



O USO DO GEOMORPHONS PARA A ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO NO MUNICÍPIO DE NOSSA SENHORA DO SOCORRO-SE

Antônio Marcos Santos de Jesus¹
Carlos Henrique Oliveira Santos²
Emerson José Bispo de Santana³
Isadora Lucas dos Santos⁴
Lucelia Santos Lima de Souza⁵
Roberto Silva Santos Junior⁶
Samara de Jesus Andrade⁷
Wanderson dos Santos Prata⁸
Ronaldo Missura⁹

RESUMO

Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) e Modelos Digitais de Elevação (MDEs) são cruciais no mapeamento geomorfológico, permitindo a análise e visualização de dados para identificar e classificar formas de relevo e processos erosivos (Quesada-Román e Peralta-Reyes, 2024; Teske et al., 2014). A técnica de *geomorphons* (Jasiewicz e Stepinski, 2013) é fundamental para esse mapeamento detalhado. O objetivo principal é fornecer informações para o planejamento e gestão territorial sustentável de Nossa Senhora do Socorro, Sergipe, considerando suas dinâmicas e riscos. Para criar o MDE local, dados altimétricos da base cartográfica de Oliveira (2005) foram interpolados no ArcGIS, gerando um MDE de 5 metros de resolução. Posteriormente, o QGIS foi usado para gerar os *geomorphons* e também para elaborar mapas hipsométrico e de declividade. A análise hipsométrica em Nossa Senhora do Socorro revelou uma amplitude altimétrica de 180 metros (-20 a 160 metros), com predominância de baixas altitudes. A declividade é majoritariamente Plana (0-3%), com áreas Onduladas (8-20%) e Suave Onduladas (3-8%) presentes. A análise geomorfológica mostrou que as Encostas são as feições mais expressivas (27,62%), seguidas por terrenos Planos (20,56%) e Vales (13,06%). Cristas Secundárias e áreas Escavadas também são significativas. Essa análise é vital para o planejamento e a gestão ambiental, subsidiando decisões sobre o uso do solo e medidas de conservação. O estudo enriquece o inventário geomorfológico da Região Metropolitana de Aracaju, fornecendo dados valiosos sobre a dinâmica da paisagem local.

Palavras-chave: Geomorphons, mapeamento automatizado, Cartografia Geomorfológica.

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 Federal - UFS, emersonjosebispodasantana0@gmail.com;

⁴ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, isadoralucas277@gmail.com;

⁵ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, lu.luceliasouza@hotmail.com;

⁶ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, robertojuhnior@gmail.com;

⁷ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, samaraandra2603@gmail.com;

⁸ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal - UFS, wprata9@gmail.com;

⁹ Professor orientador: Doutor, CECH - UFS, ronaldomissura@gmail.com;



INTRODUÇÃO

O uso dos sistemas de informação geográficas está aumentando em diversas áreas de estudo com o objetivo de alcançar diferentes fins. Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são ferramentas cruciais no mapeamento geomorfológico. Conforme destacado por Quesada-Román e Peralta-Reyes (2024), eles oferecem uma plataforma robusta que permite a integração, análise e visualização de dados de forma eficaz, tornando o processo de mapeamento muito mais eficiente.

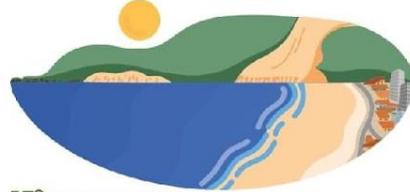
O uso de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) revoluciona o mapeamento de formas de relevo e solos, tornando o processo mais objetivo. Isso ocorre porque os MDEs estabelecem critérios e parâmetros fixos, conforme demonstrado por Teske et al. (2014), que os identificaram como fontes essenciais para o mapeamento digital preciso da paisagem.

O relevo é uma variável crucial para identificar unidades de paisagem e analisar processos como erosão do solo e inundações, conforme Gouveia e Ross (2019) destacam. Para aprofundar a compreensão dessa dinâmica, o presente trabalho propõe mapear as unidades de relevo utilizando dados geomorfométricos e uma análise combinada com os dados obtidos através dos *geomorphons*.

