

Geomorphons e suas aplicações no mapeamento geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-Açu

Wanderson dos Santos Prata¹
Antônio Marcos Santos de Jesus²
Carlos Henrique Oliveira Santos³
Gustavo Alves dos Santos Onofre⁴
Ronaldo Missura⁵

INTRODUÇÃO

A componente geomorfológica da paisagem geográfica está sempre presente nos diversos estudos sobre o planejamento e a ocupação do espaço geográfico. Neste sentido compreender esta realidade geomorfológica é fundamental, servindo como subsídio ao seu melhor uso da paisagem. Este trabalho está vinculado ao projeto ‘Mapeamento Geomorfológico de Semidetalhe das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Aracaju (RMA)’. Desta forma, objetivo desta pesquisa foi realizar um mapeamento geoformétrico detalhado da Sub-bacia do Rio Poxim-Açu.(SBRPA), que drena setores na Região Metropolitana de Aracaju (RMA). A pesquisa visa, mapear, identificar e classificar as características as formas de relevo em escala de detalhe.

Hoje em dia, a utilização da geotecnologia e os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) que de acordo com Santos (2006), têm um papel fundamental em diversas áreas, impulsionados pelo progresso tecnológico e pela crescente demanda por análise espacial. Dentre os conjuntos de materiais utilizados nos SIGs, os rasters do tipo Modelos Digitais do Terreno (MDT) foram uma grande mudança de paradigma nas análises geomorfométricas. Segundo Li (2004), o modelo digital de terreno (MDT) é simplesmente uma representação estatística da superfície contínua do solo por um grande número de pontos selecionados com coordenadas X, Y, Z em um campo de coordenadas arbitrário. Comparado à representação analógica tradicional, o meio digital proporciona maior viabilidade de geração de subprodutos geomorfométricos.

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS wprata9@email.com;

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

³ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, henriquegrimm16@gmail.com;

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

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

Tomando os MDEs como base para o mapeamento geomorfométrico em bacias hidrográficas, a aplicação de tais técnicas permite a individualização de formas de relevo, tais como as obtidas pela metodologia de *geomorphons* de Jasiewicz e Stepiski, 2012. Que cartografa as formas de relevo entre os Taxons 4 e 5 de classificação do relevo de Ross (1994). Sendo possível compreender os processos e formas que foram gerados durante a evolução da paisagem geomorfológicas.

Os SIGs automatizam a análise do relevo, transformando um processo historicamente lento e desafiador em uma operação ágil e precisa, aumentando, deste modo, a eficiência da pesquisa, que resulta em mapas de relevo detalhados e com informações geoespaciais mais minuciosas no estudo de bacias hidrográficas como SBRPA.

A SBRPA fica localizado no corpo principal da sub-bacia hidrográfica do Rio Poxim, contribuinte à bacia hidrográfica do Rio Sergipe. A Bacia Poxim-Açu está presente nos municípios sergipanos de Laranjeiras, São Cristóvão, Nossa Senhora do Socorro e Itaporanga D'ajuda. Tornando-se uma área de grande importância socioambiental para a RMA, bem como alvo de intensa atividade antrópica, que podem acarretar impactos ambientais a mesma.

Neste contexto, o mapeamento geomorfométrico da bacia serve como subsídio à análises que necessitem deste recurso cartográfico, bem como aos estudos que possam vir a ser realizados, visando o planejamento urbano e ambiental, e a mitigação de possíveis impactos na bacia em questão. Está pesquisa portanto, busca preencher uma lacuna significativa nos estudos geomorfológicos da SBRPA. Através da análise detalhada das características geomorfológicas e morfométricas da SBRPA, foi possível identificar que a sua declividade é composta por 4 classes e entre elas prevalece o domínio da classe suave-ondulada. Também foi possível identificar a sua amplitude altimétrica e o predomínio da classe Slope, do *geomorphons* dado que na bacia predominam colinas dissecadas. Este trabalho possui relevância ao aplicar uma metodologia indicando o percurso de reprodução desta. Tem como objetivo: mapear os aspectos de relevo e morfometria da bacia hidrográfica do Rio Poxim-açu.

