

## COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO NO MUNICÍPIO DE QUEVEDOS/RS ATRAVÉS DE TÉCNICAS GEOMORFOMÉTRICAS

Romario **Trentin**<sup>1</sup>, Luís Eduardo de Souza **Robaina**<sup>1</sup>, Wilson Oliveira **da Silva**<sup>2</sup>, Ellen Rilary da Rocha **Tassinari**<sup>2</sup>

(1 – Universidade Federal de Santa Maria, docente do Dpto de Geociências, romario.trentin@ufsm.br, <https://orcid.org/0000-0002-0615-2801>, lesrobaina@yahoo.com.br, <https://orcid.org/0000-0002-2390-6417>, 2 – Universidade Federal de Santa Maria, discente do curso de geografia, wilson.siva97@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3018-0156>, ellentrr@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0269-9516>)

**Resumo:** O estudo do relevo, vinculados as técnicas de mapeamento, é uma das áreas de estudo da geomorfologia que tem como finalidade contextualizar a ocorrência das formas e modelados da superfície terrestre de uma determinada área espacial. O presente trabalho faz parte do projeto de sistematização de banco de dados cartográficos com a produção de Mapas Temáticos dos municípios da região centro-oeste do Rio Grande do Sul. O município de Quevedos localiza-se na porção central do estado do Rio Grande do Sul, predominantemente sobre a região geomorfológica do Planalto da Serra Geral, e outra parte nas áreas de transição, do Rebordo do Planalto para as porções de menor altitude da Depressão Central do estado. As bases cartográficas utilizadas para caracterização do relevo foram os dados vetoriais de limite administrativo do IBGE, dados vetoriais da hidrografia das cartas topográficas do exército em escala 1:50.000 e os dados do modelo digital de elevação do SRTM 90 metros. O município encontra-se delimitado por dois grandes rios da região central do estado, o Rio Toropi, na porção leste e o Rio Toropi-mirim na porção oeste. O relevo do município, em grande parte, está representado por colinas suaves e colinas onduladas, ocupando as áreas do centro norte do município. As associações de morros e morrotes ocupam a porção sul do município, onde os cursos d'água apresentam seus leitos encaixados em zonas de fraturas e falhas em rochas basálticas. As áreas planas estão localizadas também associadas aos cursos d'água, mas relacionadas as áreas de nascentes nas porções norte do município.

**Palavras-chaves:** Geomorfologia, Geomorfometria; Quevedos, SIG.

## **RELIEF SHARING IN THE MUNICIPALITY OF QUEVEDOS / RS THROUGH GEOMORPHOMETRIC TECHNIQUES**

**Abstract:** The study of relief, linked to mapping techniques, is one of the areas of study of geomorphology that aims to contextualize the occurrence of shapes and models of the terrestrial surface of a given spatial area. The present work is part of the project of systematization of cartographic database with the production of Thematic Maps of the municipalities in the central-west region of Rio Grande do Sul. The municipality of Quevedos is located in the central portion of the state of Rio Grande do Sul, predominantly on the geomorphological region Planalto da Serra Geral, however portions of the municipalities are in the transition areas, Rebordo do Planalto, to the lower altitude portions defined as the Depressão Central of the state. The cartographic bases used to characterize the relief were the vector data of the administrative limit of IBGE, vector data of the hydrography of the topographic maps of the army in scale 1: 50.000 and the data of the digital elevation model of the SRTM 90 meters. The municipality is bounded by two large rivers in the region, the Rio Toropi, in the eastern portion and the Rio Toropi-mirim in the western portion. The relief has the largest territorial areas associated with Slightly undulations hills and Undulating hills, occupying the north central areas of the municipality. The associations of large hills and buttes occupy the southern portion of the municipality, where the water courses are embedded in fracture and fault zones in basaltic rocks. The flat areas are also associated with the water courses, but related to the spring areas in the northern portions of the municipality.

**Keywords:** Geomorphology, Geomorphometry; Quevedos, GIS.

## **PARTAGE DE SECOURS DANS LA MUNICIPALITÉ DE QUEVEDOS / RS GRÂCE À DES TECHNIQUES GÉOMORPHOMÉTRIQUES**

**Résumé:** L'étude du relief, liée aux techniques de cartographie, est l'un des domaines d'étude de la géomorphologie qui vise à contextualiser l'occurrence de formes et de modèles de la surface terrestre d'une zone spatiale donnée. Le présent travail fait partie du projet de systématisation de la base de données cartographiques avec la production de cartes thématiques des municipalités de la région centre-ouest de Rio Grande do Sul. La municipalité de Quevedos est située dans la partie centrale de l'État de Rio Grande do Sul, principalement sur la région

geomorphologique du Planalto da Serra Geral, et une autre partie dans les zones de transition, du bord du plateau aux altitudes inférieures de la dépression centrale de l'État. Les bases cartographiques utilisées pour caractériser le relief étaient les données vectorielles de la limite administrative de l'IBGE, les données vectorielles de l'hydrographie des cartes topographiques de l'armée à l'échelle 1: 50.000 et les données du modèle altimétrique numérique du SRTM 90 mètres. La municipalité est délimitée par deux grands fleuves dans la région centrale de l'État, le Rio Toropi, dans la partie orientale et le Rio Toropi-mirim dans la partie ouest. Le relief a les plus grandes zones territoriales associées aux collines légèrement ondulées et aux collines ondulées, occupant les zones centrales nord de la municipalité. Les associations de grandes collines et de buttes occupent la partie sud de la municipalité, où les cours d'eau sont incrustés dans des zones de fracture et de faille dans les roches basaltiques. Les zones plates sont également associées aux cours d'eau, mais liées aux zones printanières dans les parties nord de la municipalité.

**Mots-clés:** géomorphologie, géomorphométrie; Quevedos, SIG.

## **Introdução**

A morfologia do relevo é reflexo dos processos internos e externos do planeta, sendo estudados na geomorfologia. Portanto, estudos geomorfológicos são instrumentos fundamentais para compreensão dos processos naturais atuantes e as modificações induzidas pela ação humana. Dessa forma, devem ser utilizados como documentos básicos para utilização racional do ambiente através do planejamento e ordenamento do território.