A técnica dos *geomorphons*, desenvolvida por Jasiewicz e Stepinski (2013), permite o mapeamento detalhado das formas básicas do relevo. Ela analisa os níveis de cinza de um Modelo Digital de Elevação (MDE) e as diferenças de altura entre os pixels para identificar os padrões dos elementos locais do relevo.

O objetivo principal desta pesquisa é não apenas oferecer uma visão detalhada do espaço local, mas também apresentar informações importantes para subsidiar o planejamento e a gestão territorial de forma sustentável, compreendendo as dinâmicas e seus riscos, e assim, promover o desenvolvimento socioeconômico e ambiental do município de Nossa Senhora do Socorro (Figura 1).

Nossa Senhora do Socorro, com uma área territorial de aproximadamente 155 km², desempenha um papel fundamental na configuração espacial da Região Metropolitana de Aracaju (RMA). Este município, o segundo mais populoso do estado



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

de Sergipe, tem experimentado um crescimento demográfico acelerado nas últimas décadas, como mostra Rodrigues (2017).

A realização de estudos ambientais em Nossa Senhora do Socorro é de suma importância para o desenvolvimento sustentável do município, especialmente considerando sua rápida expansão urbana e sua inserção na Região Metropolitana de Aracaju.

Entender a geomorfologia de um município como Nossa Senhora do Socorro é fundamental para prevenir e compreender diversos processos naturais e antrópicos que afetam o ambiente e a população. A geomorfologia estuda as formas da superfície terrestre, sua origem, evolução e os processos que as modelam. No contexto de Nossa Senhora do Socorro, que se situa em uma planície costeira e experimenta rápida urbanização, essa compreensão é crucial.

A análise geomorfológica permite identificar áreas de risco, como encostas instáveis sujeitas a deslizamentos, planícies de inundação propensas a alagamentos e locais com solos suscetíveis à erosão. Ao mapear essas feições e entender os processos que as criam, é possível planejar o uso e a ocupação do solo de forma mais segura e sustentável.

Localização do Município de Nossa Senhora do Socorro - SE

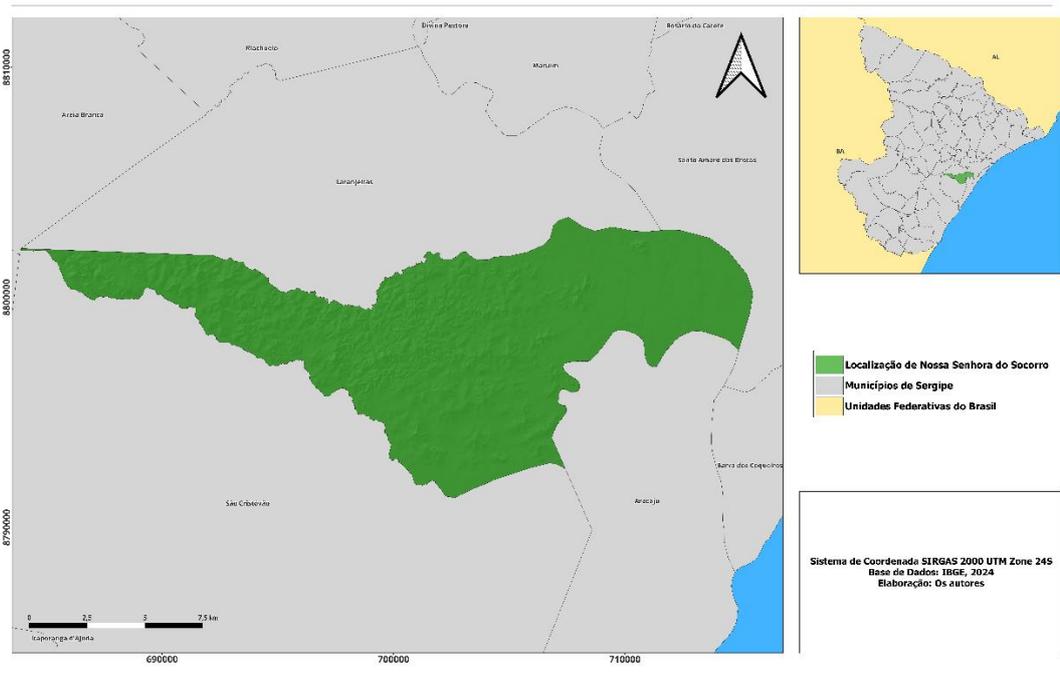


Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Nossa Senhora do Socorro

METODOLOGIA

Para criar o Modelo Digital de Elevação (MDE) do município de Nossa Senhora do Socorro e realizar a análise do relevo, utilizamos a base cartográfica dos municípios litorâneos de Sergipe. Este mapeamento topográfico detalhado foi elaborado por Oliveira (2005).

