

APLICAÇÃO DO GEOMORPHONS PARA A ANÁLISE AUTOMATIZADA DO RELEVO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM MIRIM

Antônio Marcos Santos de Jesus ¹
Carlos Henrique Oliveira Santos ²
Gustavo Alves dos Santos Onofre ³
Wanderson dos Santos Prata ⁴
Ronaldo Missura ⁵

INTRODUÇÃO

A geotecnologia desempenha um papel importante na análise e compreensão dos fenômenos naturais. Segundo Quesada-Román e Peralta-Reyes (2024), os SIGs são fundamentais para o mapeamento geomorfológico, fornecendo uma plataforma robusta para integração, análise e visualização de dados. Os autores destacam que o SIG, em conjunto com sensoriamento remoto e MDEs, permite uma abordagem sinérgica, melhorando a compreensão da dinâmica da paisagem e dos processos que moldam a superfície terrestre, além de aumentar a acessibilidade a áreas remotas e a precisão de mapeamentos geomorfológicos. Essas ferramentas tornam o mapeamento das formas de relevo mais objetivo, estabelecendo critérios com parâmetros fixos. Conforme Teske et al. (2014) demonstram, os MDEs são fontes fundamentais para o mapeamento digital de solos e formas na paisagem.

Uma metodologia eficaz para mapear formas de relevo utilizando MDEs é a dos *geomorphons*, como demonstrado no estudo de Rademann e Trentin (2018). Este trabalho insere-se no projeto ‘Mapeamento Geomorfológico de Semidetalhe das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Aracaju (RMA)’, que visa mapear as bacias da RMA, contribuindo para um inventário geomorfológico mais completo.

Segundo Gouveia e Ross (2019), o relevo é uma variável fundamental na identificação de unidades de paisagem e na análise de processos como erosão do solo e

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, antoniomsj.contact@gmail.com;

² Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, henriquegrimm16@gmail.com;

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual - UFS, guepedro.alves@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, wprata9@gmail.com;

⁵ Professor orientador: Doutor, CECH - UFS, ronaldomissura@gmail.com.

inundações. Dada a relevância da componente geomorfológica na paisagem, este trabalho possui grande importância por mapear parte integrante da RMA, região mais densamente povoada e impactada no Estado de Sergipe. O objetivo deste estudo foi de fazer o mapeamento dos elementos do relevo, usando MDEs, e SIGs para automatização na análise do relevo através do uso da metodologia de *geomorphons* na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim Mirim que está localizada na RMA entre os municípios de Areia Branca, Laranjeiras, Nossa Senhora do Socorro e São Cristóvão, como mostrado na Figura 1.