No Brasil, a análise do relevo apresenta uma proposta referenciada por Ross (1992), que a partir da divisão taxonômica de Demek (1967), estudou as formas do relevo na perspectiva tridimensional: tamanho, gênese e idade, e por influências estruturais e esculturais. Apesar de diversas adaptações e discussões conceituais é amplamente utilizada nas bases dos estudos geomorfológicos. Porém cabe destacar ainda que existem diversos outros métodos de análise e classificação do relevo muito utilizados inclusive internacionalmente, como o caso de Tricart (1965), Verstappen-Zuidam (1975), dentre muitos outros e, recentemente, técnicas de classificações de relevo através de técnicas geomorfométricas com aplicações em SIG e análise de assinaturas morfométricas do relevo.

O desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitou representar a superfície terrestre através de modelos digitais de terreno (MDT) viabilizando

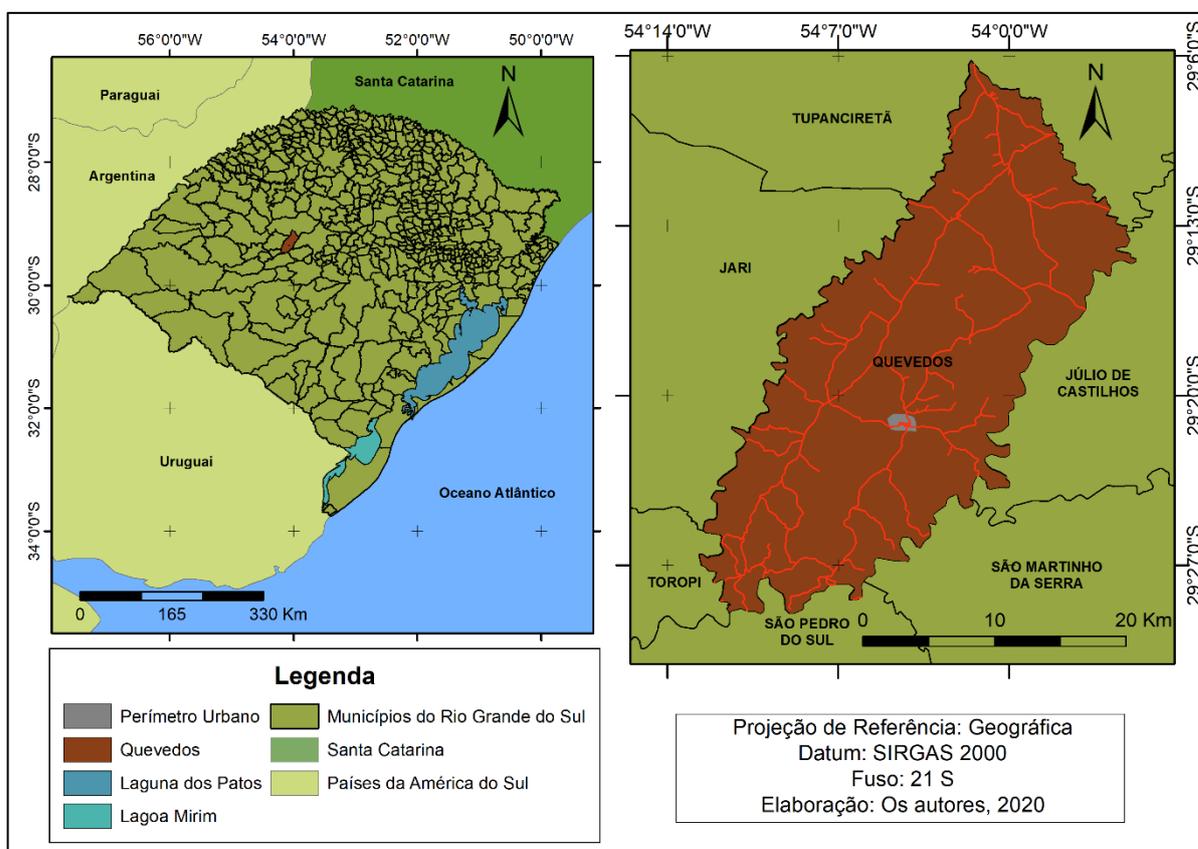
análises topográficas precisas de uma determinada área e a realização de cálculos de outras variáveis, através de técnicas digitais, contribuindo assim, nos estudos geomorfológicos.

Schmidt e Hewitt (2004), Iwahashi & Pike (2007), Jasiewicz & Stepinski(2013) Guadagnin e Trentin (2014), Silveira e Silveira (2014), Silveira e Silveira (2015), Sccoti et al. (2015), Robaina et al. (2016, 2017) e Trentin e Robaina (2016, 2018) desenvolveram procedimento metodológicos em SIG, que permitem obter diferentes ETs (Elementos do Terreno), utilizando como critério a posição da paisagem. Estes procedimentos, cada vez mais são utilizados em análises de relevo, ou combinados a outros elementos, permitindo compartimentações geomorfológicas.

O presente trabalho faz parte do projeto de Sistematização de Banco de Dados Cartográficos e Produção de Mapas Temáticos dos municípios da região centro-oeste do Rio Grande do Sul. Os estudos utilizam a análise do relevo e análise geomorfológica como base para avaliação da paisagem. Dentre esses citam-se os estudos de Menezes et al (2013) que desenvolveram pesquisa no município de São Pedro do Sul/RS; Trentin et al (2013) com trabalho de mapeamento geomorfologia no município de Manoel Viana – RS; Robaina e Trentin (2018) com análise das formas de relevo do município de São Vicente do Sul, RS; Rademann et al (2018) com o zoneamento geoambiental do município de Cacequi,RS e; Robaina e Trentin (2019) com o zoneamento geoambiental do município de São Francisco de Assis – Oeste do Rio Grande do Sul.