METODOLOGIA

O Instrumento de pesquisa foi desenvolvido da seguinte forma: a) Realização de uma leitura e revisão bibliográfica e cartográfica, sobre o tema em questão; b) A utilização de cartas topográficas disponibilizadas na Secretária de estado e planejamento de Sergipe (SEPLANTEC, 2003) com escala de 1:10.000; c) Utilização dos programas ArcGis 10.6.1 e do Qgis 3.34 SAGA v9.1.3 para a confecção dos MDTs e processamento das metodologias necessárias para elaboração do mapas utilizados e realização de edição dos dados georreferenciados.

Já com a disponibilidade das cartas topográficas e com auxílio do ArcGis, foi feita a interpolação dos dados com a utilização da ferramenta *Topo to raster* que interpola informações vetoriais com valores altimétricos em uma superfície topográfica, permitindo a partir deste recurso proceder diversas outras metodologias e análises. Dentre as diversas técnicas que estão disponíveis nos programas Qgis e Saga, foi utilizada a metodologia dos *Geomorphons* primeiramente proposta por JASIEWICZ e STEPISKI (2012) que é fundamentada em um algoritmo avançado, que integra variações de elevação e conceitos de visibilidade, para categorizar o terreno em diferentes tipos de relevo (figura 1). Esta metodologia mostra como algumas técnicas avançadas de análise espacial em geoprocessamento possibilitam uma compreensão mais detalhada do terreno e, com isso, contribui para uma tomada de decisões de forma fundamental em várias áreas de aplicação.

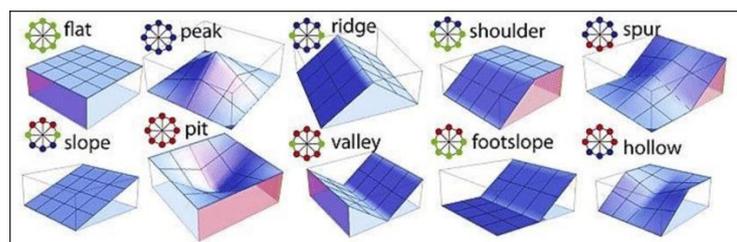


Figura 1 Formas geomorphons

Um *geomorphon* é a representação da paisagem baseada nas diferenças de elevação na área circundante de uma célula alvo. Um total de 498 padrões geomorphons únicos podem ser classificados em 10 tipos de relevo comuns (figura 01): plano, pico, cume, ombro, esporão, declive, oco, sopé, vale e poço (Jasiewicz e Stepiski, 2012). O “*Geomorphons*”, otimiza pesquisas de cartografia geomorfológica de detalhe, acelerando e simplificando o processo de mapeamento de conjuntos de formas de relevo.

A Metodologia desenvolvida pelos autores op.cit, foi um meio de abordagem que buscava a inovação na classificação das formas de relevo. Na taxonomia do relevo,

geralmente corresponde a sexta ordem na hierarquia proposta por Dikau(1989) e que teve algumas adaptações por autores mais adiante. Essa Ferramenta gera um padrão geomorfológico com base nas características de relevo que pode, ser identificados de acordo com os dados topográficos. O uso dessa técnica é útil em diversas áreas, como planejamento urbano e também para avaliação de riscos ambientais.

Com a utilização do Qgis 3.34 foi feita a elaboração dos mapas a partir de um conjunto de MDTs; e com isso foi realização da delimitação precisa da SBRPA e com a sua área de abrangência, a delimitação de sua rede de canais; e depois disso a realização da criação dos mapas, começando pelo Mapa de localização, e outros mapas, como o mapa de sombreamento, mapa da declividade (com percentuais de declividade de acordo com a classificação proposta pela EMBRAPA,1979) da bacia e hipsométrico. Que servirão de subsídio para a análise das formas de relevo da bacia. Dentro do Qgis ainda foi gerado o *report* estatístico que contabiliza a área de cada classe de relevo de *geomorphon* presente na SBRPA, que posteriormente calculou-se a porcentagem de cada uma das classes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A SBRPA, que está localizada na porção leste do estado de Sergipe, na Região metropolitana de Aracaju, é um afluente do Rio Poxim que contribui significativamente com o abastecimento de água da capital sergipana. A bacia possui uma área de aproximadamente 135,9km².



