Geografia Ensino & Pesquisa

UFSM
Geog Ens Pesq
Santa Maria, v.24, e25, 2020
DOI: 10.5902/2236499439868
ISSN 2236-4994

Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental Submissão: 04/09/2019 | Aprovação: 25/05/2020| Publicação: 09/07/2020

Caracterização do relevo do município de Santiago/RS

Landforms characteristics of county of the Santiago/RS

Marinéli Moraes Gaberti[I]; Luis Eduardo De Souza Robaina[II]; Romario Trentin[III] Marizete Palhano Chavez[IV]

RESUMO

O presente estudo, realizado no município de Santiago, que se localiza na região Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, tem como objetivo caracterizar o relevo identificando atributos topográficos obtidos de um Modelo Digital de Elevação (MDE), utilizando ferramentas de geotecnologias e SIG. Determinaram-se três níveis de classificação definidos por formas de relevo, elementos de relevo e forma das vertentes. As formas indicam um conjunto de parcelas relativamente homogêneas, representadas por áreas planas, colinas, morros e morrotes, sendo calculadas por análise da declividade e amplitude. Os elementos do relevo classificados em 10 formas básicas são identificados a partir da técnica dos *geomorphons,* baseada na similaridade textural do modelo digital, que é transferido para valores de amplitude do terreno, a distância e o ângulo de direção dos pontos vizinhos em relação à célula central. A forma das vertentes definidas como unidades geomorfométricas foi compartimentada a partir do emprego de três variáveis geomorfométricas: declividade, perfil de curvatura e plano de curvatura. As formas mais importantes são de colinas levemente onduladas, onde se destacam os elementos de vertente, topos e vales largos. As vertentes predominantes são a do tipo I e VIII, sendo que a I apresenta declividade superior a 5%, convergente e côncava e a vertente do tipo VIII apresenta declividade inferiores a 5%, divergente e convexa.

Palavras-chaves: Relevo; Geomorfometria; Santiago; *Geomorphons*

ABSTRACT

This study, conducted in the county of Santiago, which is located in the Midwestern region of Rio Grande do Sul. It aims to characterize the relief topographic identifying attributes obtained from a Digital Elevation Model (DEM) using geotechnology tools and GIS. Three levels of classification defined by relief shapes, relief elements and slope shape were determined. The landforms indicate a set of relatively homogeneous portions represented by flat areas, hills e buttes being calculated by analyzing the slope and amplitude. Relief elements classified into 10 basic shapes are identified from the geomorphons technique based on the textural similarity of the digital model, which is transferred to terrain elevation values, distance and direction angle of neighboring points in relation to the central cell. The shape of the slopes defined as geomorphometric units were compartmentalized from the use of three geomorphometric variables: slope, curvature profile and curvature plane. The most important forms are slightly undulating hills, where the elements of slope, tops and wide valleys stand out. The predominant slopes are type I and VIII, and I has a slope greater than 5%, convergent and concave, and the type VIII slope below 5%, divergent and convex.

Keywords: Relief; Geomorphometria; Santiago; Geomorphons

[I] Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, http://lattes.cnpq.br/8856125598134955 marinelemorais@hotmail.com
[II] Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, http://lattes.cnpq.br/6075564636607843 - lesrobaina@yahoo.com.br
[III] Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, http://lattes.cnpq.br/2287005710639329 - romario.trentin@gmail.com
[IV] Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, http://lattes.cnpq.br/6093338103086457 - dmldl82@hotmail.com

1.INTRODUÇÃO

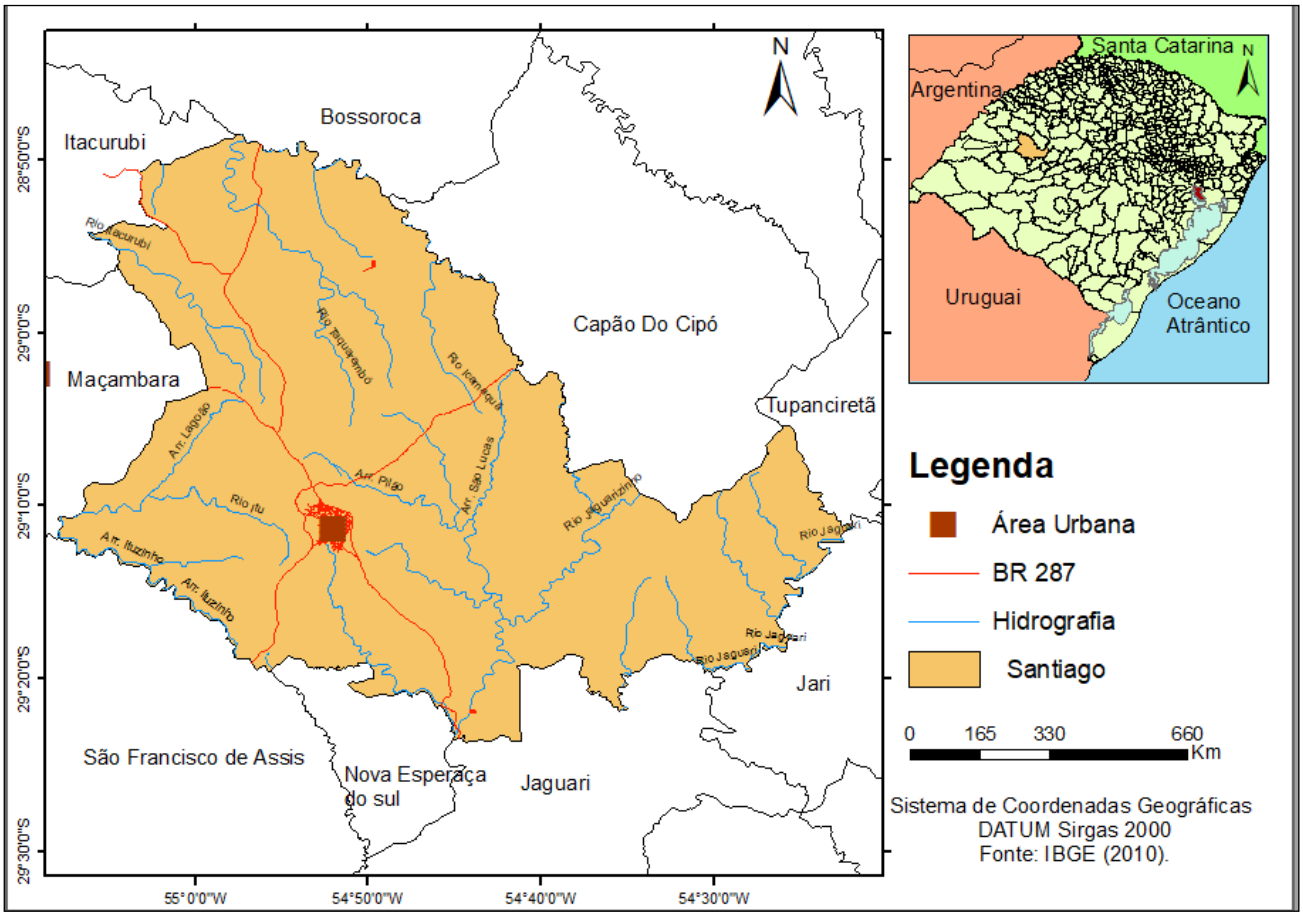
O relevo, com suas diferentes formas, é um aspecto da natureza que reflete a atuação de forças tectônicas e de processos externos controlados pelos rios, geleiras e o vento. Para a análise do relevo, são considerados parâmetros básicos, definidos pela altimetria e pela análise das vertentes, sendo caracterizadas pelo comprimento, declividade, amplitude e forma. O estudo e a caracterização de diferentes zonas homólogas de relevo são de grande importância para análise ambiental de uma região, pois as formas de relevo possuem estreita relação, quanto a distribuições de outros atributos de gênese da paisagem (REZENDE E SALGADO, 2011).

