



## USO DO ALGORITMO GEOMORPHONS APLICADO NA CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO PLANALTO DA BORBOREMA NO SETOR MERIDIONAL

Kallyne Teixeira Santos<sup>1</sup>  
Ronald Farias Marques<sup>2</sup>  
Jardel Estevam Barbosa dos Santos<sup>3</sup>  
Jonas Herisson Santos de Melo<sup>4</sup>  
Laís Susana de Souza Gois<sup>5</sup>  
Kleython de Araujo Monteiro<sup>6</sup>

### RESUMO

Este estudo objetivou aplicar a classificação automatizada dos elementos do relevo, utilizando o algoritmo geomorphons, para caracterizar geomorfológicamente o setor meridional do Planalto da Borborema. A área de estudo compreende três compartimentos geomorfológicos principais: os Maciços Remobilizados do Domínio Pernambuco-Alagoas, a Depressão Intraplânica do Ipanema e a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas. Os Maciços Remobilizados constituem uma estreita faixa de relevo escarpado, com orientação NNE-SSW, constituídas por litologias metamórficas e plútons brasileiros, limitada a leste por uma zona de cisalhamento transcorrente sinistral. Já o compartimento da Depressão Intraplânica do Ipanema apresenta uma morfologia suavemente ondulada, com altitudes médias entre 500 e 600 metros, composta por gnaisses e migmatitos. Enquanto, a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, localizada mais a leste desse setor, destaca-se por uma topografia relativamente dissecada, com altitudes acima dos 600 metros, formada por solos profundos sobre rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico. A metodologia adotada utilizou o Modelo Digital de Elevação (DEM) Copernicus, com resolução espacial de 30 metros, processado no software QGIS 3.44, utilizando o algoritmo geomorphons do SAGA GIS para a identificação e classificação das formas de relevo. A análise foi complementada pelo uso das classes de declividade, visando correlacionar a morfologia com os elementos de relevo encontrados. Os resultados indicam a predominância do elemento slope (encosta), que cobre 30,13% da área estudada, distribuído amplamente por todo o setor. As formas valley (vale), spur (esporão) e ridge (crista) representam, respectivamente, 10,59%, 11,16% e 10,20% da área, predominando nos maciços remobilizados e na cimeira estrutural, onde se observam maiores declividades. Já a forma flat (plano), com 10,95%, está mais concentrada na Depressão do Ipanema e na porção ocidental da Cimeira PE-AL, caracterizando áreas de relevo suave. A utilização de sistemas de informações geográficas (SIG) e modelos numéricos digitais de terreno permitiu a quantificação precisa dos elementos do relevo, oferecendo subsídios importantes para a compreensão dos processos morfogenéticos e da organização espacial das formas da paisagem no setor meridional da Borborema.

<sup>1</sup> Mestranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [kallyne.geografia@gmail.com](mailto:kallyne.geografia@gmail.com);

<sup>2</sup> Mestrando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, [ronaldmarques835@gmail.com](mailto:ronaldmarques835@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, [J214165@dac.unicamp.br](mailto:J214165@dac.unicamp.br);

<sup>4</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [jonas.melo@ufpe.br](mailto:jonas.melo@ufpe.br);

<sup>5</sup> Doutoranda pelo Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, [lais.gois@ufpe.br](mailto:lais.gois@ufpe.br);

<sup>6</sup> Professor orientador: Doutor, Faculdade de Ciências Humanas (IGDEMA) - UFAL, [kleython.monteiro@igdema.ufal.br](mailto:kleython.monteiro@igdema.ufal.br).



## **INTRODUÇÃO**

A Ciência Geográfica está cada vez mais presente no cotidiano da sociedade. Dentro deste viés, existe a Geomorfologia, conhecida por estudar a superfície da terra, desde a sua origem, evolução e processos dos relevos buscando desvendar e entender a paisagem em sua totalidade. Com isso, o relevo é um objeto de estudo da geomorfologia, sendo importante destacar a compreensão dos processos integrados. No qual, Christofolletti (1980), ressalta que os processos nem sempre se apresentam de maneira única, fazendo com que as questões estruturais evidenciem as feições.