O município de Quevedos, se localiza na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), entre as coordenadas 54°13'0,12"W, 29°5'48,84"S, 53°54'32,76"W, 29°5'48,84"S, à 381 km da capital Porto Alegre e 89,3 km de Santa Maria. A oeste o município de Quevedos faz divisa com os municípios de Jari e Toropi, tendo o rio Toropi-mirim como limite. A leste pelo, rio Toropi, faz limite com os municípios de Júlio de Castilho e São Martinho da Serra. A norte faz divisa com o município de Tupanciretã, e ao sul com o município de São Pedro do Sul.

Figura 1 – Localização do município de Quevedos



Organização: Os autores

## Metodologia

Os mapas temáticos presente neste estudo foram produzidos no software ArcGIS 10.4.1, tendo como base as imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) adquiridas no site Earth Explorer. O mapa hipsométrico e o mapa de declividade são produtos gerados a partir de Modelos Numéricos do Terreno (MNT), que representam uma grandeza que varia continuamente no espaço. Para o mapa de drenagem foram utilizadas as cartas topográficas em escala 1:50.000 da Divisão de Levantamento do Exército para a análise da hidrografia.

O mapa hidrográfico apresenta a delimitação das sub-bacias do município que foi realizado com auxílio das curvas de nível e dos pontos cotados para identificar os divisores de água, com o uso da ferramenta *Edit Features* do software ArcGIS. As informações citadas foram adquiridas a partir das cartas topográficas de 1:50.000 onde o município de Quevedos se encontra, são elas: folha SH.21-X-D-III-4, folha SH.21-X-D-III-2, folha SH.21-V-C-I-1 e folha SH.21-V-C-I-3. Foi feita a hierarquização dos corpos d'água a partir do método de Strahler

(1952), sendo usado o método de graduação de cores e espessura para identificar as classes de 1ª ordem à 6ª ordem no Rio Toropi.

O mapa hipsométrico foi realizado através da ferramenta *topo to raster*, onde são interpoladas as informações relacionadas aos parâmetros altimétricos. A partir da fórmula de Struges ( $K=1+3,3 \log n$ ), que define a quantidade de classes a ser utilizado segundo um número “n” de dados, o resultado encontrado foi de 10 classes, porém para uma melhor compreensão das informações representadas no mapa decidiu-se utilizar 6 classes.

O mapa de declividade foi produzido com a ferramenta *ArcToolbox – slope*, utilizando o critério de classes de declividade foi estabelecido pelas adaptações feitas pelo Laboratório de Geologia Ambiental da UFSM na proposta do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT,1981): <2%, 2 – 5%, 5 – 15%, > 15%.

Para a realização dos perfis topográficos foi utilizado a ferramenta *3D analyst* do SIG, onde foi delimitado a linha do perfil através do *interpolate line* gerando 3 gráficos de elevação da área, as edições finais realizadas em editores gráficos. As formas de relevo foram obtidas através da declividade e a amplitudes das vertentes utilizando a ferramenta *Edit features* seguindo os limites das curvas associado a declividade.

A metodologia para definição dos elementos de relevo é baseada na proposta de Jasiewicz & Stepinski (2013), que analisa a similaridade textural do MDE, considerando a variação de níveis de cinza entre uma célula central e as células vizinhas, considerando que se a célula central for maior, assume o valor de “1”, se é menor “-1” e se é igual, “0”. Esta informação é transferida para valores de elevação do terreno de maior, menor ou igual. Para esse cálculo, perfis são traçados para as principais direções a partir da célula central “*look up distance*” (L), extraídos do Modelo Digital de Elevação.

O ângulo zenith do perfil é definido por “ $D\phi L=90^0 - D\beta L$ ”, onde “ $D\beta L$ ” é o ângulo máximo de elevação “ $D\delta L$ ”. O ângulo nadir do perfil é definido como “ $D\psi L=90^0 - D\delta L$ ”, onde “ $D\delta L$ ” é o ângulo mínimo de elevação “ $D\delta L$ ”. Assim, o ângulo Zenith é um ângulo entre o Zenith e a “*line-of-sight*”, e o ângulo nadir é um ângulo entre o nadir e uma hipotética “*line-of-sight*”, que resulta da reflexão do perfil da elevação em relação ao plano horizontal. Ambos são positivos e definidos entre 0° a 180°.

Para a realização do processamento do MDE e a geração dos elementos do relevo utiliza-se a aplicação *online*, disponibilizada no endereço eletrônico <<<http://sil.uc.edu/geom/app>>>. O código da aplicação também está disponível para baixar em <http://sil.uc.edu/>, podendo ser

implementada no ambiente do *software* SAGA. O arquivo de entrada para a varredura é uma MDE. Os dois parâmetros livres são *lookup* “L” (distância em metros ou célula unidades) e *thresholdt* (nivelamento em graus). Para os parâmetros livres, aplicou-se valor de “L” igual a 20 pixels (1800 metros) e graus “t” igual a 2°.