Localização da Bacia Hidrográfica do rio Poxim Mirim, Sergipe

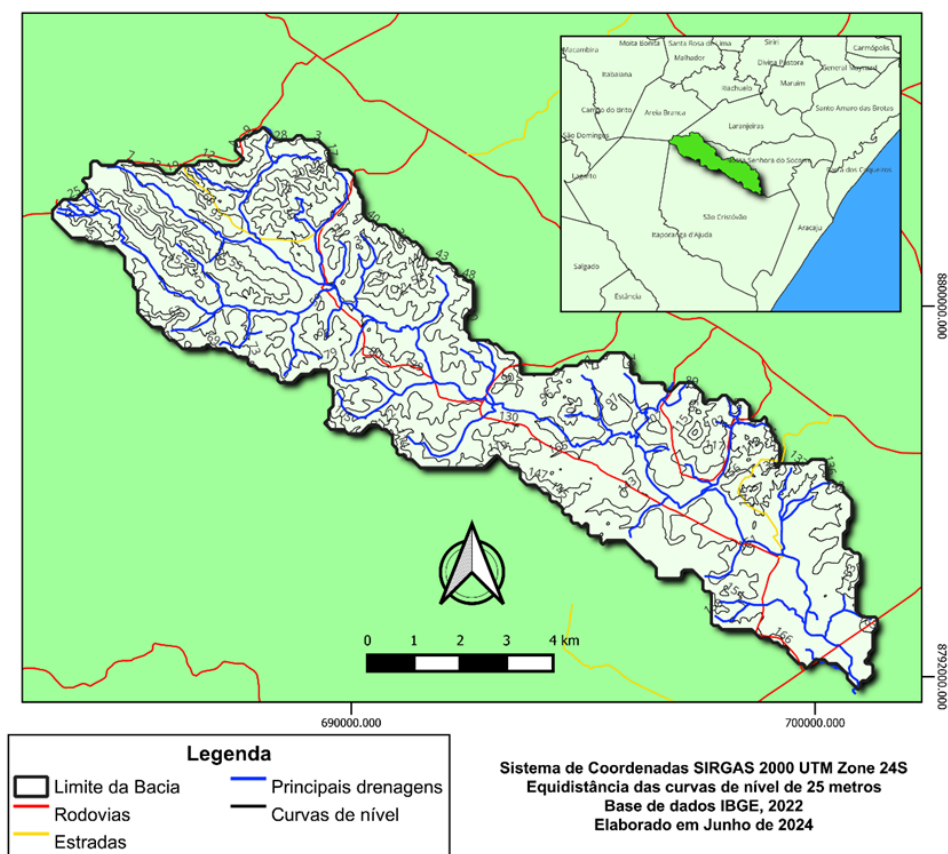


Figura 1 - Mapa de Localização da bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim

METODOLOGIA

Com materiais para viabilização da pesquisa, foram elaboradas revisões bibliográficas sobre a metodologia e a área de estudo, bem como busca por material cartográfico.

Para criar o MDE da bacia em questão e a análise do relevo foi utilizada a base cartográfica dos municípios litorâneos de Sergipe, um mapeamento topográfico em detalhe elaborado por Oliveira (2005).

Foram utilizadas cartas topográficas da área dos municípios de Areia Branca, Nossa Senhora do Socorro, Laranjeiras e São Cristóvão para a interpolação e geração do MDE da bacia de estudo. Os dados altimétricos das cartas foram interpolados com o SIG ArcMap do ArcGIS 10.6.1, usando a ferramenta *Topo to Raster* presente na caixa de ferramentas *Spatial Analyst Tool* auferindo resolução espacial de 5m, o que permite a obtenção da informação cartográfica na escala de 1:25000 sendo útil para obtenção de características mais detalhadas do relevo. Sendo os mapas finais da bacia, apresentados em escala de semi-detalhe de 1:70000.

Mosaicados e recortados os MDEs para a área de estudo, este serviu de subsídio a ferramenta geomorphons, disponibilizada pelo SAGA GIS (v9.1.3) acoplado ao Qgis 3.34 para o mapeamento da bacia hidrográfica. O *Geomorphon* é uma técnica desenvolvida por Jasiewicz e Stepinski (2013), para mapear as formas básica do relevo em escala de detalhe. A técnica leva em consideração os níveis de cinza de um MDE e as diferenças de altura entre os pixels do modelo de elevação para formar os padrões dos elementos locais do relevo.

O *geomorphon* é uma representação de paisagem com base em diferenças de elevação, dentro da área ao redor de uma célula-alvo. Um total de 498 padrões únicos de geomorphon podem ser classificados em 10 tipos comuns de relevo: *flat* (plano), *peak* (pico), *ridge* (crista), *shoulder* (ressalto), *spur* (crista secundária), *slope* (encosta), *hollow* (escavado), *footslope* (base da encosta), *valley* (vale), e *pit* (fosso) (Jasiewicz e Stepinski, 2013). Como apresentado na Figura 2.

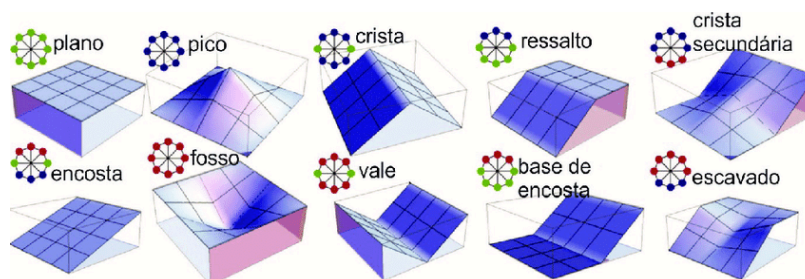


Figura 2 - Representação gráfica dos elementos geomorphons - Adaptado de Jasiewicz e Stepinski (2013).