Pode-se destacar que para a identificação dessas estruturas, os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), vêm contribuindo bastante nesse mundo das geotecnologias. Logo, Florenzano (2008), acredita que o sensoriamento remoto contribui para obtenção de parâmetros geomorfométricos e geomorfológicos de forma automatizada e simplificada.

A região estudada foram três principais compartimentos geomorfológicos do Planalto da Borborema, sendo eles os Maciços Remobilizados PE/AL; a Depressão Intraplanáltica do Ipanema e a Cimeira Estrutural PE/AL. No qual, foi utilizado o uso de uma ferramenta conhecida como Geomorphons definida por Jasiewicz e Stepinski (2013), que ajuda a entender os processos naturais que moldaram essa paisagem ao longo do tempo a partir de parâmetros geomorfométricos.

Ainda com base em Jasiewicz e Stepinski (2013), nota-se que a ferramenta trabalha com o campo altimétrico para classificação das feições geomorfológicas, além do mapeamento de formas de terreno a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE). Neste sentido, tais técnicas apresentam a geometria diferencial que classifica o relevo com base em variáveis geomorfométricas (LAMBERTY *et al.*, 2017).

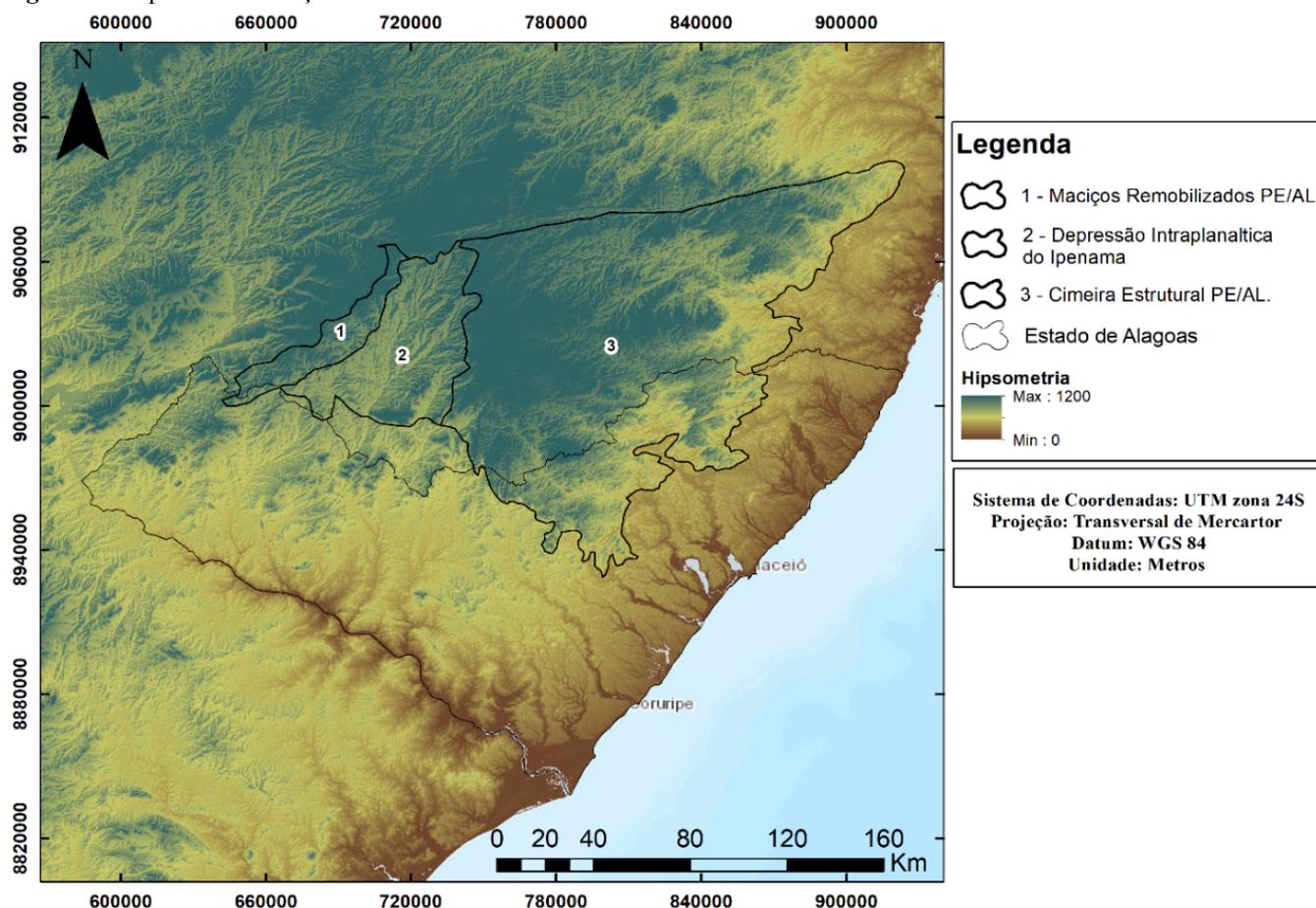
Portanto, este estudo teve como objetivo entender melhor as formas do relevo nos três compartimentos da região do Planalto da Borborema (PB), aplicando um método automatizado conhecido como Geomorphons, que identifica diferentes elementos do relevo de maneira precisa. Para isso, utilizaram-se dados digitais de elevação e sistemas de informações geográficas (SIG), o que permitiu uma análise detalhada e eficiente.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterização da Área de Estudo**