Foram utilizadas cartas topográficas do município de Nossa Senhora do Socorro. Os dados altimétricos dessas cartas foram interpolados no SIG ArcMap do ArcGIS 10.6.1, por meio da ferramenta *Topo to Raster*, disponível na caixa de ferramentas *Spatial Analyst Tool*. Esse processo gerou um MDE com resolução espacial de 5 metros, ideal para uma análise detalhada das características do relevo.

Após a interpolação o software QGis (v3.34) foi utilizado para a criação do *geomorphons* utilizando o complemento SAGA GIS (v9.13). O *geomorphons* 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 *geomorphons* 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/depressão). Como apresentado na Figura 2.

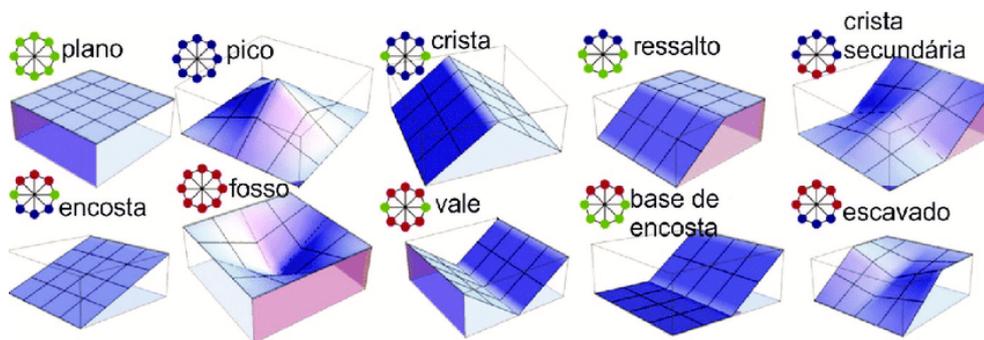
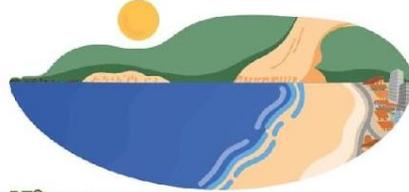


Figura 2 - Representação gráfica dos elementos geomorphons - Adaptado de Jasiewicz e Stepinski

Após o mapeamento dos *geomorphons*, as áreas e porcentagens de cada classe de relevo foram calculadas utilizando a ferramenta *r.report* no QGIS. Para complementar e



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Nossa Senhora do Socorro, foi realizada uma análise das cotas altimétricas. O mapa hipsométrico (Figura 3), resultante dessa análise, proporciona uma compreensão detalhada das altitudes e uma visão clara das características topográficas do município. Ele destaca a variabilidade das altitudes e como as diferentes faixas altimétricas se distribuem pelo território.