Com o desenvolvimento de métodos de geoprocessamento e SIGs, é possível a representação da superfície terrestre na forma de modelos digitais numéricos, que possibilitam a análise topográfica de uma zona de interesse, assim como o cálculo automatizado de uma série de variáveis relacionadas (VIDAL-TORRADO et al., 2005). Os métodos de classificação atuais, que utilizam os sistemas de informações geográficas (SIG's), descrevem de modo quantitativo as formas da superfície por meio de equações aplicadas a modelos numéricos de representação altimétrica. (MUÑOZ 2009) que permitem a subdivisão do relevo com base nas formas em uma visão mais ampla do relevo, nos elementos do relevo e nas feições das vertentes.

As formas do relevo definem um conjunto de parcelas relativamente homogêneas, representado por características topográficas que determinam as áreas planas, o relevo de colinas, os morros e morrotes. Para análise das formas, utilizaram-se como fundamentação os trabalhos desenvolvidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981), especialmente, os trabalhos de mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo; o estudo do relevo no município de São Pedro do Sul/RS, realizado por Menezes et al (2013); a análise do relevo em bacia hidrográfica do rio Santa Maria, por Scotti et al. (2015); e a determinação das formas do relevo da região central da Serra do Mar Paranaense (SILVEIRA; SILVEIRA, 2016).

Os elementos de relevo foram definidos com base nos trabalhos de Silveira et al (2017) que utilizam o Índice de posição topográfica (IPT) e, especialmente, o estudo de (JASIEWICZ; STEPINSKI, 2013)), que desenvolve uma metodologia, aplicada por Robaina et al. (2017), que classifica os elementos de relevo através do emprego de ferramentas de visão computacional, estabelece parametrização automatizada nos denominados *geomorphons*.

Figura1 - Mapa de Localização do município de Santiago /RS indicando sua localização no estado do Rio Grande do Sul, principais rodovias e drenagens e área urbana



Fonte: IBGE (2010) Organização: Os autores

As vertentes são analisadas usando a proposta de Hugget (1975), que estabelece a classificação de formas de vertentes combinando a curvatura vista em perfil e em plano, propondo nove padrões ideais para indicações das direções dos fluxos da água sobre as vertentes. Podem ser analisadas em relação à forma (curvaturas de perfil e de plano), inclinação (declividade), orientação ou exposição (aspecto ou radiação

solar) e posicionamento na paisagem (MACMILLAN E SHARY, 2009). Iwahashi e Pike (2007) apresentam um método de classificação topográfica automatizada, sem supervisão, com base em três variáveis morfométricas: declividades, convexidade das encostas e textura superficial.

O objetivo deste trabalho é caracterizar o relevo do município de Santiago, com o apoio de atributos topográficos obtidos de um Modelo Digital de Elevação (MDE), visando desenvolver técnicas que ofereçam suporte aos trabalhos de mapeamento geomorfológico com maior rapidez e reduzam os custos dos levantamentos. Santiago localiza-se a uma latitude de 29º 11’ 30” sul e a uma longitude de 54º11’ 30” oeste , estando a uma altitude de 409, está situada a 363,6km da capital do estado, Porto Alegre, na região Centro- Oeste do Rio Grande do Sul (figura1). O município tem 2.413,075 km^2 de extensão territorial e, de acordo com o senso 2010, conta com uma população de 49.082 pessoas e uma densidade demográfica de 20 hab/ km^2.

2.METODOLOGIA

Os trabalhos iniciaram com uma revisão bibliográfica e, posteriormente, com a construção do Modelo Digital de Elevação, através de imagens de RADAR da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 3 *arcsec* (90 metros) obtidas junto a USGS. A escolha desse modelo digital de elevação, tendo-se conhecimento de modelos de melhor resolução espacial, deu-se pela acurácia das informações dele, visto que já passou de diversas versões de correções de ruídos (USGS, 2020). Os produtos cartográficos e os parâmetros morfométricos extraídos desse modelo não apresentam erros de corpos d`água, entre outros. Para os estudos utilizou-se o *softwere* ArcGIS® 10.4, o qual disponibilizou as ferramentas para a criação, análise e ponderação das bases cartográficas.

Os trabalhos de campo, etapa essencial do mapeamento, foram realizados através de perfis, seguindo estradas e caminhos, utilizando o apoio de um receptor GPS de navegação precisão 10 - 30m (Garmim 62Sx).

Para a análise da hipsometria, foram utilizadas as classes 112-200,>200-300; 300-380, >380 com base no histograma de frequência. A amplitude das vertentes foi identificada com perfis topográficos em diferentes porções do município. As classes de declividade foram definidas seguindo o IPT (1981) em intervalos de <2%; 2-5%; 5-15% e > 15%. A relação entre a amplitude e declividade do relevo determina a existência das seguintes formas: Área Planas; Colinas levemente onduladas; Colinas fortemente onduladas; Morrotes e Morros (Tabela 01).

Tabela 01 - Unidades de relevo do município Santiago/RS

Amplitude Altimétrica	Declividade	Formas de relevo
<100 metros	<2%	Áreas Planas
	2%-5%	Colinas levemente onduladas
	5%-15%	Colinas fortemente onduladas
	>15%	Morrotes
>100 metros	>15%	Morros