A área de estudo é localizada a norte do Rio São Francisco, estando presente nos estados de Alagoas e Pernambuco. Além disso, foram escolhido três compartimentos geomorfológicos do Planalto da Borborema, mais precisamente os setores: Os Maciços Remobilizados do Domínio Pernambuco-Alagoas, a Depressão Intraplanáltica do Ipanema e a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas. Podendo ser caracterizada como terras altas com predominância em relevos escarpados e suaves ondulados (Corrêa *et al*, 2010)

**Figura 1:** Mapa de Localização.



**Fonte:** Autores, 2025.



## **Técnicas Aplicadas**

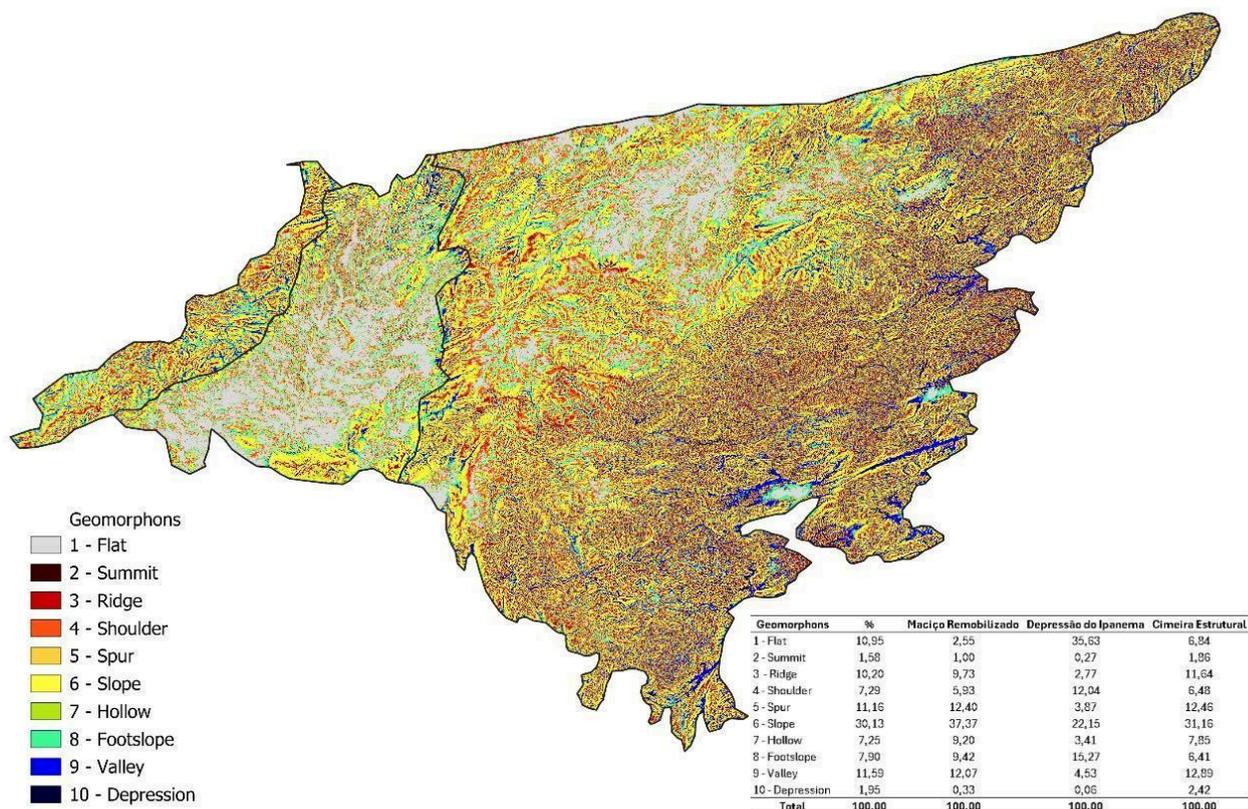
Os procedimentos metodológicos se basearam no MDE Copernicus, disponibilizado pelo portal da European Space Agency (ESA) com resolução espacial de 30 metros. Tal dado foi processado no software QGIS 3.44, utilizando o algoritmo geomorphons do SAGA GIS para a identificação e classificação das formas de relevo. O modelo conduzido é proposto por Jasiewicz e Stepiski (2013), possibilitando analisar variações de elevação e conceitos de visibilidade, definindo categorias de terrenos em diferentes tipos de relevo no entendimento mais detalhado das formas.

As análises de relevo feitas com a ferramenta Geomorphons, teve a possibilidade de conhecer os principais, como: flat (plano), summit (pico), ridge (crista), shoulder (ressalto), spur (crista secundária), slope (encosta), hollow (escavado), footslope (base de encosta), valley (vale) e depression (fosso). Após a definição dos principais relevos e com a distribuição na área de estudo, foi possível atribuir valores, observando a distância e o ângulo de direção dos pontos vizinhos em relação à célula central, que são os ângulos zênite e nadir. Para esse cálculo, as principais direções a partir da célula central foram extraídas do MDE.