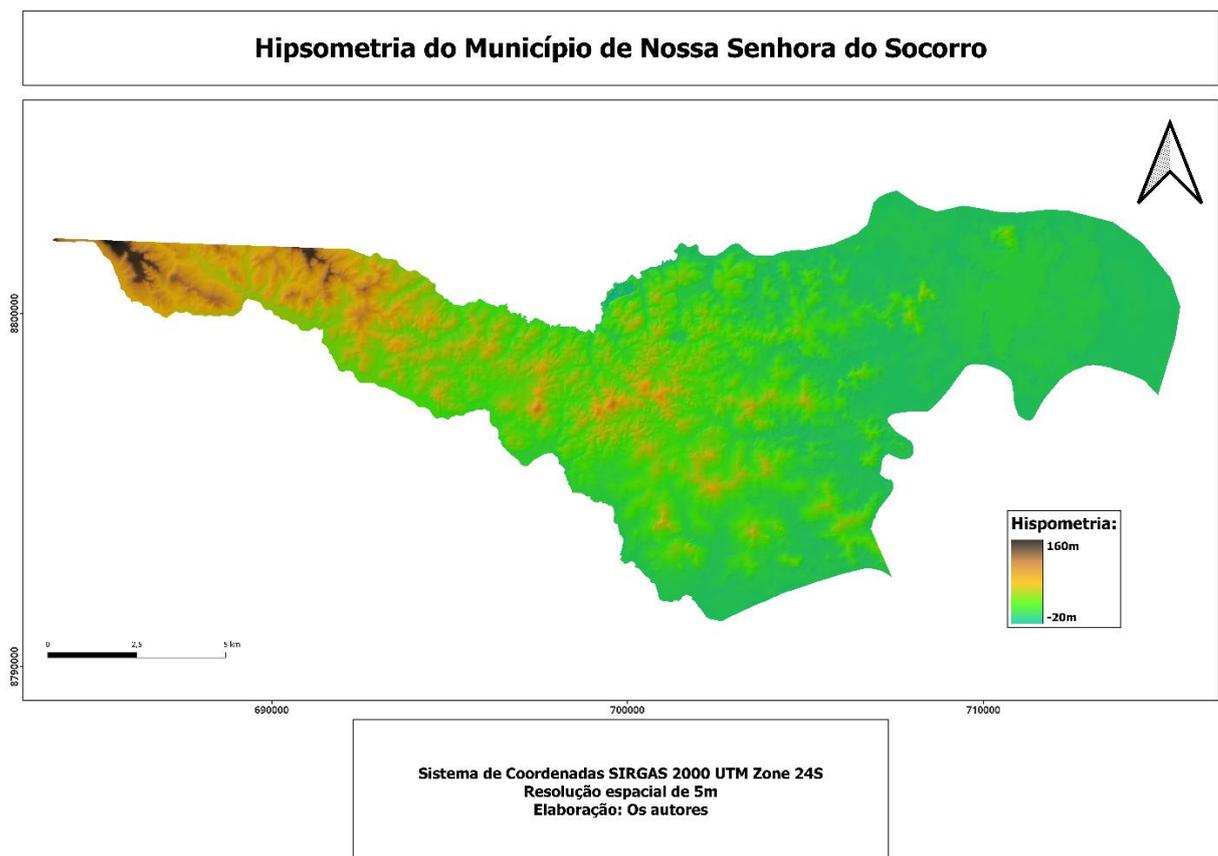


Figura 3 - Mapa Hipsométrico do Município de Nossa Senhora do Socorro

O município de Nossa Senhora do Socorro apresenta uma amplitude altimétrica de 180 metros, com altitudes variando de -20 a 160 metros acima do nível do mar. Embora

a maior parte do território seja caracterizada por baixas altitudes, especialmente nas áreas que correspondem ao perímetro urbano, algumas elevações pontuais podem atingir até 160 metros.

Em relação à declividade do município (Figura 4), a classe Plano (0-3%) é predominante, o que se alinha com as áreas de baixa altitude. Em seguida, observa-se a classe Ondulado (8-20%), que corresponde às áreas de média altitude. A classe Suave Ondulado (3-8%) também está amplamente presente em regiões de baixa altitude. Já as categorias Forte Ondulado (20-45%), Montanhoso(45-75%) e Escarpado (>75%) são encontradas nas porções de maior altitude do território.