Modificada IPT (1981) Organização: Os autores

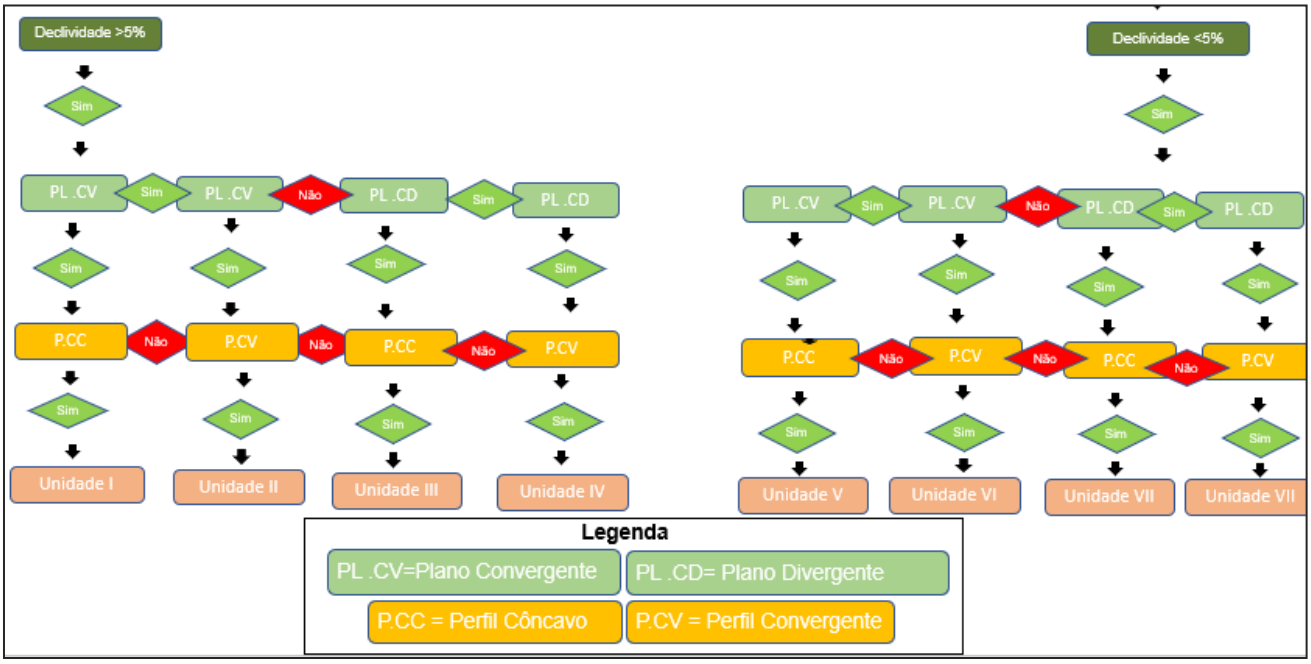
Os elementos do relevo são classificados em 10 formas básicas, sendo definidos como: elementos planos, pico, crista ou topos, ressalto, crista secundária, encosta ou vertentes, fossos, vale, base de encosta e escavados. A metodologia aplicada na definição desses elementos é baseada na proposta de Jasiewicz e Stepinski (2013), que analisa a similaridade textural do MDE, que apresentará a variação para mais ou para menos de níveis de cinza entre células vizinhas, considerando um nível específico. Se maior “1”, se menor “-1” se igual “0”. Isso é transferido para valores de elevação do terreno de maior, menor ou igual. Além disso, para caracterizar a superfície do relevo, foram utilizadas não somente a diferença de altura, mas a distância e o ângulo de direção dos pontos vizinhos em relação à célula central (ângulos Zenith e Nadir). Para esse cálculo, perfis são traçados para as principais direções a partir da célula central “lookup distance” L extraídos do MDE.

Para análise da forma das vertentes, utilizaram-se os parâmetros declividade, perfil e plano. Vertentes podem ser definidas de forma simplificada como um

elemento da superfície terrestre inclinado em relação à horizontal, que apresenta um gradiente e uma orientação no espaço (VELOSO, 2002 p.2) e, dessa forma, podem ser classificadas de acordo com a sua declividade e a sua curvatura no plano ou em perfil. As informações de declividades geradas a partir do MDE foram obtidas no presente trabalho por meio do polinômio de Horn (1981) e foram separadas em duas classes, cujo limite é de 5%.

O plano de curvatura da vertente refere-se ao caráter divergente/convergente do terreno, enquanto o perfil de curvatura está relacionado ao caráter convexo/côncavo do terreno, sendo decisiva na aceleração ou na desaceleração do fluxo da água sobre o mesmo.

Figura 2 - Fluxograma apresentando a árvore de decisão utilizada para a definição das unidades de vertentes



Organização: Os autores

Ambos foram obtidos a partir do MDE, por meio do emprego do polinômio de Zevenbergen e Thorne (1987). O perfil das vertentes, em ambiente SIG, é analisado de acordo com o seu valor de curvatura (histograma de frequência) e, teoricamente, vertentes retilíneas têm valor de curvatura nulo, vertentes côncavas têm positivos e

convexas têm curvatura negativa (VALERIANO,2003). Porém, vertentes com valores nulos são muito raras na natureza, assim muito pouco do que se julga retilíneo apresenta valor de curvatura realmente nulo, mas valores pertencentes a um intervalo de tolerância na vizinhança desse valor.

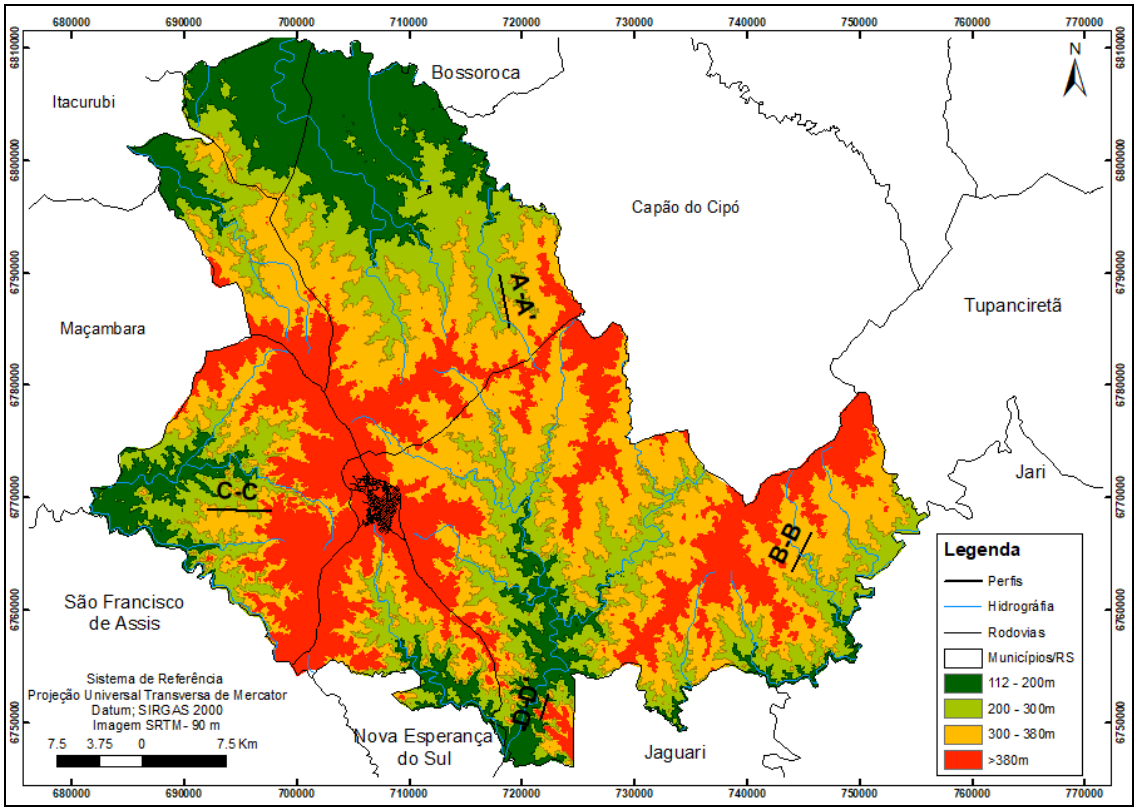
Através do cruzamento das informações, utiliza-se a árvore de decisão apresentada no fluxograma da Figura 2, para melhor visualização e compreensão do trabalho realizado.

3.RESULTADO

As menores altitudes no município são de 112 metros e são encontradas ao norte do município, junto ao Rio Tacuarimbó, enquanto a maior cota altimétrica é de 465 metros e está localizada próximo a área urbana do município, resultando assim uma amplitude altimétrica de 375 metros. As altitudes inferiores a 200 metros representam 33% do total da área do município, ocorrendo principalmente no extremo norte; altitudes entre 200 e 300metros representam 15% do total da área de estudos, seguindo os vales dos principais cursos de drenagem; a classe com altitudes entre 300 e 380 metros representa 23% do total no município. A classe hipsométrica com altitudes superiores a 380metros ocorre no centro-sul do município, representando 29%, estando localizada a área urbana.