## Resultados

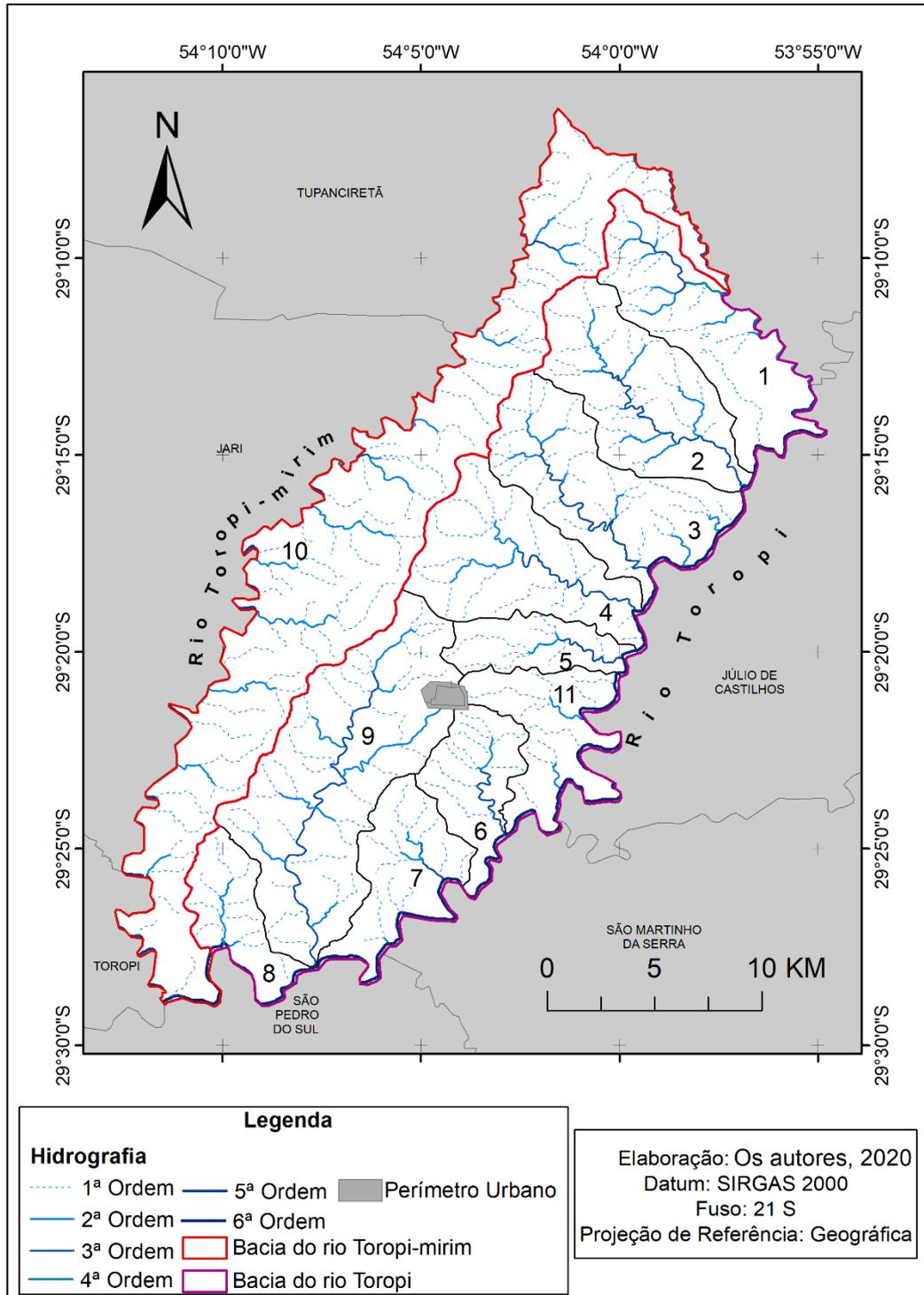
A área do município é drenada para duas bacias hidrográficas, a do rio Toropi a leste e a do rio Toropi-Mirim a oeste (Figura 2). A bacia do rio Toropi, no município, apresenta uma rede de drenagem de 6ª ordem compondo 70% da área do município, tendo com principais arroios o Lajeado do Faustino, Lajeado Valentim, Lajeado Monjolo e Lajeado do Cesar. A bacia hidrográfica do rio Toropi-mirim apresenta 5ª ordem, compondo 30% da área drenada no município. O tipo de escoamento que se encontra nessa bacia é a consequente, onde os cursos d'água são determinados pela declividade da superfície, em geral, coincidindo com a direção da inclinação das camadas principais de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral.

A rede de drenagem apresenta um padrão retangular que se caracteriza pelo aspecto ortogonal devida às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto nas principais como nas tributárias. Essa configuração está associada a influência exercida por um sistema de juntas e diaclases (Christofolletti, 1980) decorrente do substrato geológico predominante. A área urbana do município (Figura 03) se localiza junto aos divisores de água da bacia hidrográfica do arroio Socavão que drena para o rio Toropi.

As maiores altitudes se localizam na porção norte do município atingindo 517m e a menor altitude se encontram próximo ao rio Toropi, ao sul, com 110m, tendo amplitude topográfica de 400m. A maior parte do município se localiza em altitudes acima de 350 metros de altitude (Figura 4A).

As vertentes na área de estudo são marcadas por intervalo de declividades entre 5-15% que caracteriza um relevo ondulado, representando 48,74% do território. As vertentes com intervalo de declividade entre 2 a 5%, corresponde a 29,12% do total da área do município. Declividades superiores a >15% representando um relevo fortemente ondulado, ocorrendo na porção sul da área do município, abrangendo 13,74% do território (Figura 4B). A classe de declividade <2% ocorre associado determinados a cursos d'água, localizados nas sub-bacias do Lajeado do Faustino, Lajeado Valentim, Lajeado Monjolo e Lajeado do Cesar.