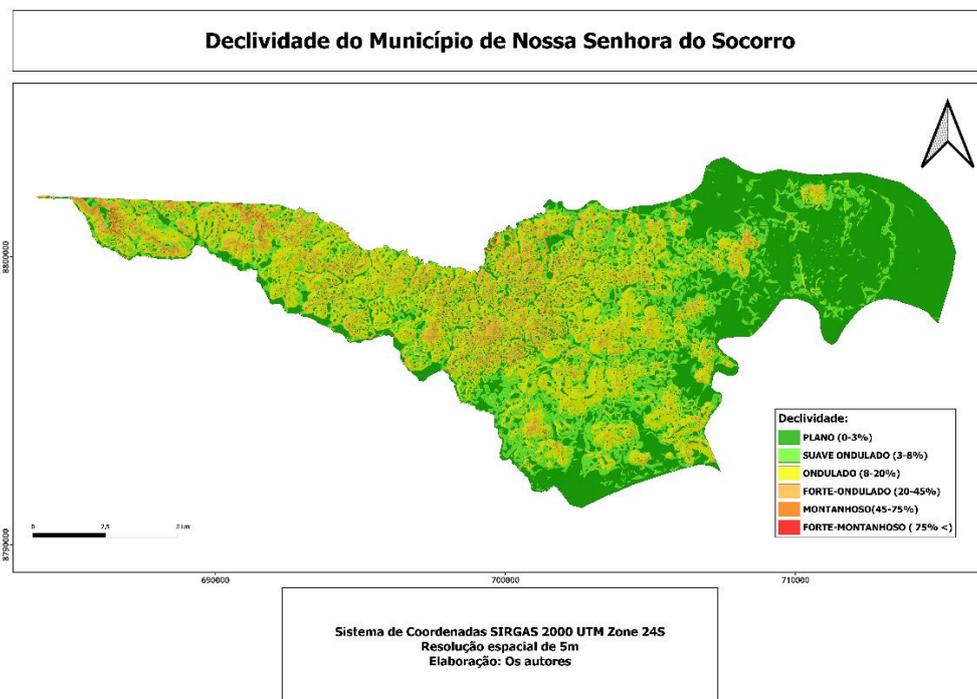


Figura 4 - Mapa de Declividade do Município de Nossa Senhora do Socorro

Com base na análise dos dados da Tabela 1 e da Figura 5, a unidade Encosta é a feição geomorfológica mais expressiva no município de Nossa Senhora do Socorro, abrangendo 27,62% da área total, o que corresponde a 42 km². Essas áreas inclinadas, visivelmente representadas em amarelo no mapa de *geomorphons*, predominam nas porções central e oeste do território, onde o relevo é mais acidentado.

Unidade	Área (km ²)	Porcentagem
Flat (Plano)	31.94	20.56
Peak (Pico)	1.74	1.12
Ridge (Crista)	10.11	6.51
Shoulder (Ressalto)	3.42	2.21
Spur (Crista Secundária)	16.04	10.33
Slope (Encosta)	42.91	27.62
Hollow (Escavado)	14.14	9.10
Footslope (Base da Encosta)	13.18	8.48
Valley (Vale)	20.29	13.06
Pit (Fosso/Depressão)	1.59	1.01

Tabela 1 - Distribuição das unidades geomorphons no Município de Nossa Senhora do Socorro

