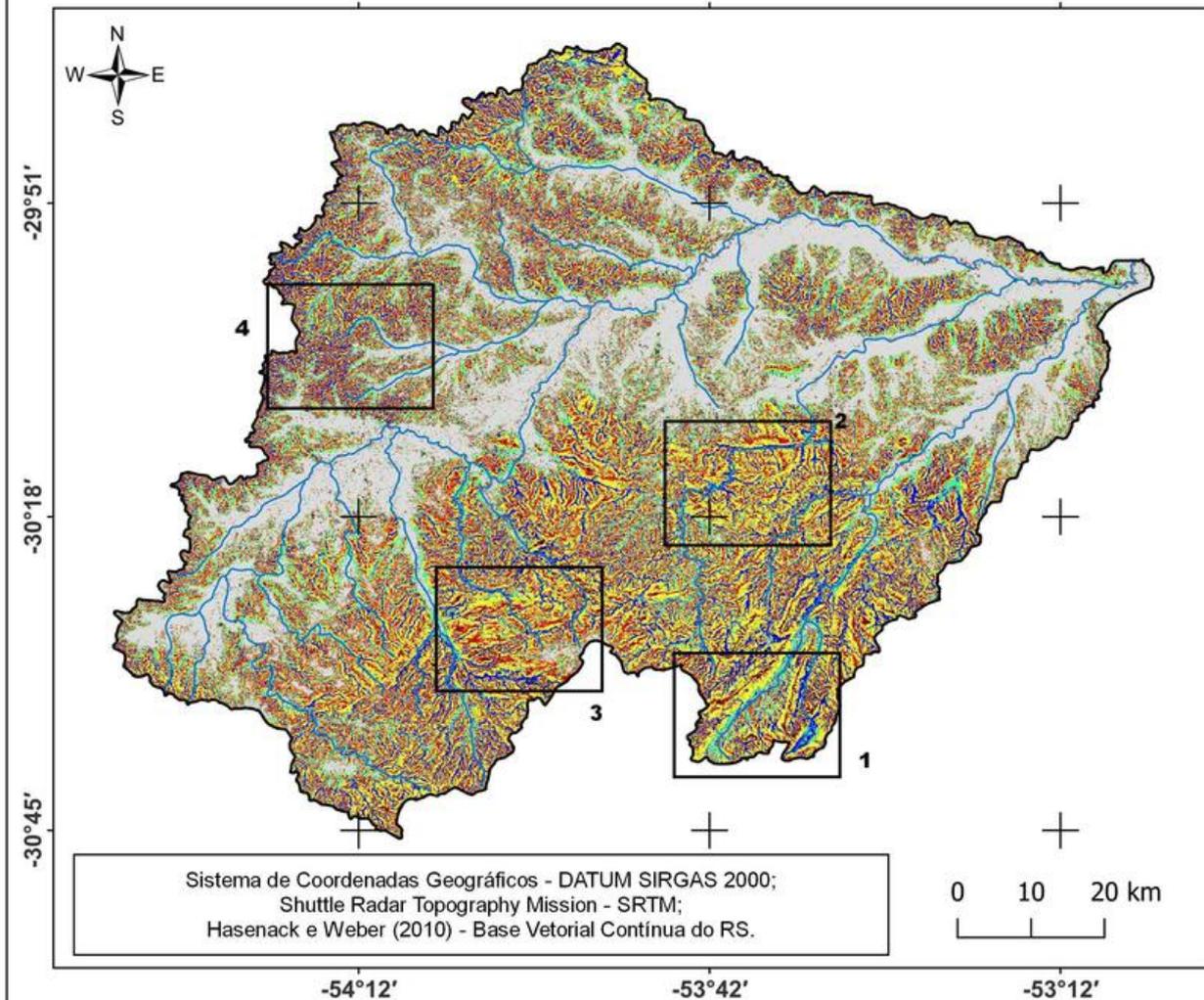
Figura 1: Mapa de localização da BHRV



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 2: Mapa de elementos do relevo.

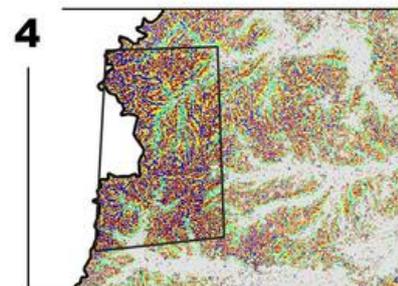
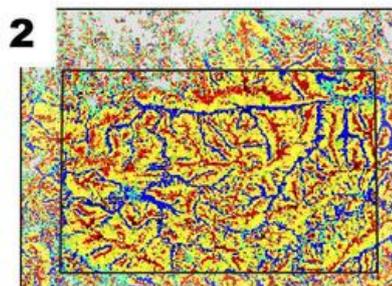
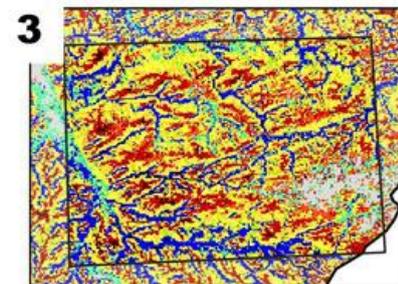
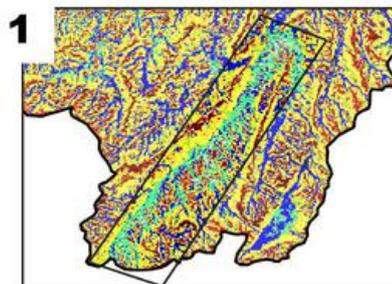
Mapa de elementos do relevo da BHRV