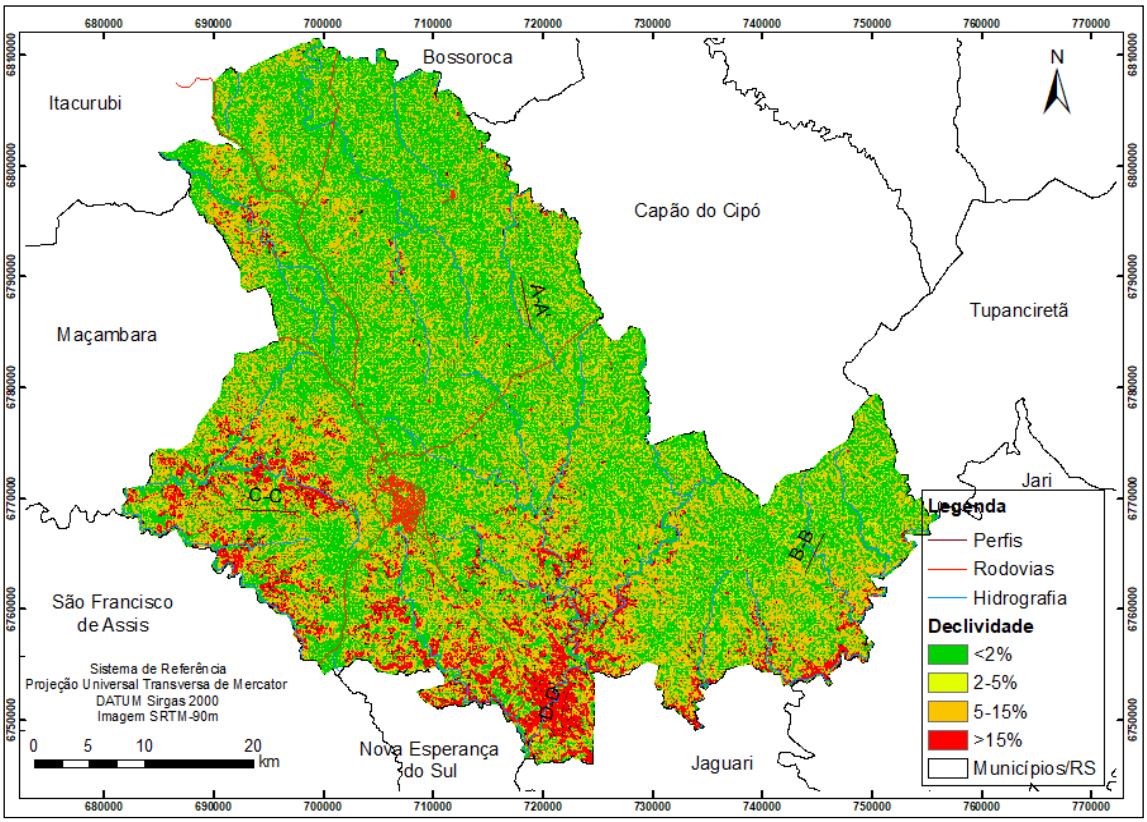
O relevo no município de Santiago é caracterizado por declividades das vertentes menores de 5%, totalizando 40% da área total, formando uma região com grande ocorrência de áreas planas. As áreas com declividades maiores que 15% estão localizadas predominantemente no sul do município, formando vales encaixados em falhas, que marcam as linhas de avanço erosivo, estando presente em 14% da área total do município, de acordo com a figura 4.

Figura 3 - Mapa Hipsometria de Santigo/RS



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Figura 4: Declividade Santiago/RS

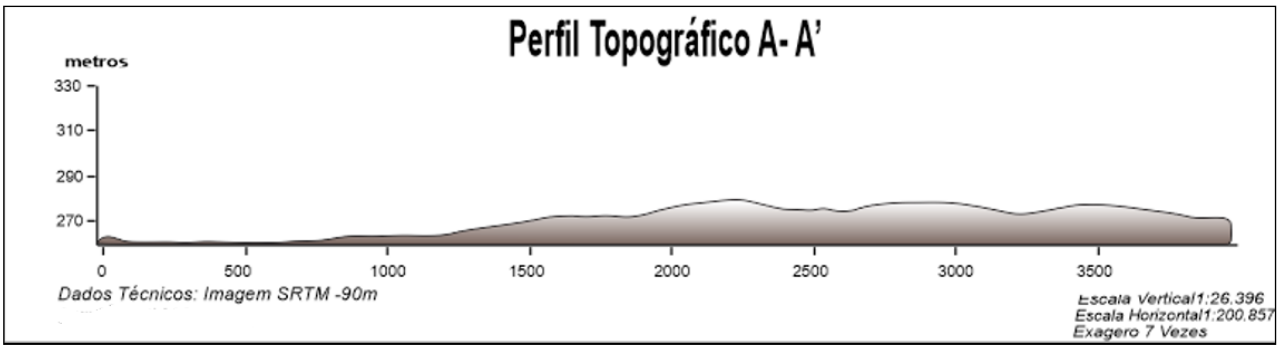


Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

A relação entre as declividades e a amplitude definiu as formas de relevo do município de Santiago (FIGURA 5) em: áreas planas, colinas suavemente onduladas, colinas fortemente onduladas e formas de morros e morrotes associadas.

Áreas Planas: Essas áreas caracterizam-se por declividade que não ultrapassa 2% e amplitudes inferiores a 10m (FIGURA 6), marcando áreas de aplainamento. Elas ocorrem associados às porções de maiores altitudes que representam divisores de água, ocupam uma área de 35% no total do município.