Figura 02-Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-Açu

A declividade da bacia hidrográfica (figura 03), tem em sua predominância a classe suave-ondulada que ocupa parte de 37,32% da área de estudo, seguida pela classe ondulada com 33,63%, em terceiro vem a parte Plana ocupando 25,11% e a parte forte-ondulada que está presente em cerca de 3.94% da declividade presente.

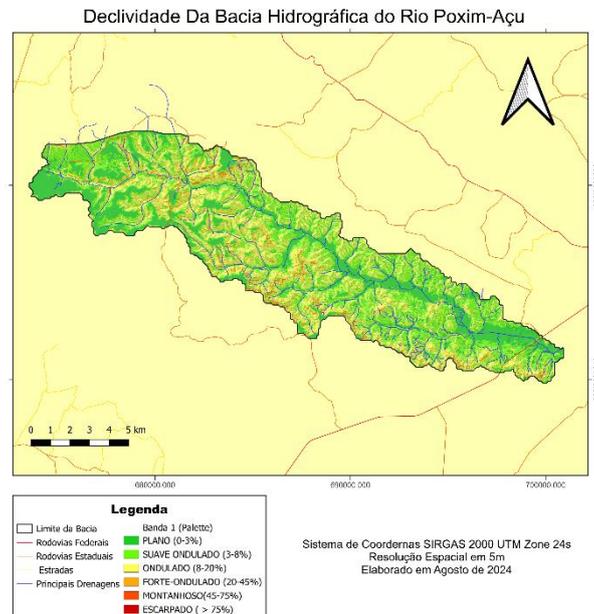


Figura 03- Declividade do Rio Poxim-Açu

O mapa hipsométrico da bacia (figura 04) tem uma altitude varianda entre 3 metros e 245 metros, tendo uma amplitude aproximada de 242 metros, como podemos observar a seguir:

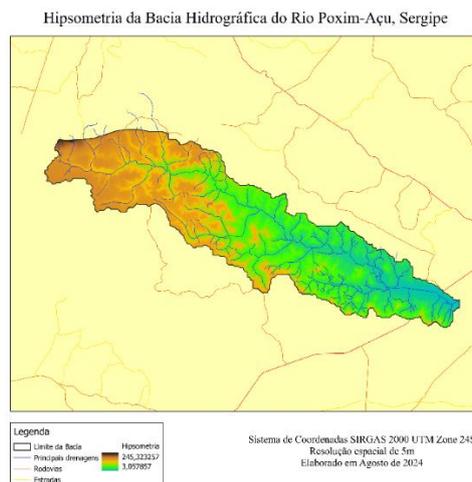


Figura 4 Hipsometria da bacia Hidrográfica do Rio Poxim-Açu

Em relação ao mapeamento de *geomorphons* tabela 1 e figura 5 podemos fazer a seguintes inferências:

1. **Classe Slope (Encosta):** Com uma área de 41,56 km² (33,17% da sub-bacia), as encostas são a unidade *geomorphon* mais extensa na SBRPA. Elas desempenham um papel fundamental na drenagem e na erosão, ocorrendo ao longo de toda bacia, com menos efetividade nas cabeceiras de drenagem onde predominam cristas e topos dissecados. Desenvolvem-se em áreas de declividade onduladas, e com altimetria variada, por conta da evolução fruto do processo de dissecação dos tabuleiros da formação Barreiras.
2. **Classe Valley (Vale):** Com 19,86 km² (15,85%), os vales são a segunda maior unidade. Eles representam áreas mais baixas e podem ser importantes para o fluxo de água. Encontram-se próximas das áreas planas de declividade e com altimetria mais baixa que seu entorno, na bacia se desenvolvem principalmente ao longo do canal principal em sedimentos aluviais quaternários.
3. **Ridge (Crista):** As cristas ocupam 17,93 km² (14,31%). São áreas elevadas principalmente na alta bacia, onde predominam topos tabulares ou em dissecação da formação Barreiras, apresentam trechos com alta declividade na frente erosiva, enquanto seus topos possuem declividades planas. Fazem parte da porção de maior altimetria da SBRPA.
4. **Spur (Esporão):** Com 17,99 km² (14,36%), os esporões são saliências que se projetam nas encostas, estão muitas vezes, associados as cristas, possuem declividade acentuada e altimetria significativa, contudo mais baixas que as cristas.
5. **Hollow (concavidade):** Essas concavidades cobrem 12,94 km² (10,33%). São áreas mais baixas e podem acumular água, em forma de anfiteatros, apresentam declividade variável nas suas partes altas mais expressivas e nas mais baixas são mais planas, são altimetricamente baixas e relação ao seu entorno.
6. **Peak (Pico):** Com 4,77 km² (3,81%), os picos são as áreas mais elevadas da bacia ocorrendo em áreas de resquícios de tabuleiros de dissecados, com declividade alta e formando os interflúvios internos da bacia.