Depois de obter o mapeamento em *raster* dos *geomorphon* foram calculadas as área e a percentagem de cada classe de relevo, pela ferramenta *r.report* do Qgis. Ainda

no *software* QGIS 3.34 foram elaborados os mapas hipsométrico e de declividade, para corroborar a interpretação do mapa de *geomorphons*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de estudo apresenta relevo predominantemente de colinas dissecadas, estruturados em sedimentos da formação Barreiras e formação Cotinguiba e áreas suave onduladas a planas desenvolvidas em sedimentos colúvio-aluvionares quaternários. Em relação à declividade da bacia (Figura 3), as Áreas Planas (0 a 3%) estão dispersas por toda a bacia, especialmente nas partes mais baixas, próximas dos canais e, mais especificamente, do canal principal, à jusante da bacia. As áreas de Suave Ondulado (3 a 8%) também estão bem distribuídas, cobrindo uma parte expressiva da baixa bacia. Ocorrem em áreas de relevos rebaixados e suaves. A classe Ondulado (8 a 20%) é mais comum nas áreas centrais da bacia, onde predominam relevos colinosos, bem dissecados pelo processo erosivo. A classe Forte Ondulado (20 a 45%) está concentrada nas partes mais altas da bacia. São colinas íngremes e encostas em bordas de tabuleiros, áreas cuja ação da erosão é mais intensa e os processos de dissecação são mais ativos. A classe Montanhoso (45 a 75%) é menos frequente, mas aparece em algumas regiões de bordas de tabuleiros e vales bem encaixados na montante da bacia. A Classe Escarpado (> 75%) é rara e geralmente associada a penhascos.

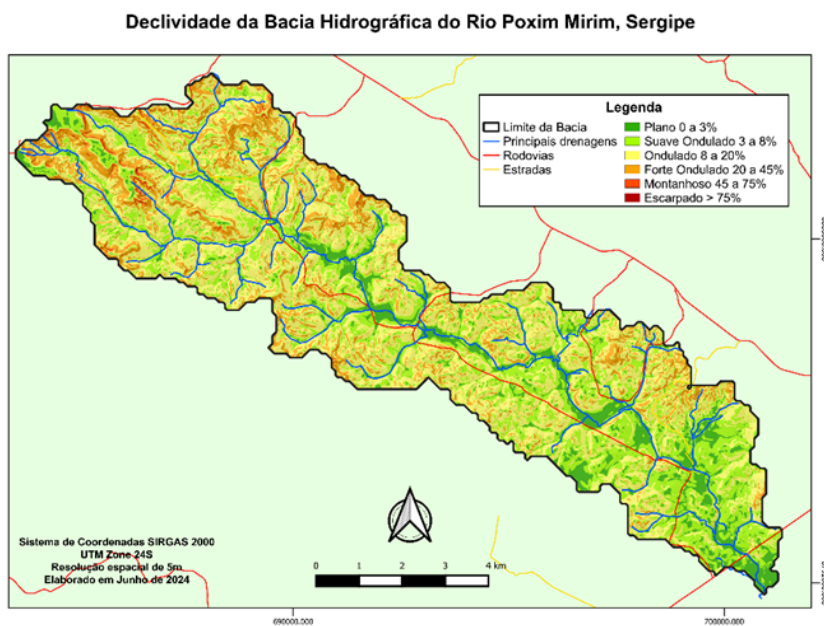


Figura 3 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim

A Bacia Hidrográfica do Rio Poxim Mirim possui uma amplitude altimétrica de 168 metros, predominam áreas entre 2 metros e 20 metros e na porção mais baixa, já na mais alta chega a valores de altitude de até 170 metros (Figura 4). No geral predominam altitudes baixas ao longo de toda bacia.