Figura 02 – Hidrografia do município de Quevedos



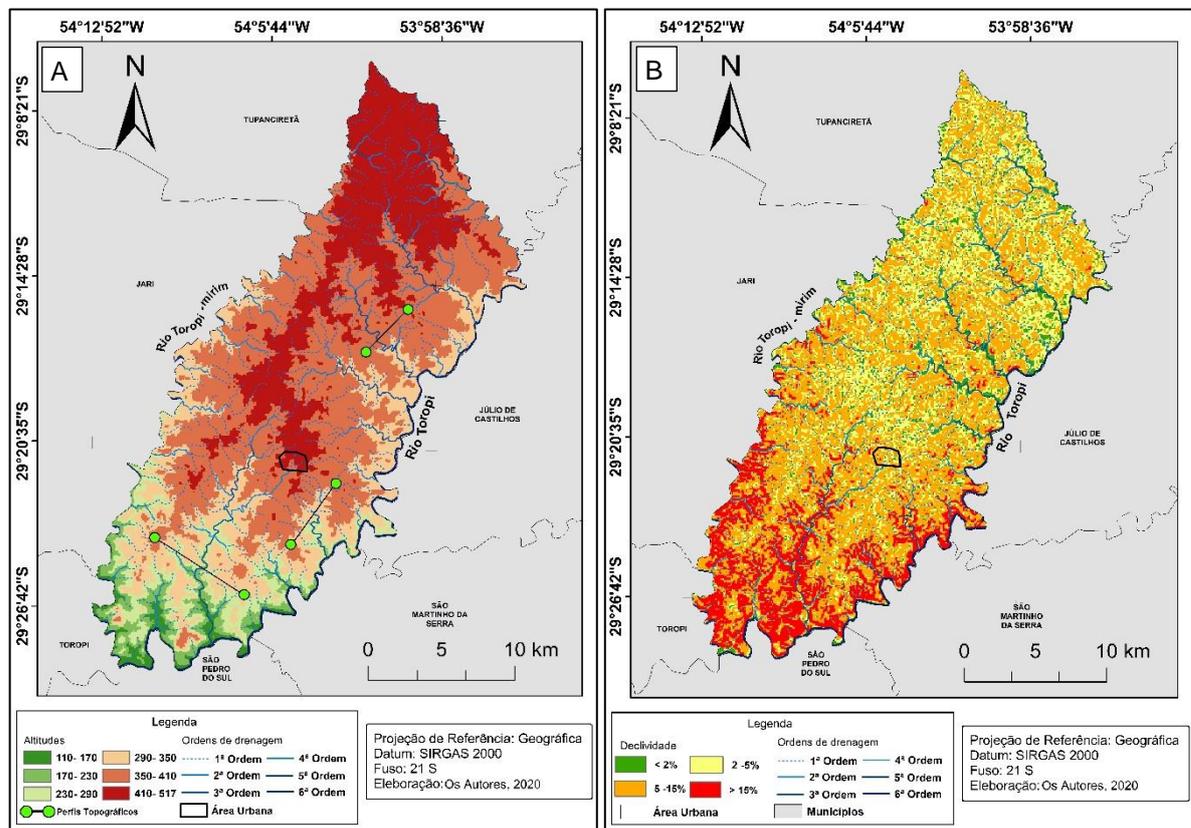
Organização: Os autores

Figura 03 – Fotografias da área urbana do município de Quevedos



Fonte: Banco de dados dos autores

Figura 4 – Mapa hipsométrico (A) e de declividade (B) do município de Quevedos

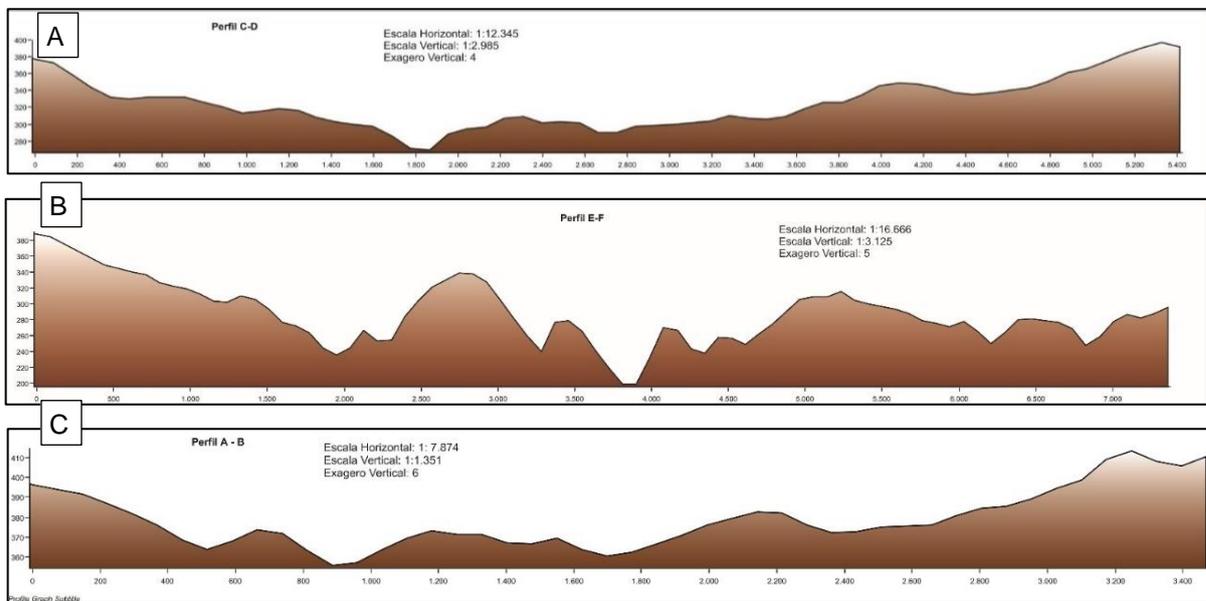


Organização: Os autores

A análise das amplitudes das vertentes pode ser avaliada a partir na análise de perfis topográficos. A região norte do município, representado pelo perfil A-B (Figura 5A), apresenta o relevo com pequena variação da amplitude caracterizado com uma variação de 10 a 35 metros. Na região central do município encontramos perfis de transição, de áreas mais planas para áreas de relevo ondulado, como exemplificado no perfil C-D (Figura 5B) onde as amplitudes variam de 20 a 50 metros. A região sul é caracterizada por relevo fortemente ondulado onde ocorrem

vertentes com variação da amplitude superior a 100 metros como demonstra o perfil E-F (Figura 5C).