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A compartimentação geomorfológica da área de estudo evidenciou quatro unidades predominantes: encostas, vales, esporões e áreas planas. A análise morfológica revelou a coexistência de relevos escarpados associados a rochas metamórficas e de formas suaves a onduladas com topografia mais dissecada e altitudes elevadas. O mapeamento geomorfológico resultou na identificação de dez classes distintas de formas de relevo (Figura 2), destacando-se a predominância da unidade “slope” (encosta), que abrange 30,13% da área total. Outras unidades relevantes foram “valley” (vale), com 11,59%, “spur” (esporão), com 11,16%, e “ridge” (crista), com 10,20%, sendo amplamente distribuídas no Setor Meridional da área analisada.

**Figura 2:** Mapeamento a partir da ferramenta geomorphons.



**Fonte:** Autores, 2025.

Esses resultados apontam para uma forte compartimentação do relevo, refletindo a influência das estruturas litológicas e tectônicas na modelagem da paisagem. A diversidade morfológica evidencia uma dinâmica erosiva diferenciada, principalmente nas zonas de transição entre encostas e áreas planas. Além disso, a expressiva presença de esporões e cristas sugere um controle estrutural nas direções do relevo. Por fim, a tipologia das formas contribui diretamente para interpretações ambientais, subsidiando análises integradas com cobertura vegetal, uso da terra e conservação ambiental. Desta maneira, pode-se considerar uma visão de modo geral do Setor Meridional:

1. Flat (Plano): As áreas planas tiveram ênfase em seu percentual geral com 10,95%. Destacando a maior área de 35,63 para a Depressão do Ipanema, sendo uma região mais plana em relação aos demais compartimentos como os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural, respectivamente, 2,55; 6,84.;
2. Summit (Pico): Os picos são áreas mais elevadas, apresentando 1,58% da área total, onde distribuíram valores relativamente próximos com os Maciços Remobilizados e a Cimeira

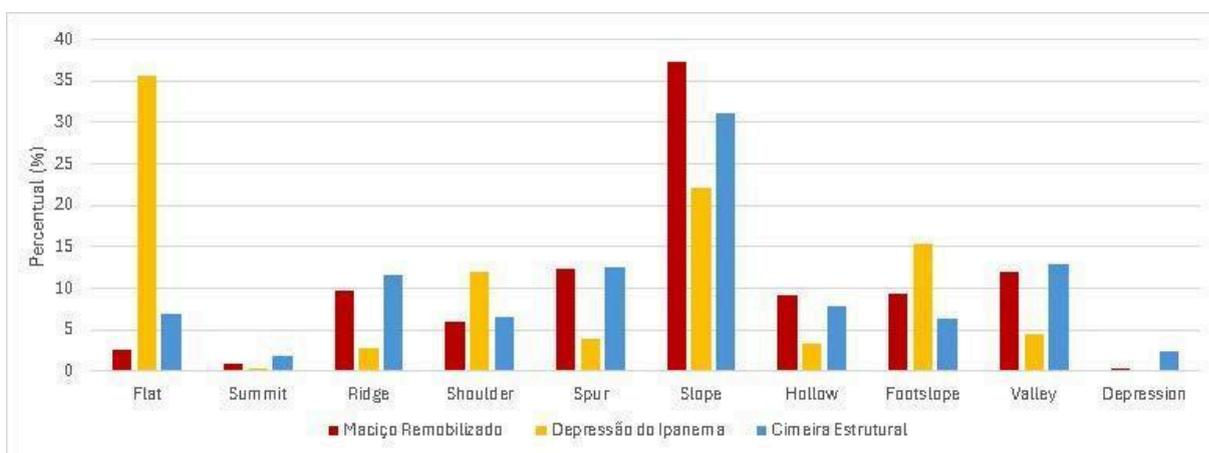


- Estrutural, indicando 1,00; 1,86. Já a Depressão do Ipanema se diferenciou com um valor mais abaixo, logo foi de 0,27, justamente, por se caracterizar uma área plana;
3. Ridge (Crista): As cristas ocupam 10,20% em sua totalidade, significando uma área de elevação, principalmente, com os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural, respectivamente, 9,73; 11,04. Já a Depressão do Ipanema se diferenciou com um valor mais abaixo, logo foi de 2,77, justamente, por se caracterizar uma região sem muitas elevações;
  4. Shoulder (Ombro): As ombreiras são áreas elevadas e declivosas circunvizinho às cristas, com porcentagens gerais de 7,29%, divididas entre a Depressão do Ipanema que evidenciou uma área de 12,04, enquanto os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural evidenciaram em valores próximos como 5,93; 6,48.
  5. Spur (Esporão): Os esporões são, basicamente, realces nas encostas que também ganhou destaque em seu valor geral com 11,16%. No qual, os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural apresentaram valores semelhantes, na ordem, 12,40; 12,46. Já a Depressão do Ipanema também apresentou um valor mais abaixo que os outros compartimentos de 3,87.
  6. Slope (Encosta): Com um total de 30,13%, às encostas desempenham um papel fundamental na drenagem e na erosão, como também declividades e altimetrias variadas. Se configurando na área deste modo, os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural demonstraram 37,37; 31,16. Em seguida, a Depressão do Ipanema com 22,15.
  7. Hollow (concavidade): As concavidades são áreas relativamente mais baixas que seu entorno, revelando uma área total de 7,25%. Sendo distribuído pelos Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural em números, respectivamente, 9,20; 7,85. Já a Depressão do Ipanema com 3,41.
  8. Footslope (Pé de Encosta): Essas áreas ocupam um valor total de 7,90%, onde a Depressão do Ipanema teve uma maior representação com 15,27, até devido às características do local, superando os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural, indicando, 9,42; 6,41.
  9. Valley (Vale): São as áreas mais baixas sendo equivalente pelo valor total de 11,59%. Representado na área com 12,07; 12,89 para os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural. E a Depressão do Ipanema com menos aspectos identificando 4,53.
  10. Depression (Fosso): Essas áreas foram a que menos tiveram presentes nos setores, resultando com apenas 1,95% do valor total. Na distribuição dos setores, os Maciços Remobilizados e a Cimeira Estrutural obtiveram porcentagens, respectivamente, 0,33 e