Legenda

Classes

- 1 - Área Plana
- 2 - Pico
- 3 - Crista
- 4 - Ressalto
- 5 - Crista Secundária
- 6 - Encosta
- 7 - Escavado
- 8 - Base de Encosta
- 9 - Vales
- 10 - Fosso
- Hidrografia
- Limite BHRV



Fonte: Autores (2023).

Figura 3: Quantificação dos elementos do relevo.

Classes	Área ocupada (km ²)	Área ocupada (%)	Classes	Área ocupada (km ²)	Área ocupada (%)
Polígono 1			Polígono 3		
Área plana	4,86	2,92	Área plana	8,74	3,40
Pico	4,25	2,5	Pico	4,98	1,94
Crista	14,70	8,85	Crista	43,44	16,93
Ressalto	3,62	2,18	Ressalto	13,52	5,27
Crista Secundária	19,22	11,57	Crista Secundária	36,15	14,10
Encosta	45,38	27,33	Encosta	66,72	26
Escavado	18,23	10,98	Escavado	26,79	10,44
Base de Encosta	26,17	15,76	Base de Encosta	12,12	4,72
Vales	28,38	17,10	Vales	40,55	15,80
Fosso	1,02	0,61	Fosso	3,54	1,38
Polígono 2			Polígono 4		
Área plana	4,02	1,31	Área plana	15,05	5,34
Pico	4,65	1,51	Pico	7,33	2,60
Crista	47,76	15,58	Crista	53,62	19,02
Ressalto	8,03	2,62	Ressalto	11,76	4,17
Crista Secundária	50,64	16,52	Crista Secundária	28,80	10,21
Encosta	88,10	28,75	Encosta	53,57	19
Escavado	38,23	12,47	Escavado	23,16	8,21
Base de Encosta	12,05	3,93	Base de Encosta	26,60	9,43
Vales	50,02	16,32	Vales	59,36	21,06
Fosso	2,90	0,94	Fosso	2,59	0,91

Fonte: Autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da metodologia proposta, foi possível identificar de forma automatizada os diferentes elementos que caracterizam o relevo na área de estudo, sendo que os processos das bacias hidrográficas estão diretamente relacionados às características de seus elementos constitutivos. As formas de relevo são componentes fundamentais, pois condicionam o fluxo de materiais e da água. Utilizando os Sistemas de Informação Geográfica e representando a superfície terrestre na forma de modelos numéricos digitais, possibilitou-se a quantificação do relevo por meio de equações. Estas informações quantitativas possibilitaram suporte à interpretação e identificação das formas de modelagem do relevo e os processos ali atuantes.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

DA SILVEIRA, Claudinei Taborda et al. Classificação automatizada de elementos de relevo no estado do Paraná (Brasil) por meio da aplicação da proposta dos geomorphons. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v. 19, n. 1, jan. 2018. DOI: 10.20502/rbg.v19i1.1263

HASENACK, Heinrich.; WEBER, Eliseu. (org.) Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento n.3). ISBN 978-85-63483-00-5 (livreto) e ISBN 978-85-63843-01-2 (DVD).

FURLAN, André Ricardo; TRENTIN, Romario; ROBAINA, Luís Eduardo De Souza. Classificação dos elementos do relevo a partir da metodologia dos geomorphons na bacia hidrográfica do rio Apuaê-Mirim, RS. *Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul*, Porto Alegre, n. 32, p. 27-45, dez. 2018. <http://200.198.145.164/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4192>.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons-a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, v. 182, p. 147-156, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.005>

ROBAINA, L. S. et al. Application of the concept of geomorphons to the landform classification in Tocantins state, Brazil. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, v. 41, p. 37-48, ago. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v41i0.48724>

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*, Brasília, v. 17, n. 2, p. 287-298, jun. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.857>

TRENTIN, Romario; ROBAINA, LE de S.; SILVEIRA, CT da. Compartimentação geomorfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itú/RS. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v. 16, n. 2, p. 219-237, 2015. DOI: <https://doi.org/10.20502/rbg.v16i2.460>