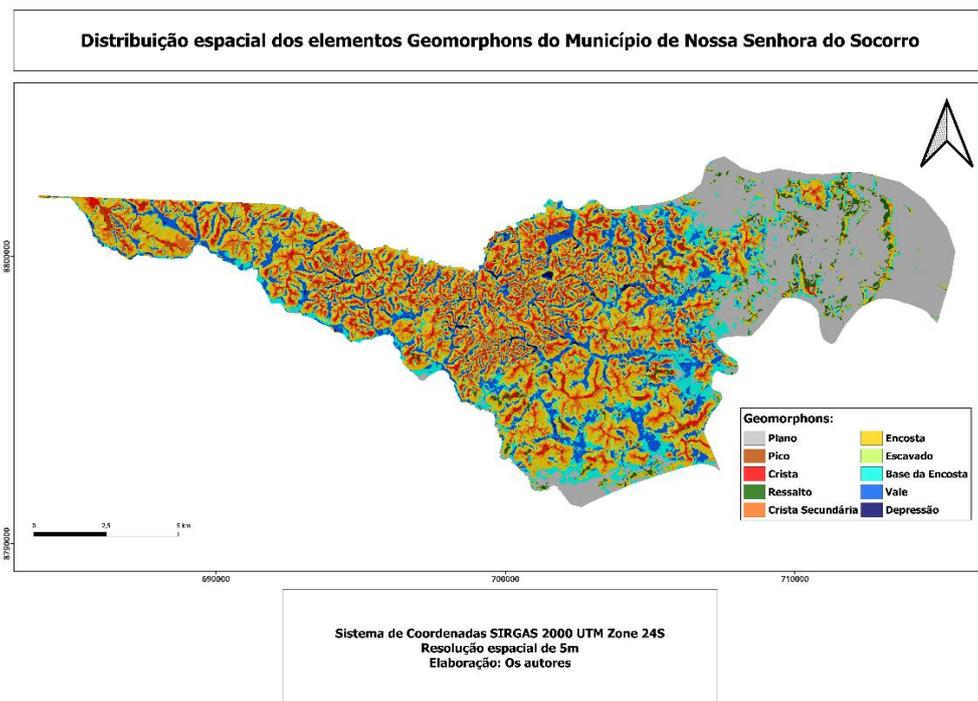


Figura 5 - Mapa dos elementos Geomorphons do Município de Nossa Senhora do Socorro



A segunda maior área é ocupada por terrenos Planos, correspondendo a 20,56% do município (31 km²). Essas áreas de baixa declividade são identificadas em cinza claro no mapa de *geomorphons*. Elas estão associadas a fundos de vale amplos, planícies ou topos de superfícies aplainadas.

Os Vales representam 13,06% da área municipal, totalizando 20 km². Caracterizados por feições côncavas ao longo das linhas de drenagem, são visíveis em azul escuro no mapa de *geomorphons* e estão diretamente associados às redes fluviais.

As Cristas Secundárias ocupam 10,33% do território (16 km²). Estas são partes de cristas, mas com menor proeminência, e são indicadas em laranja mais claro no mapa de *geomorphons*. Frequentemente, elas se conectam a áreas de encosta e de crista principal.

Já as áreas Escavadas correspondem a 9,10% do município (14,14 km²). Essas pequenas depressões ou incisões no terreno são mostradas em verde claro no mapa de *geomorphons*, e podem estar relacionadas a pontos de início de drenagem ou concavidades menores nas encostas.

As unidades com as menores áreas são Base da Encosta, Crista, Ressalto, Pico e Fosso. Isso indica que essas características topográficas são menos comuns no município de Nossa Senhora do Socorro. Em resumo, os dados apresentam uma visão detalhada da distribuição das unidades de *geomorphons* no município de Nossa Senhora do Socorro. Analisar esses dados é fundamental para compreender a topografia da área e, assim, subsidiar o planejamento de futuros desenvolvimentos ou ações de conservação no território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise geomorfológica no município de Nossa Senhora do Socorro, utilizando a metodologia dos *geomorphons*, revelou uma diversidade significativa de formas de relevo.

A metodologia aplicada revelou-se altamente eficaz na identificação e classificação das diversas formas de relevo, proporcionando uma compreensão detalhada da topografia do município. O uso de Modelos Digitais de Elevação (MDEs) e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) possibilitou uma análise automatizada e precisa.

Os resultados obtidos são extremamente úteis para o planejamento e a gestão ambiental, auxiliando na conservação dos recursos naturais e na mitigação de impactos



ambientais. A análise minuciosa das unidades de *geomorphons* oferece subsídios cruciais para a tomada de decisões relacionadas ao uso e ocupação do solo, além de guiar a implementação de medidas de conservação e recuperação ambiental. Este estudo enriquece o inventário geomorfológico da Região Metropolitana de Aracaju, fornecendo informações valiosas para entender a dinâmica da paisagem e os processos que moldam a superfície terrestre.

Palavras-chave: Geomorphons, mapeamento automatizado, Cartografia Geomorfológica.

REFERÊNCIAS

- GOUVEIA, I. C. M. C.; ROSS, J. L. S.. Fragilidade Ambiental: uma Proposta de Aplicação de Geomorphons para a Variável Relevo. 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.
- RODRIGUES, Vinícius Silva. As transformações recentes no espaço urbano de Nossa Senhora do Socorro: uma desconcentração metropolitana. 2017.130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo)- Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Campus de Laranjeiras, Universidade Federal de Sergipe, Laranjeiras, 2017.
- 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