2,42. A Depressão do Ipanema apresentou um valor menor ainda com 0,06, logo, a área demonstrou poucas características dessa natureza.

Para maior detalhamento, o gráfico 1 destaca os percentuais que evidenciam uma predominância, como é o caso do elemento *slope* (encosta), que representa 30,13% da área total mapeada. Essa predominância se expressa, sobretudo, nas unidades geomorfológicas dos Maciços Remobilizados e da Cimeira Estrutural, que apresentam, respectivamente, 37,37% e 31,16% dessa forma de relevo. Na sequência, a Depressão do Ipanema também se destaca, com 22,15%. Outro elemento relevante é o *flat* (plano), predominante na Depressão do Ipanema, onde atinge 35,63%, indicando áreas com relevo mais suavizado e topografia menos dissecada. Os demais elementos geomorfológicos apresentaram distribuição mais homogênea, com percentuais próximos entre si, o que sugere certa uniformidade espacial na ocorrência das demais formas de relevo.

**Gráfico 1:** Percentual das formas de relevo nos compartimentos.



Fonte: Autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dessa forma, o estudo evidenciou a relevância da utilização de ferramentas automatizadas, como o método Geomorphons, na aplicação do mapeamento geomorfológico no Setor Meridional da Borborema. A partir da integração entre Modelos Digitais de Elevação e Sistemas de Informações Geográficas, foi possível classificar as formas de relevo de modo



padronizado e eficaz. A incorporação de geotecnologias mostrou-se essencial para o avanço do conhecimento sobre a compartimentação da superfície da área em análise.

Os dados obtidos permitiram compreender melhor os processos naturais que moldaram a paisagem, destacando a dinâmica estrutural e erosiva característica da região. Espera-se que esta pesquisa sirva como subsídio teórico-metodológico para investigações futuras, incentivando a adoção de metodologias automatizadas como pré-diagnóstico ambiental em ambiente SIG. Contudo, embora os métodos automatizados promovam maior agilidade no mapeamento, apresentam limitações na identificação precisa das feições. A interpretação manual, aliada ao trabalho de campo, segue indispensável para uma leitura mais qualificada e acurada da paisagem.

**Palavras-chave:** Geomorphons, Planalto da Borborema, Mapeamento geomorfológico.

## REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, A. - **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2ª edição, 188p. 1980.

CORREA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C. MONTEIRO, K. A. CAVALCANTI, L. C. S. LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo. 2010.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 31 – 71. 2008.

LAMBERTY, D.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E de S. **Compartimentação geomorfológica por geomorphons do Morro da Polícia, Porto Alegre, como subsídio para a análise de suscetibilidade ao desenvolvimento de processos de dinâmica superficial**. Porto Alegre, 2017.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons — a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. **Geomorphology**, v. 182, p. 147–156, 2013.

PRATA, W dos S; JESUS, A. M. S. de; SANTOS, C. H. O.; ONOFRE, G. A. dos S.; MISSURA, R. Geomorphons e suas aplicações no mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Poxim-Açu. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 9., 2024, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: UFPB, 2024. p. 1-8.