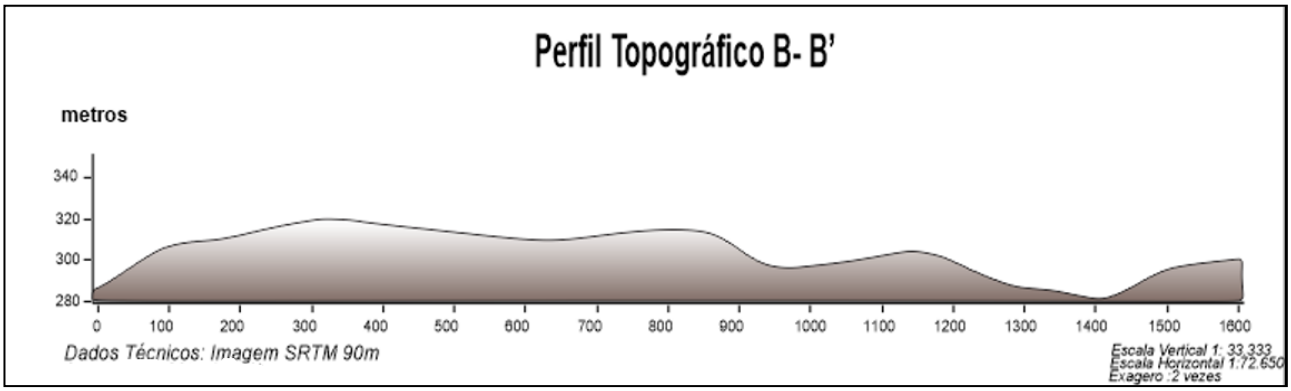
Figura 6 - Perfil topográfico A-A



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

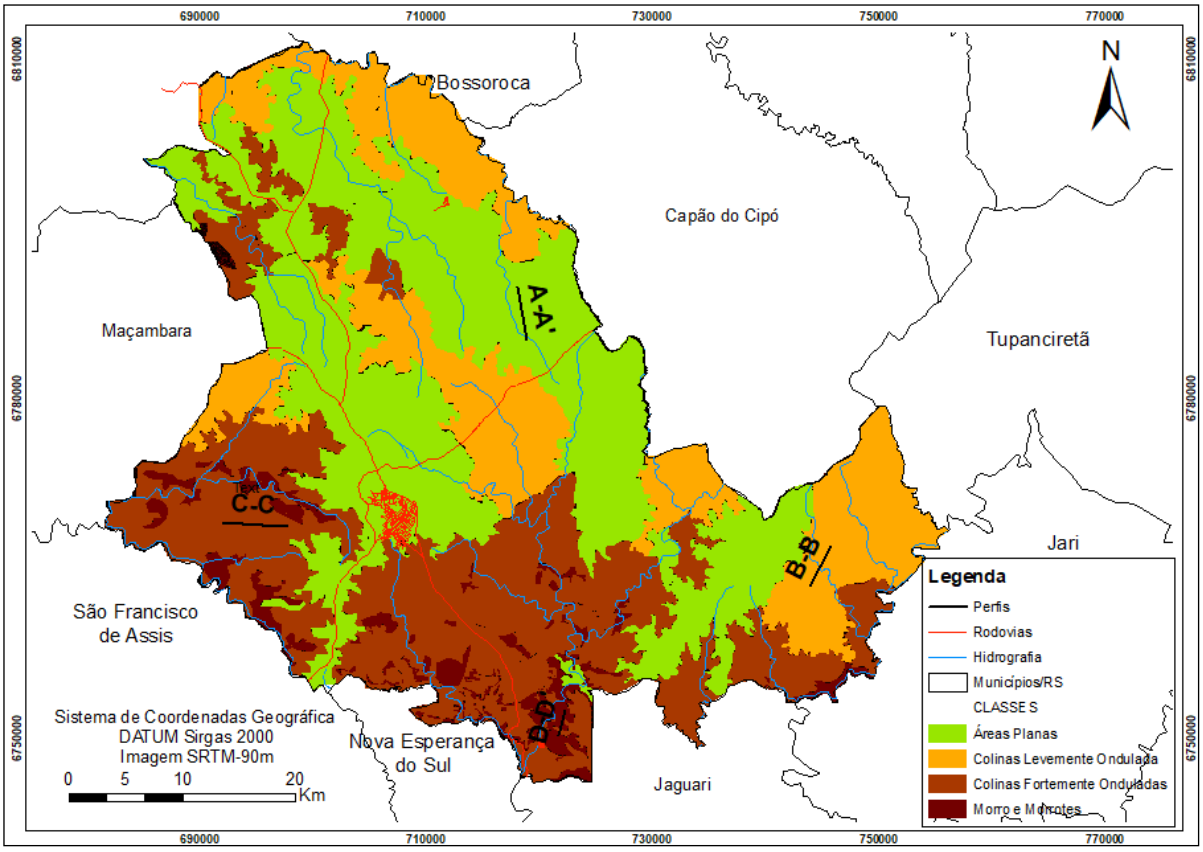
Colinas Suavemente Onduladas: Esta unidade de relevo ocorre associada às áreas planas na porção central do município e nos extremos NW e NE. As formas de colinas suavemente onduladas caracterizam-se por amplos interflúvios, declividades entre 2 e 5 % e amplitudes entre 20m e 40m, observado no perfil topográfico B-B' figura 7.

Figura 7 - Perfil topográfico B-B'



Fonte: SRTM-90m - Organização: os autores

Figura 5 - Formas do relevo do município de Santiago/RS



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Essas formas de relevo são responsáveis por marcar o limite em que os processos deposicionais são superados pelos degradacionais, ou seja, em que ocorrem os surgimentos de incisões lineares (Ravinas e Voçorocas). Essa forma representa 25% da área do município.

Colinas Fortemente Onduladas: Ocorrem em 30% da área do município, principalmente na porção Sul, sendo identificadas por declividades em sua maioria no intervalo de 5 a 15%, apresentam interflúvios mais curtos e amplitude das vertentes (FIGURA 8) entre 20-30m.

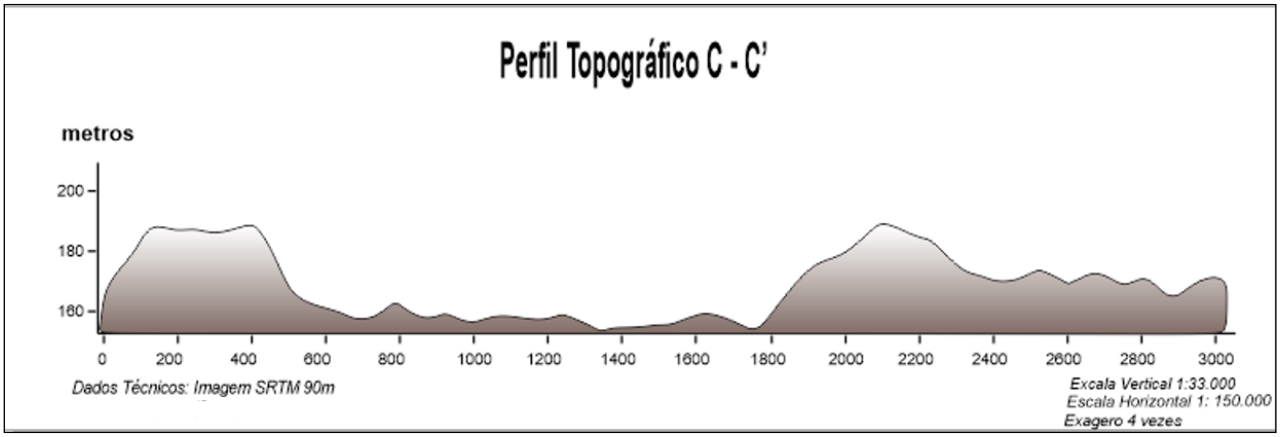
Algumas dessas colinas apresentam degraus rochosos (rochas mais resistentes que as do seu entorno).

Morro e Morrotes: As formas de morros e morrotes são caracterizadas por declividades maiores que 15%, possuindo altitudes que variam de 250 a 460m. Os morrotes correspondem a formas com amplitudes inferiores a 100m e os morros

superiores. Ocorrem, principalmente, no Sul e uma pequena representação a noroeste do município, ocupando uma área de 10%.

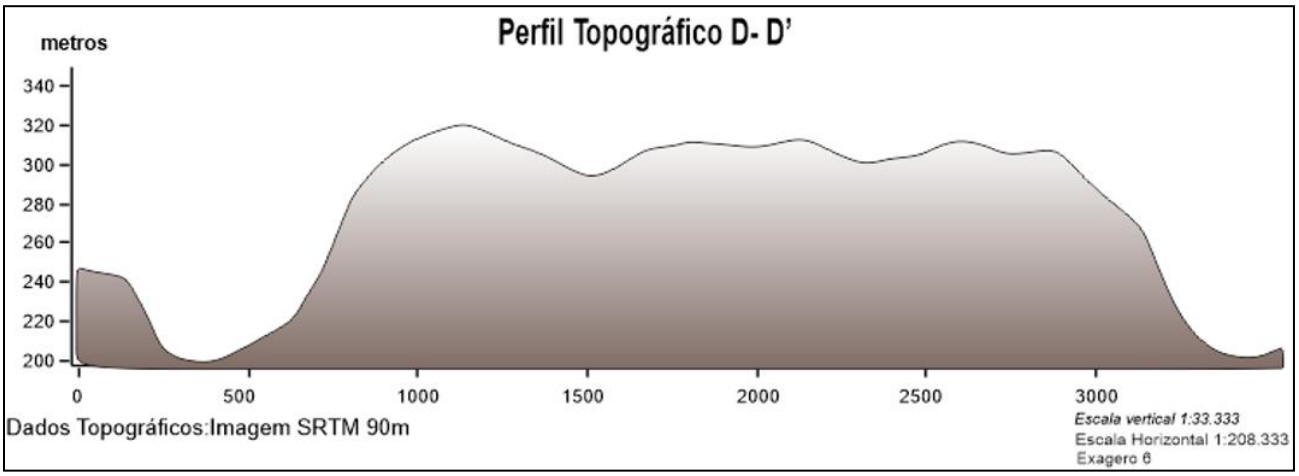
O perfil topográfico D-D'(figura9) está localizado ao sul do município, apresenta uma extensão de 3km, mostra uma amplitude altimétrica de 120, estando no interflúvio do Rio Jaguarizinho.