Figura 5 – Perfis topográficos com representação do relevo no município de Quevedos



Organização: Os autores

### Classificação do Relevo no município de Quevedos

O município de Quevedos está incluído geomorfologicamente no Planalto da Serra Geral, que tem sua origem ligada ao vulcanismo que cobriu os sedimentos da Bacia do Paraná no final do Mesozóico. Em segundo nível pertence ao Modelado de Patamares do Planalto das Missões (ROBAINA et al.,2010)

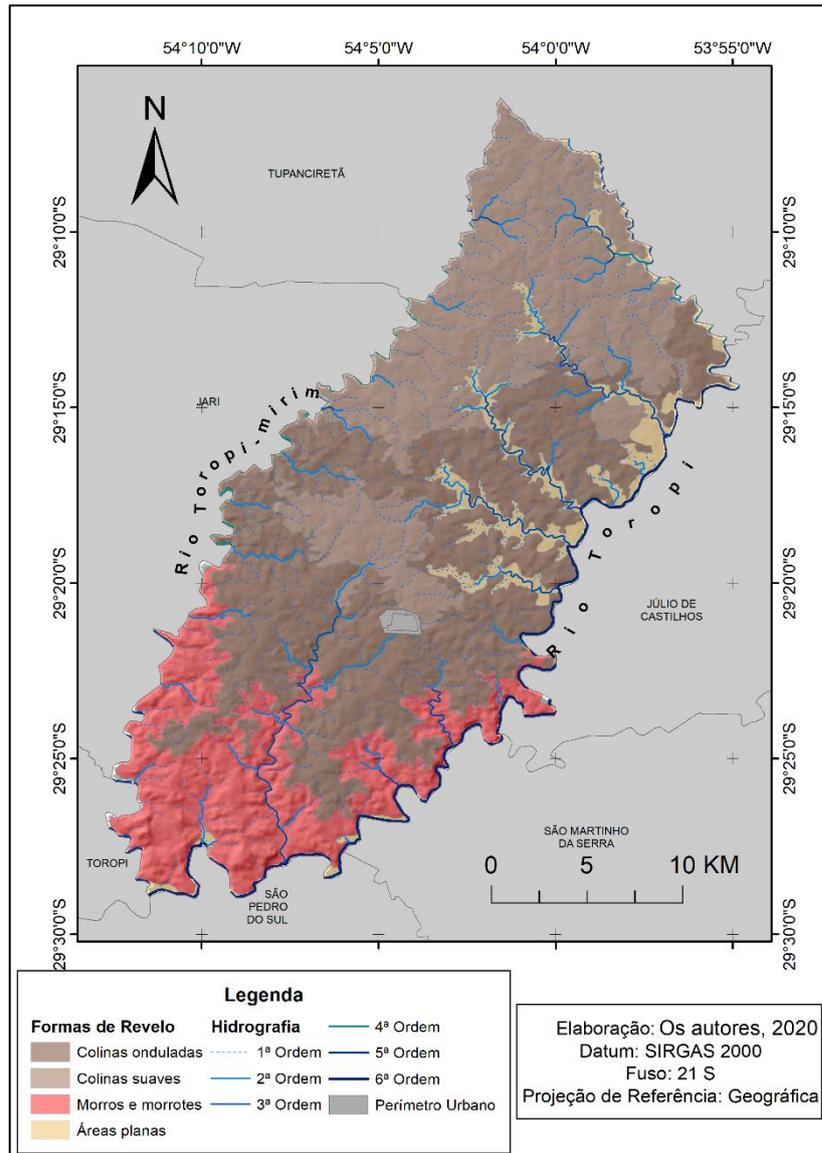
O relevo é caracterizado por quatro formas representados por áreas planas, colinas levemente onduladas, colinas onduladas e associação de morros e morrotes (FIGURA 6).

Os elementos de *geomorphons* que estão refletidos nessas formas são representados por 10 tipos principais: plano, pico, crista, ressalto, crista secundária, encosta, escavado, base de encosta, vale e fosso Figura 7.

As áreas planas compõem 6,47% do território municipal. Ocorrem na região Leste do município, próximos as drenagens mais importantes definidas pelos arroios afluentes do rio Toropi como: Lajeado do Faustino, Lajeado Valentim, Lajeado Monjolo, Lajeado do Cesar e Bacia do rio Aguape. As altitudes estão entre 290m e 350m e são caracterizadas por solos do tipo Neossolo lítico, associados a estrutura de diaclasamento horizontal do derrame, e junto a drenagem, com depósitos aluviais e colúvio-aluvionares. O relevo com declividade menor que

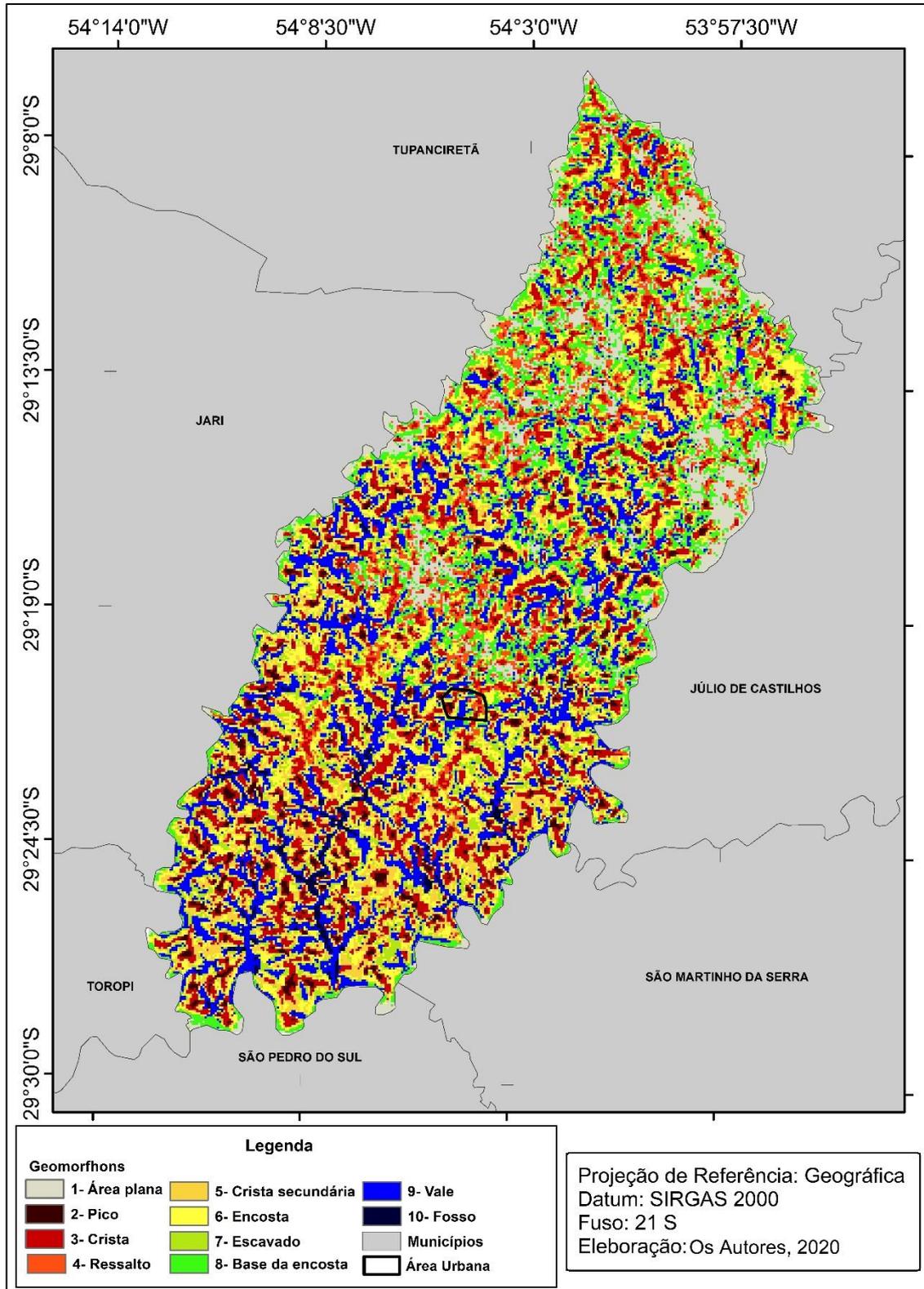
2% está representado por elementos do tipo plano (31,3%) e pequenas elevações colúvio-aluvionares representadas pelo elemento base de encosta (32%) e pelos canais de drenagem, no elemento vale (26%) (Figura 8).