Hipsometria da Bacia Hidrográfica do rio Poxim Mirim, Sergipe

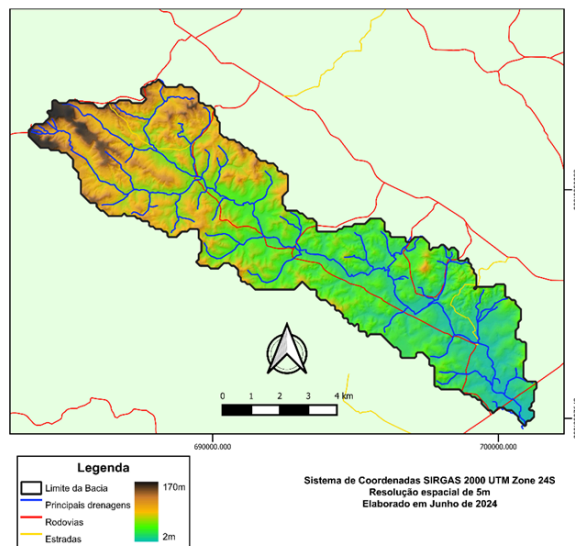


Figura 4 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim

Já sobre os *geomorphons*, analisando os dados da tabela 1 e a figura 5, é evidente que a unidade Slope (Encosta) domina a paisagem, cobrindo 23.95 km², o que corresponde a 35.96% da área total, ocorrendo em grande parte em concomitância com a classes de declividade suave onduladas e onduladas ao longo de toda bacia, em altitudes intermediárias em oposição a terrenos baixos do vale e altos dos topos. Isso indica que a bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim é caracterizada por áreas inclinadas.

A unidade Valley (Vale), que representa os vales, ocupa 12.07 km², representando 18.12% da área total. Isso sugere a presença de vales significativos na bacia hidrográfica esta classe está associada as declividades planas e suaves onduladas, mas sempre em setores altimétricos mais rebaixados do relevo do entorno. A unidade Spur (Crista Secundária), que representa áreas de relevo que se projetam para fora, também tem uma presença significativa, com 9.57 km², ou 14.37% da área total, associadas a declividades forte onduladas e a altitudes mais elevadas, contudo menores que a dos topos.

As unidades Hollow (Escavado), que representam áreas côncavas em declividade suaves onduladas ocupam 7.91 km² (11.88%) e Ridge (Crista) cumes de montanhas,

ocupam 6.08 km² (9.13%) por serem os topos apresentam declividades variadas, planas nos tabuleiros e forte ondulado nas colinas, e sempre em altitudes maiores que o entorno.

A unidade Footslope (Base da Encosta), que representa as áreas de declive ao pé das encostas, cobre uma área de 3.30 km², correspondendo a 4.96% da área total são em grande parte suave onduladas e baixas altitudes. Isso sugere que a bacia hidrográfica tem uma quantidade moderada de áreas de transição entre encostas e vales.

As unidades com as menores áreas são Shoulder (Ressalto), Peak (Pico), Pit (Fosso) e Flat (Plano), que ocupam 0.99 km² (1.49%), 0.86 km² (1.30%), 1.24 km² (1.86%) e 0.61 km² (0.92%) respectivamente. Isso indica que essas características topográficas são menos comuns na bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim.

Em resumo, a tabela fornece uma visão detalhada da distribuição das unidades geomorphons na bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim. A análise desses dados pode ser útil para entender a topografia da área e planejar qualquer desenvolvimento futuro ou conservação da área. A unidade Slope (Encosta) é a mais predominante, indicando uma paisagem inclinada, enquanto a unidade Flat (Plano) é a menos presente.

Tabela 1 - Distribuição das unidades geomorphons na bacia hidrográfica do rio Poxim Mirim

Unidade	Área (km ²)	Porcentagem
Flat (Plano)	0.61	0.92
Peak (Pico)	0.86	1.30
Ridge (Crista)	6.08	9.13
Shoulder (Ressalto)	0.99	1.49
Spur (Crista Secundária)	9.57	14.37
Slope (Encosta)	23.95	35.96
Hollow (Escavado)	7.91	11.88
Footslope (Base da Encosta)	3.30	4.96
Valley (Vale)	12.07	18.12
Pit (Fosso)	1.24	1.87

Distribuição espacial dos elementos Geomorphons na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim Mirim, Sergipe