Figura 8 - Perfil topográfico C-C'



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Figura 9 - Perfil topográfico D-D'



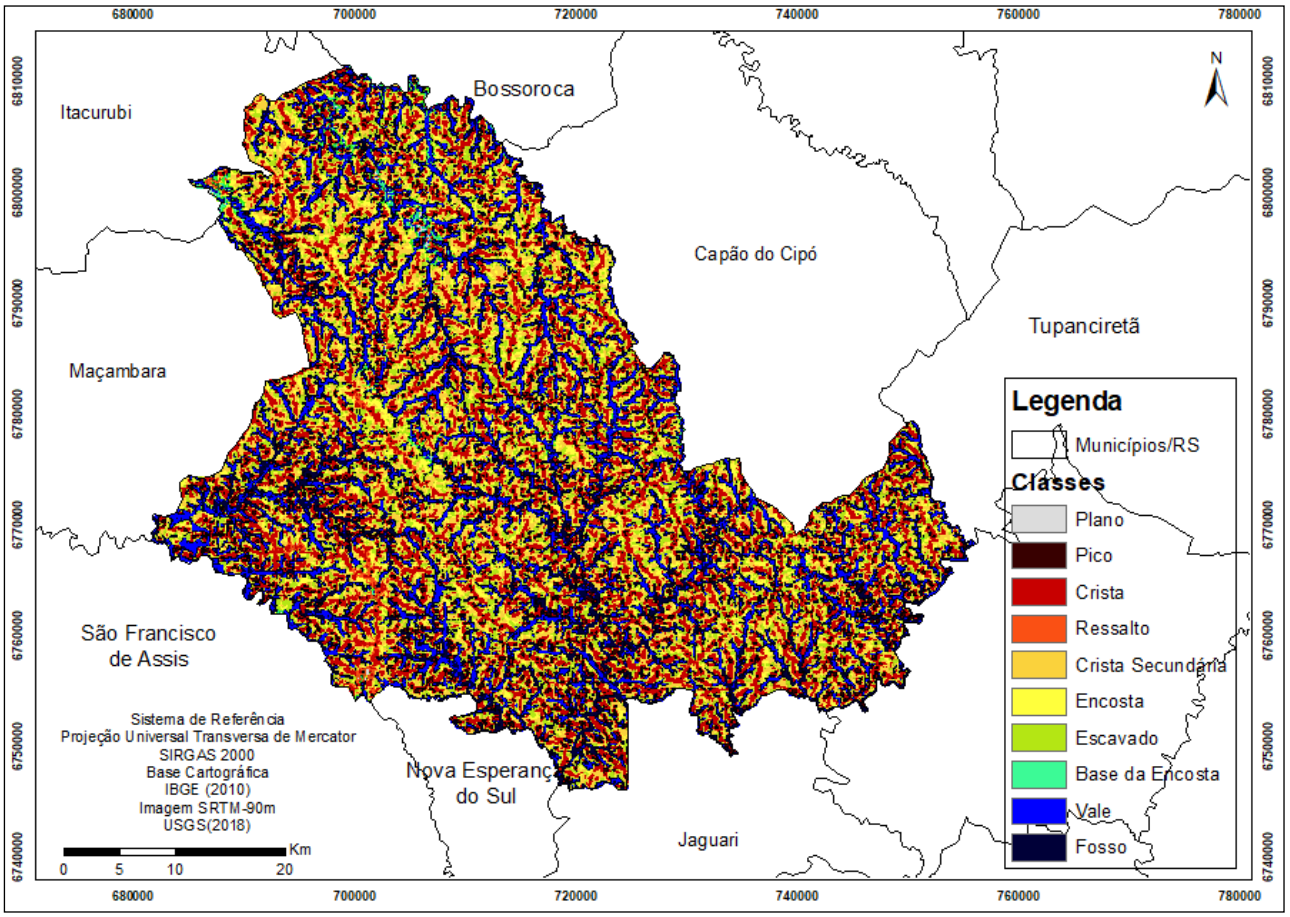
Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

3.1 Identificação dos elementos do relevo

Os elementos do relevo caracterizam as formas de relevo identificadas, variando o percentual de elementos e a distribuição na composição geral de cada forma de

relevo. A figura 10 apresenta uma espacialização dos elementos em toda área do município e a tabela 02, a distribuição em cada forma de relevo.

Figura 10 - Representação espacial dos elementos de relevo no município de Santiago/RS



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Nas áreas onde ocorrem formas de relevo classificadas como planas, os elementos planos e com suaves elevações na base das encostas são mais comuns nesse tipo de relevo. Os elementos definidos como encostas são os mais comuns e são mais abundantes que nas demais formas de relevo. Nas formas de relevo das áreas planas, as vertentes são amplas, associadas aos grandes interflúvios. Os rebaixamentos são marcados por vales que se encaixam à rede de drenagem e ao elemento escavado, associado à ocorrência de depressões circulares e alongadas que podem conter água, conectadas ou não à rede de drenagem. O elemento crista/topo é plano e apresenta

avanços estreitos que formam saliências aplainadas entre dois vales denominados de cristas secundárias.

Tabela 02 - Representação em km^2 da área ocupada pelos Geomorphos

Elementos de relevo	Área total em km²	Em áreas planas	Em colinas levemente onduladas	Em colinas onduladas	Em Morros e morrotes	Figuras representativas dos elementos
Plano	5,90	5,17	0,59	0,14	0,00	
Pico	58,05	13,75	9,66	27,61	30,85	
Crista	386,16	145,63	81,14	136,44	23,00	
Ressalto	21,54	16,11	3,33	2,10	0,00	
Crista Secundária	463,55	182,39	96,22	163,31	21,62	
Encosta	561,30	252,04	117,50	169,03	21,73	
Escavado	342,75	127.76	74,11	124,71	16,18	
Base da encosta	18,41	14,55	3,57	0,29	0,00	
Vale	495,55	162,30	110,18	195,02	28,08	
Fosso	62,11	4,82	8,17	39,22	9,91	

Organização: Os autores

No relevo definido por formas de colinas levemente onduladas, o elemento de encosta é também o mais abundante com significativa presença de cristas e cristas secundárias. Entretanto, nessa forma de relevo com interflúvios mais curtos em relação ao relevo anterior, as formas rebaixadas entre cristas são mais comuns.