Figura 6 – Formas de relevo do município de Quevedos



Organização: Os autores

Figura 7 – Elementos de relevo do município de Quevedos



Organização: Os autores

Figura 8 – áreas planas e solos raso associados



Fonte: Banco de dados dos autores

As colinas suavemente onduladas (FIGURA 09) ocorrem na região Centro-Norte de Quevedos, conferindo 26,78% do município, onde está a área urbanizada. Ocorrem nas altitudes acima de 410m representando áreas de dissecação fraca marcada por formas que se caracterizam por variação entre 10 a 25 metros de amplitudes e declividade de 2% a 5% das vertentes. Os solos, predominantemente, são do tipo Argissolos com espessuras ao redor de 1m, em média, associados a Neossolos litólicos, em regiões mais resistentes das rochas vulcânicas ácidas. O relevo de formas suaves está representado pelo elemento plano nas porções de topo das colinas (15,7%) e o elemento cristas largas (12,7%), com encostas amplas (14,4%) que avançam para base de encosta (23,2%). Na meia encosta são comuns degraus de porções de rocha resistentes representado pelo elemento ressalto (17,6%).

Figura 09 – Fotografias das colinas suavemente onduladas e a presença de Argissolos no município de Quevedos



Fonte: Banco de dados dos autores

Na porção Central, em 34,94% do território do município, nas altitudes entre 290-350m, e na porção leste, na bacia do rio Toropi, com altitudes de 350-410m ocorrem formas de dissecação representadas colinas onduladas (FIGURA 10). Essas formas são caracterizadas por amplitudes que variam de 20 a 50m e a declividade está no intervalo entre 5-15%. O substrato está representado por rochas vulcânicas básicas e os solos são mal desenvolvidos, Neossolos litólicos e Cambissolos. Nesse relevo de colinas o maior entalhamento da rede de drenagem e os topos convexos estão representado por elementos como encosta (21,3%), crista (20%) e vale (17%).

Figura 10 – Fotografias das colinas onduladas e solos rasos associados



Fonte: Banco de dados dos autores

Na região sul do município ocorre relevo movimentado associado a áreas do Rebordo do Planalto. As formas são de uma associação de morros e morrotes (FIGURA 11), caracterizados por vertentes com amplitude altimétrica que podem ser superiores a 100m e declividades maiores que 15%. Os interflúvios curtos estão representados pela maior ocorrência, relativa, do elemento crista secundária (16%), a ocorrência do elemento vale (23%) e escavado (12,4%). As encostas (17%) são mais curtas e, por isso, menos representativas que no modelado anterior. As rochas vulcânicas ocorrem entre as cotas de 350m até 230m e abaixo podem ocorrer intercaladas e sobrepostas a rochas sedimentares da formação Botucatu.

Figura 11 – Relevo fortemente ondulado e afloramento de rocha vulcânica



Fonte: Banco de dados dos autores

### Considerações finais

- A análise das variáveis geomorfológicas, como altitude, declividade e amplitude, associado aos elementos de geomorphons, permite a caracterização e definição das formas de relevo de uma determinada área. Este trabalho propôs a caracterização do relevo do município de Quevedos e definiu quatro formas, as áreas planas, as colinas suavemente onduladas, as colinas onduladas e as associações de morros e morrotes.
- O município de Quevedos encontra-se espacialmente sobre as áreas do Planalto da Serra Geral, o que condiciona um relevo com uma morfologia suave a ondulada na maioria do município ocupando toda a porção centro norte, porém ao sul do município encontram-se áreas fortemente onduladas dos morros e morrotes associados aos cursos de água com seus vales encaixados.
- As geotecnologias possibilitam cada vez mais a interações entre diferentes temas de análise. O uso do SIG, permitiu estabelecer relações entre as diferentes camadas espaciais dos parâmetros geomorfológicos analisados possibilitando a contextualizações das formas de relevo definidas no município. O estudo do relevo com uso de geotecnologias serve como base para estudos avançados com o cruzamento de múltiplas variáveis que permitam compreender os processos superficiais e desenvolver análises ambientais.
- A associação de diferentes técnicas de análise geomorfológica tem auxiliado bastante nos mapeamentos geomorfológicos, pois permite ao pesquisador analisar diferentes parâmetros, combinar diferentes procedimentos para a representação do relevo. Porém deve-se destacar que nenhuma técnica de representação ou análise geomorfológica substitui o conhecimento *in loco*, e a interpretação do pesquisador.