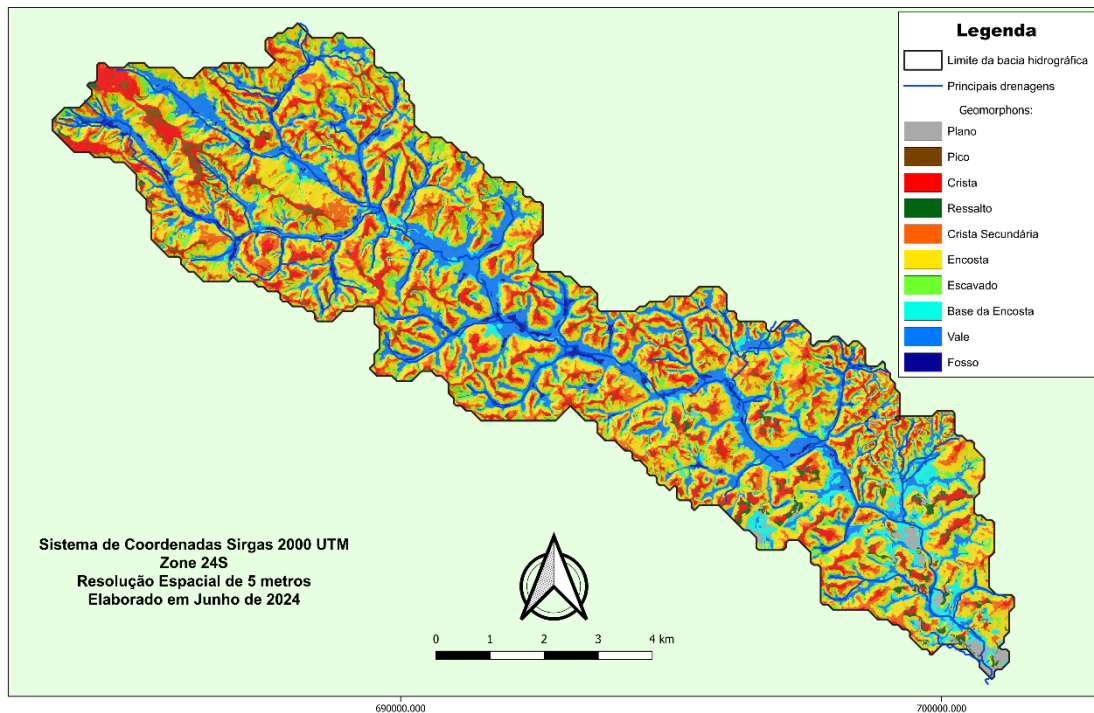


Figura 5 - Mapa dos elementos Geomorphons na bacia hidrográfica do Rio Poxim Mirim

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim Mirim, utilizando a metodologia dos geomorphons, revelou uma diversidade significativa de formas de relevo.

A predominância de áreas inclinadas, representadas pela unidade Slope (Encosta), indica uma paisagem caracterizada por colinas dissecadas e processos erosivos ativos. As unidades Valley (Vale) e Spur (Crista Secundária) também possuem uma presença expressiva, fruto dos processos de dissecação pelo qual a bacia passou e vem passando.

A metodologia aplicada demonstrou ser eficaz na identificação e classificação das diferentes formas de relevo, proporcionando uma compreensão detalhada da topografia da bacia. A utilização de MDEs e SIGs permitiu uma análise automatizada e precisa, destacando a importância dessas ferramentas na geomorfologia moderna.

Os resultados obtidos podem ser úteis para o planejamento e a gestão ambiental da bacia, auxiliando na conservação dos recursos naturais e na mitigação de impactos ambientais. A análise detalhada das unidades geomorphons oferece subsídios importantes para a tomada de decisões em relação ao uso e ocupação do solo, bem como para a implementação de medidas de conservação e recuperação ambiental.

O estudo contribui para um inventário geomorfológico mais completo da Região Metropolitana de Aracaju, fornecendo informações valiosas para a compreensão da dinâmica da paisagem e dos processos que moldam a superfície terrestre.

Palavras-chave: Geomorphon; Poxim Mirim; Bacia Hidrográfica; Mapeamento geomorfológico.

REFERÊNCIAS

- GOUVEIA, I. C. M. C.; ROSS, J. L. S.. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevô. **Revista do Departamento de Geografia, São Paulo**, V. 37, P. 123-136, 2019.
- JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons a Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms. **Geomorphology**, V. 182, P. 147–156, 2013.
- OLIVEIRA, P. J.. Base Cartográfica dos municípios litorâneos de Sergipe. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia**, P. 1221-1227, 2005.
- QUESADA-ROMÁN, A.; PERALTA-REYES, M. Geomorphological Mapping Global Trends and Applications. **Geographies** 2023, 3, 610-621.
- RADEMANN, L. K.; TRENTIN, R.. Compartimentação do relevo de forma automatizada em ambiente SIG na Bacia Hidrográfica Areal do Limeira, Cacequi/RS. **Geographia Opportuno Tempore, Londrina**, V. 4, N. 2, P. 45-56, 2018.
- TESKE, R. et al. Comparação do uso de modelos digitais de elevação em mapeamento digital de solos em Dois Irmãos, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, V. 38, N. 6, P. 1367-1376, 2014.