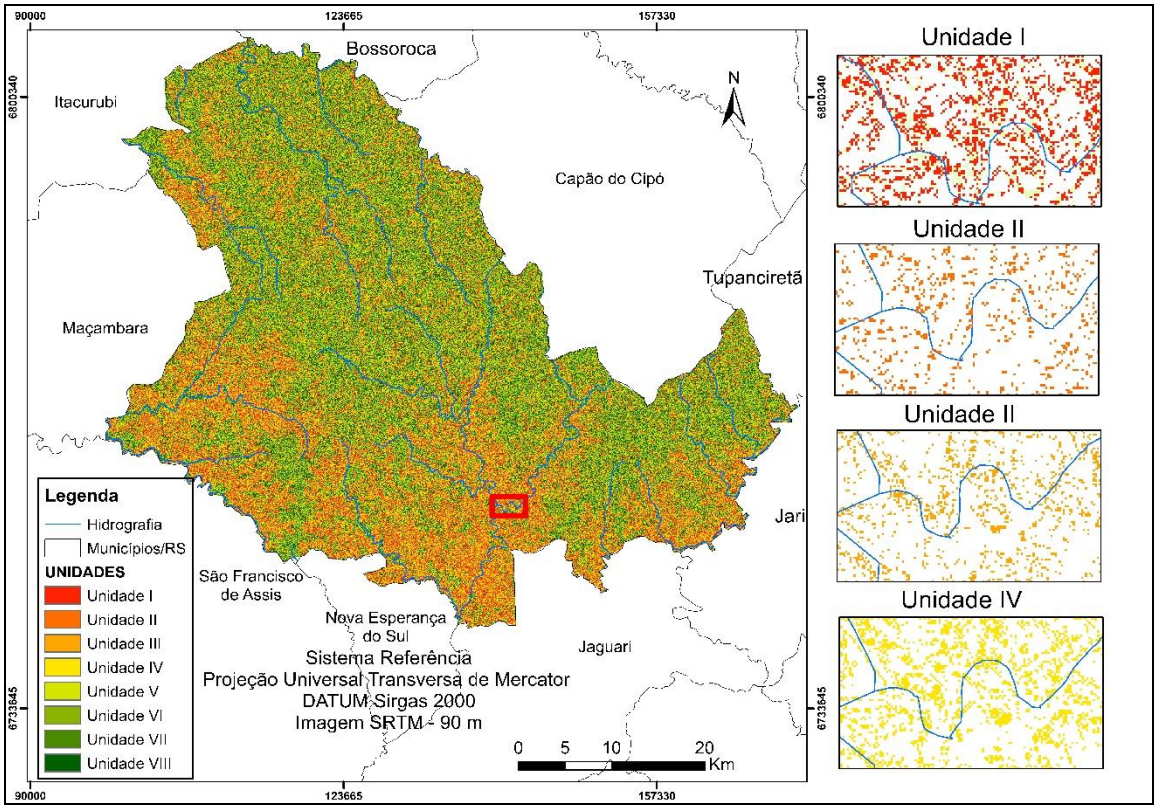
O relevo das colinas onduladas, onde os processos de dissecação são mais importantes que nas formas anteriores, os elementos predominantes são do tipo vale, seguido pelas encostas e cristas secundárias. Nesse relevo, elevações associadas a porções resistentes das rochas são mais comuns, formando os elementos do tipo pico, assim como reentrâncias, muitas vezes, relacionados a escavados formando fossos.

Na forma de relevo de morros e morrotes, as encostas são mais curtas e os elementos do tipo vale e cristas são mais abundantes. Nessa forma de relevo, os elementos de picos e fossos são, relativamente, mais comuns.

3.2 Determinação das características das Vertentes

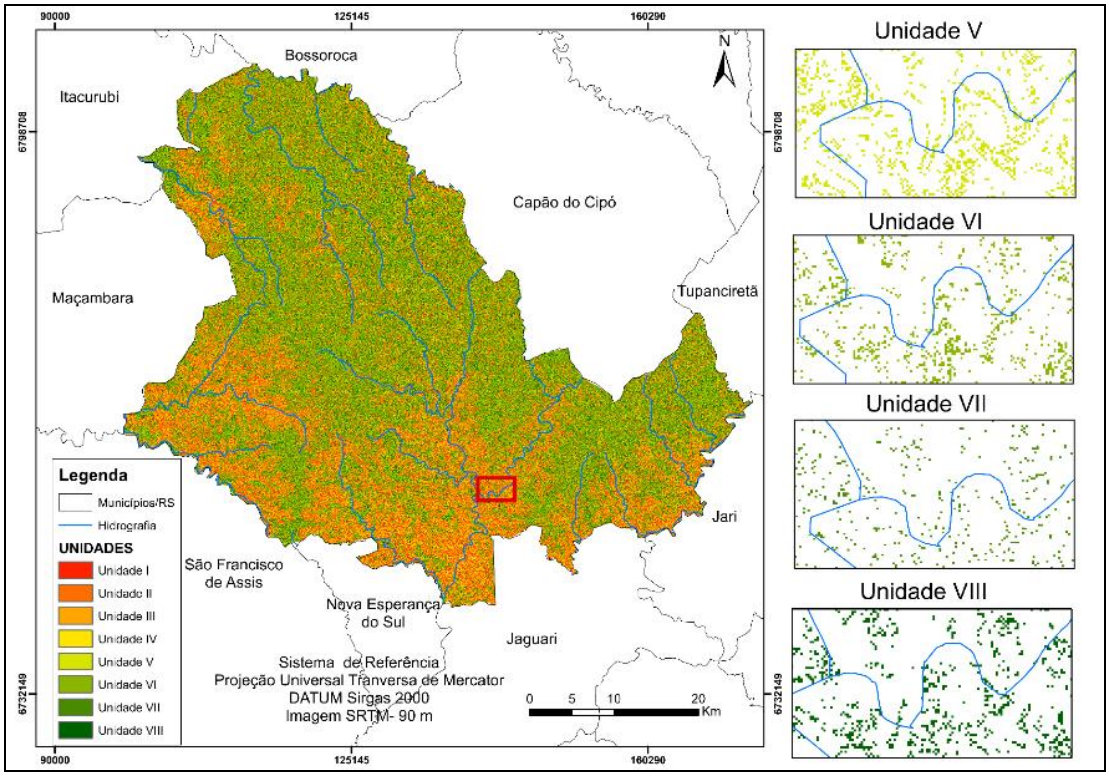
A análise das vertentes mostra uma variação das unidades definidas nas diferentes formas de relevo. As unidades de vertentes, divididas em oito unidades geomorfométricas estão especializadas nas figuras 11 e 12 e, indicados as áreas de ocorrência em cada forma de relevo na tabela 03.

Figura 11 – Representação espacial das unidades geomorfométricas no município de Santiago/RS com detalhes para as unidades I a IV



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Figura 12 – Representação espacial das unidades geomorfométricas no município de Santiago/RS com detalhes para as unidades V a VIII



Fonte: SRTM-90m - Organização: Os autores

Tabela 03 - Representação das formas e em km² da área ocupada nas forma de relevo

Unidades geomorfométricas	Área total em km²	Áreas planas	Colinas levemente onduladas	Colinas onduladas	Morros e morrotes	Figuras representativas
Unidade I	527,19	167,15	98,87	222,82	38,35	
Unidade II	227,43	92,45	54,59	113,43	16,95	
Unidade III	260,59	74,35	45,57	115,50	25,18	
Unidade IV	524,15	166,72	98,45	219,75	39,23	
Unidade V	318,65	144,86	71,87	98,87	3,05	
Unidade VI	210,68	109,35	52,72	46,78	1,83	
Unidade VII	85,68	43,05	21,24	20,49	0,90	
Unidade VIII	243,41	126,78	60,89	53,77	1,96	

Organização: Os autores

No relevo de formas de áreas planas, as vertentes associadas aos vales e rebaixamentos são caracterizadas pela unidade I e IV. As encostas amplas, entre vales, são definidas por vertentes V e VII.