- Os parâmetros geomorfométricos representam a espacialização de determinadas características extraídas de um Modelo Digital de Elevação, ou Terreno. As resoluções espaciais deste modelos condicionam muito as análises destes parâmetros, pois modelo mais refinados, com resoluções espaciais maiores e correções mais apuradas possibilitam que sejam geradas e analisadas características geomorfométricas até mesmo em escalas de vertentes, porém, modelos mais grosseiros, com resoluções espaciais menores e poucas correções altimétricas dificultam muito as análise em escalas maiores.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a UFSM, CNPq e FAPERGS, pelo apoio a bolsa de iniciação científica em apoio a pesquisa.

### **Referências bibliográficas**

- CHRISTOFOLETTI, A. (1980) *Geomorfologia*. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- DEMEK, J.(1967) Generalization of Geomorphological Maps. In: UGI, C. Géomorphologie appliquée (Org.). *Prog. made Geomorphol. mapping. Progrès la Cartogr. géomorphologique*. Brno and Bratislava. p. 36–72.
- GUADAGNIN, P. M. A.; TRENTIN, R.(2014) Compartimentação geomorfométrica da bacia hidrográfica do Arroio Caverá - RS. *Geo UERJ*, v. 1, p. 183-199. <http://dx.doi.org/10.12957/geouerj.2014.10030>
- HASENACK, H.; WEBER, E. (org). (2010) *Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - Escala 1:50.000*. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/labgeo/index.php/dados-espaciais/250-base-cartografica-vetorial-continua-do-rio-grande-do-sul-escala-1-50-000>>. Acesso em: 7 abr. 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Malhas Digitais: Municípios 2010*. Disponível em:<[http://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT) (1981). *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000*. São Paulo: IPT Publicação 1183.

- IWAHASHI, J.; PIKE, R. J. (2007) Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. *Geomorphology*, v. 86, n. 3–4, p. 409–440. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.09.012>
- JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. (2013) Geomorphons-a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms. *Geomorphology*, v. 182. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2012.11.005>
- MENEZES, D. J.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SCCOTI, A. A. V. (2013) Compartimentação geomorfológica do município de São Pedro do Sul/RS. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 40, p. 268-279, 2013.
- RADEMANN, L. K.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.. (2018) Zoneamento geoambiental do município de Cacequi, Rio Grande do Sul. *Geosul*, v. 33, p. 85-104. <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2018v33n66p85>
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R.; BAZZAN, T.; RECKZIEGEL, E.W.; VERDUN, R.; NARDIN, D. (2010) Compartimentação Geomorfológica da bacia Hidrográfica do Ibicuí, Rio Grande do Sul, Brasil: Proposta de Classificação. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 11, p. 11-23. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v11i2.148>
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R.; LAURENT, F. (2016) Compartimentação do estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 17, p. 287-298. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.857>
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R.; CRISTO, S. S. V.; SCCOTI, A. A. V. (2017) Application of the concept of geomorphons to the landform classification in Tocantins State, Brazil. *Revista Ra'e Ga Espaço Geográfico em Análise*, v. 41, p. 37-48, 2017. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v41i0.48724>
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (2018) Estudo e zoneamento das formas de relevo do município de São Vicente do Sul, RS. *Geoambiente on-line*, v. 31, p. 160-174, 2018. <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i31.53087>
- ROBAINA, L. E. S.; TRENTIN, R. (2019) Estudos e zoneamento geoambiental do município de São Francisco de Assis/ Oeste do Rio Grande do Sul. *Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, v. 16, p. 323-344. <http://dx.doi.org/10.17127/got/2019.16.014>
- ROSS, J.L.S. (1992) O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*. n. 6, p. 17-29. <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>

- SCHMIDT, J.; HEWITT, A. (2004) Fuzzy Land Element Classification from DTMs Based on Geometry and Terrain Position. *Geoderma*. vol. 121. Pag. 243–256. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2003.10.008>
- SCCOTI, A. A. V.; ROBAINA, L. E. S; TRENTIN, R. (2015) Definição das unidades de relevo da bacia hidrográfica do rio Ibicuí da Armada-sudoeste do Rio Grande do Sul. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 16, p. 35-48.
- SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. da; OKA-FIORI, C. (2014) Emprego de técnicas de inferência espacial para identificação de unidades de relevo apoiado em atributos topográficos e árvore de decisão. *Revista brasileira de geomorfologia*. União da Geomorfologia Brasileira. v. 15. p.87-101. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i1.433>
- SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. (2015) Classificação hierárquica automatizada de formas do relevo no estado do Paraná apoiada na modelagem digital do terreno. *Revista Brasileira de Geografia Física*. v. 8, n. 3, p. 1509–1523. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.5.p1509-1523>
- STRAHLER, A. N. (1952) Dynamic basis of geomorphology. *Bulletin of the Geological Society of America*. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1952\)63\[923:DBOG\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1952)63[923:DBOG]2.0.CO;2)
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SCCOTI, A. A. V. (2013) Mapeamento geomorfológico do município de Manoel Viana/Oeste do Rio Grande do Sul - Brasil. *Geociências (São Paulo. Online)*, v. 32, p. 333-345.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. (2016) Classification of the landform units supported by geomorphometric attributes. *Mercator (Fortaleza. Online)*, v. 15, p. 53-66. <https://doi.org/10.4215/RM2016.1503.0004>.
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; BARATTO, D. S. (2016) Análise de elementos do relevo através do Topographic Position Index (TPI) da bacia hidrográfica do arroio Puitã - oeste do Rio Grande do Sul/Brasil. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, v. 31, p. 14. <https://doi.org/10.11606/rdg.v31i0.100267>
- TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S. (2018) Study of the landforms of the Ibicuí river basin with use of Topographic Position Index. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 19, p. 423-431, 2018. <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1383>
- TRICART, J. (1965) *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Paris: Masson, 1965.
- VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. (1975) *System of geomorphological survey*. Netherlands, Manuel ITC Textbook, v.VII. 52p.