Outras classes com menor expressão espacial na bacia, com baixa declividade e altimetria são:
7. **Footslope (Pé de Encosta):** Áreas no pé das encostas, com 4,92 km² (3,93%).
8. **Pit (Depressão):** Essas depressões menores ocupam 2,53 km² (2,02%).

9. **Shoulder (Ombro)**: A exceção das outras classes de menor expressão SBRPA as ombreiras são áreas elevadas e declivosas adjacentes às cristas, com 2,48 km² (1,98%).

10. **Flat (Plano)**: A menor unidade, com apenas 0,29 km² (0,24%).

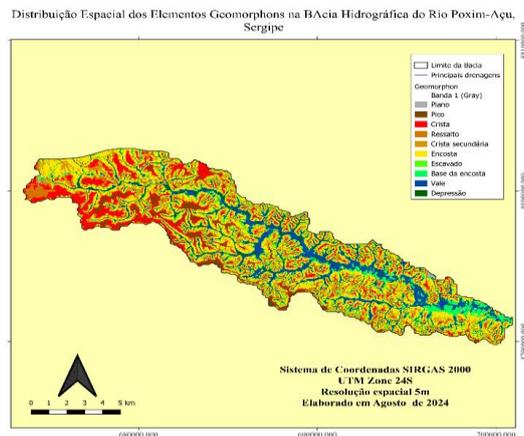


Figura 5 Distribuição espacial dos elementos Geomorphons

Tabela 1-classes de porcentagem de geomorphons

Unidade	Área (km)	Porcentagem
Flat	0.29	0.24
Peak	4.77	3.81
Ridge	17.93	14.31
Shoulder	2.48	1.98
Spur	17.99	14.36
Slope	41.56	33.17
Hollow	12.94	10.33
Footslope	4.92	3.93
Valley	19.86	15.85
Pit	2.53	2.02

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este mapeamento permitiu identificar diferentes classes de relevo em escala de semidetalhe, que são as mais úteis para trabalhos de planejamento e ordenamento do espaço. Na bacia, dado o contexto geomorfológico, os *geomorphons* predominantes na média alta da SBRPA são vertentes, esporões e cristas, que refletem a situação de relevos tabulares em dissecação em terrenos sedimentares da Formação Barreiras. Nos setores da média e baixa, onde encontramos colinas dissecadas, podemos observar as vertentes, bases de encostas e vales. Esses diferentes conjuntos de formas detalhadas refletem a dinâmica de evolução dos compartimentos de relevo da bacia. A Metodologia dos *geomorphons*, portanto, proporciona uma ferramenta valiosa para estudos geomorfológicos em escalas de detalhe e compreensão da evolução geomorfológica da SBRPA.

Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Poxim-Açu; *Geomorphon*; Mapeamento geomorfológico; Relevo.

REFERÊNCIAS

DIKAU, R. The application of a digital relief model to landform analysis in geomorphology. In: RAPER, J. (Ed.). Three-dimensional applications in geographic information systems. New York: Taylor and Francis, p.51-77, 1989.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979. 83p.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons a Pattern Recognition Approach to Classification and Mapping of Landforms. *Geomorphology*, v.182, pag. 147–156, 2013.

LI, Zhilin; ZHU, Christopher; GOLD, Chris. Digital terrain modeling: principles and methodology. CRC press, 2004.

ROSS, JLS. "Suporte da Geomorfologia Aplicada: os táxons e a cartografia do relevo." Departamento de Geografia da Universidade Federal de São Paulo–USP. São Paulo (1994).