Nas colinas levemente onduladas, predominam as mesmas unidades de vertentes das formas anteriores, marcadas por processos de dissecação fraca, que

amplia a ocorrência das unidades I e IV, porque os rebaixamentos são mais pronunciados.

Nas colinas onduladas, o maior grau de dissecação está representado pela significativa ocorrência de unidades de vertente de I a IV, que correspondem às declividades superiores a 5%. As áreas de crista/topo são determinadas, principalmente, pela unidade V.

Dessa forma, são mais comuns os fluxos convergentes, formando elementos de vales rasos e escavados que apresentam perfil côncavo. Os elementos de cristas secundários marcam formas divergentes.

Nas formas de morros e morrotes, a dissecação forte gera vertentes com inclinações mais significativas e vales encaixados, produzindo forma de vertentes representadas pelas unidades I a IV.

As figuras de 13 a 15 representam elementos de relevo que ocorrem na paisagem do município de Santiago.

Figura 13 - Acervo particular dos autores (20 de setembro de 2018) Representação dos elementos de relevo na paisagem do Município de Santiago/RS

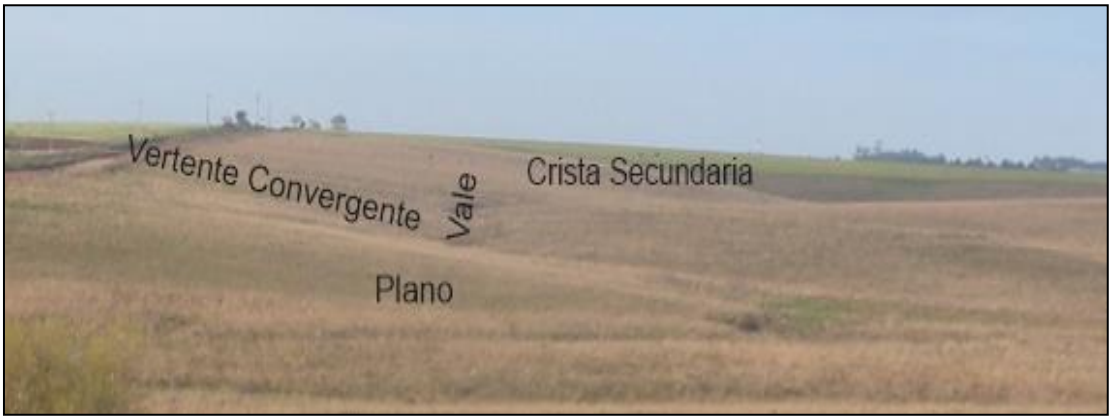


Figura 14 - Acervo particular dos autores (20 de setembro de 2018) Representação dos elementos de relevo no Relevo do Município de Santiago/RS

Figura 15 - Acervo particular dos autores (20 de setembro de 2018) Representação dos elementos de relevo no Relevo do Município de Santiago/RS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estabelecimento de critérios com parâmetros fixos e a utilização de modelos digitais de elevação para o cálculo de variáveis permitem o mapeamento do relevo, diminuindo a subjetividade para a identificação e a delimitação das feições.

O relevo no município é caracterizado por áreas planas e coninas levemente onduladas, essa predominância dá-se pela área ter, em sua maior proporção, declividades inferiores a 5%, sendo que ocorrem associadas às porções de maiores altitudes que representam divisores de água.

Através do mapeamento dos elementos do relevo definidos pelos *geomorphons,* foi possível confirmar o relevo levemente ondulado onde o elemento vertente predomina, apresentando 23% da área total, seguido de cristas e vales largos.

O cruzamento das informações de declividade, plano e perfil das vertentes, utilizando-se a árvore de decisão, identificou oito unidades representativas no município de Santiago, sendo que as unidades I e VIII são as mais comuns.

Pode-se concluir que os produtos cartográficos obtidos possibilitam caracterizar o relevo no município em diferentes níveis de observação.

Considera-se que a metodologia utilizada é adequada comparando-se os mapeamentos obtidos e as observações de campo, portanto, com potencial para suporte em trabalhos que relacionem as características do relevo com outros atributos ambientais e de uso do solo.

AGRADECIMENTOS

Pesquisa com apoio da FAPERGS no projeto pesquisador gaúcho e do CNPQ, com bolsa de pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

HORN, B. K. P. Hill shading and the reflectance map. Proceedings of the IEEE, v.1, n. 69, p. 14-47, 1981.

HUGGET, R. J. Soil Landscape Systems: A model of soil genesis. Geoderma, v.13, p.01-22, 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Malha Municipal do ano de 2010. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais>. Acesso em: 23 abr. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (IPT). Mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. São Paulo. Escala 1:500.000, V.2, 1981.

IWAHASHI, J. e PIKE, R. J. Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature. Geomorphology 86. 2007. Pag. 409–440.

MACMILLAN, R. A.; SHARY, P. A. Chapter 9 landforms and landform elements in geomorphometry. Developments in Soil Science, v. 33, p. 227–254, 2009.

MENEZES D.J.; TRENTIN R.; ROBAINA L. E. S.; SCCOTI A.A.V. Compartimentação geomorfológica do município de São Pedro do Sul/RS. Boletim Gaúcho de Geografia, *40*: 268-279, maio, 2013.

MUÑOZ, V. A. Análise geomorfométrica de dados SRTM aplicada ao estudo das relações solo-relevo. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. 112p. (INPE-15796-TDI/1531). Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

JASIEWICZ, J. e STEPINSKI, T. F. Example-Based Retrieval of Alike Land-Cover Scenes from NLCD2006 Database, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters 10(1). 2013, p. 155-159.

REZENDE, E, A.; SALGADO, A. A. R. Mapeamento de unidades de relevo na média Serra do Espinhaço Meridional - MG. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 30, p. 45 - 60, 2011.

ROBAINA, L. E. DE S. et al. Application of the concept of geomorphons to the landform classification in Tocantins state, Brazil. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 41, n. 0, p. 37, 28 ago. 2017.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. 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, 2015.

SCCOTI A.A.V; ROBAINA L. E. S; TRENTIN R.; Definição das unidades de relevo da bacia hidrográfica do rio Ibicuí da armada sudoeste do Rio Grande do Sul. Caminhos de Geografia Uberlândia v. 16, n. 54 Jun/2015 p. 35–48.

SILVEIRA, R. M. P.; SILVEIRA, C. T. DA. Morphological classification of terrain of uruguay based on digital elevation models and geomorphometric techniques. Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). v. 6, n. Sección I, p. 19–36, 2014.

USGS. LP DAAC - NASADEM_HGT. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/products/nasadem_hgtv001/>. Acesso em: 8 abr. 2020.

VALERIANO, Márcio de Morison.; CARVALHO JÚNIOR, Osmar, Abílio. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. Revista Brasileira de Geomorfologia, v 4, n.1, p.17-29, 2003.

VELOSO, A. A importância do estudo das vertentes. Geographia, v. 4, n. 8, p 1-5, 2002.

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S.S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. Tópicos em Ciência do Solo, v.04, p.85-144, 2005.

ZEVENBERGEN, L.W.; THORNE, C.R. Quantitative Analysis of Land Surface Topography. Earth Surface Processes and Landforms, v.12, p.47-56, 1987.