

INFLUÊNCIA DA GEOMORFOLOGIA DO TERRENO NA TOMADA DE DECISÃO: A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CONCEIÇÃO – RS

Marcelo Lovato Brum^{1}, Rafaela Pohlmann Velasquez¹, Guilherme Lemes Erthal¹, Gabriel Bassotto Moreti¹, Alexandre Swarowsky¹*

¹*Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, Brasil.*

**E-mail: marcelolvtb@gmail.com*

*Recebido em:02/08/2022
Aceito em:06/09/2022*

RESUMO

Os comitês de bacias hidrográficas são importantes ferramentas para gestão dos recursos hídricos. Por esta razão, possuir dados relevantes sobre a situação de uma unidade de gestão auxilia no poder de decisão, na conservação e na melhor aplicação destes recursos, tanto em atividades agrícolas quanto urbanas. Desta forma, este trabalho teve como objetivo fornecer dados geomorfológicos a partir de dados numéricos do terreno para fins de atualização do plano de gestão e beneficiamento das ações econômicas desenvolvidas na região da bacia hidrográfica do Rio Conceição. Com o auxílio do *software* ArcGIS 10.3, foram compilados dados referentes a uma imagem SRTM com resolução espacial de 30 metros, gerando o MNT da bacia hidrográfica do Rio Conceição com seus respectivos mapas e rede de drenagem, declividade e hipsometria. Desta maneira, foi possível concluir que a bacia hidrográfica do Rio Conceição possui alto potencial para utilização de seu solo para agricultura e pecuária sem que ocorram riscos ocasionados por fenômenos naturais.

Palavras-chave: Gestão de Recursos Hídricos. Morfometria. ArcGIS.

1 Introdução

A crescente e intensa utilização da água vem se tornando uma preocupação em termos de quantidade e qualidade disponível deste recurso. Deste modo, é preponderante perceber a importância da bacia hidrográfica como unidade de gestão e de planejamento dos recursos naturais, servindo como objeto de estudo para formular soluções para problemas no âmbito da escassez e da qualidade da água [1]. O manejo das bacias hidrográficas é peça fundamental no planejamento administrativo para fins de conservação dos recursos naturais, pois nelas coexistem componentes de permanente e dinâmica interação, que, uma vez afetados, podem pôr em risco seu ecossistema como um todo [2,3].

A utilização da bacia hidrográfica como ferramenta de estudo auxilia o diagnóstico ambiental local, permitindo a identificação dos seus aspectos físicos e, com isso, possibilita o

resgate do histórico ambiental local, proporcionando, assim, a visão integrada dos fatores naturais e antrópicos que produzem transformações ambientais [4,5]. Assim, para realizar de forma adequada e ordenada a gestão das bacias hidrográficas, no ano de 1997, a Lei nº 9433 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH [6].

Com a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituiu-se e concretizou-se o sistema de gestão das bacias hidrográficas. Para obter uma gestão sustentável dos recursos hídricos é necessário que haja o uso contínuo e interligado de instrumentos que ofertem subsídios técnicos, como por exemplo, um banco de dados e informações socioeconômicas da população residente na área, além de definições amplas e bem organizadas sobre o direito de uso dos

recursos hídricos e o controle dos impactos sobre estes, tornando possível o processo de melhoria contínua nas tomadas de decisão aplicadas na bacia hidrográfica [7]. Portanto, observa-se que a gestão das bacias hidrográficas se torna imprescindível para realizar o diagnóstico ambiental completo da bacia hidrográfica, a fim de facilitar as tomadas de decisões, enriquecendo o presente estudo.

A definição mais usual de bacia hidrográfica é dada como a área delimitada naturalmente por divisores topográficos em que as águas advindas de precipitações confluem para um mesmo ponto, o rio principal, através de seus afluentes devido às suas características geográficas e topográficas da região [8]. A superfície da bacia faz com que a água resultante das precipitações convirja para um único ponto, o exutório. O que possibilita a realização de uma série de estudos que fornecem respostas a diversos fenômenos, na qual uma das chaves deste entendimento é compreender o terreno da bacia hidrográfica [9, 10]. Neste sentido, a elaboração de um Modelo Numérico do Terreno (MNT) surge como uma ferramenta essencial a este estudo.

A representação quantitativa realizada através de cálculos computacionais da distribuição de fenômenos ou de grandezas que variam no espaço, como dados altimétricos e declividade, são denominados como Modelo Numérico de Terreno (MNT) [11 - 12]. As cotas de elevação provêm de pontos localizados na superfície do terreno, que, quando incorporados a valores de elevação de feições naturais e artificiais situadas acima da superfície, formam um MNT [13 - 14]. A bacia hidrográfica do Rio Conceição está situada em uma região com grande potencial agropecuário e possui uma relevante importância na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, devido a suas características topográficas adequadas para o desenvolvimento destas atividades econômicas. Assim, a elaboração de um MNT ajuda a compreender os aspectos geofísicos e ambientais gerando benefícios econômicos, principalmente àqueles ligados aos produtores rurais da região. Também, auxiliam na identificação de pontos mais propícios aos danos ocasionados por fenômenos naturais, como inundações [15 - 16].

O conhecimento dos aspectos geomorfológicos de uma bacia hidrográfica, através de mapas de declividade, de hipsometria e de perfis longitudinais, corrobora com a tomada de decisões quanto ao uso e a ocupação do solo, considerando também o aspecto econômico e servindo como base para atualizações de planos de gestão. Nesse sentido, o objetivo deste

estudo foi realizar a análise geomorfológica da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

A região hidrográfica do Uruguai, onde está situada a bacia hidrográfica neste estudo (Figura 1), destaca-se por atividades agroindustriais e, principalmente, pelo potencial hidrelétrico de seus recursos hídricos. Possui classificação do clima por *Köppen-Geiger* como, Cfa subdivisão II 2b, com uma média anual de precipitação de 1900mm e temperatura média de 19°C [17].

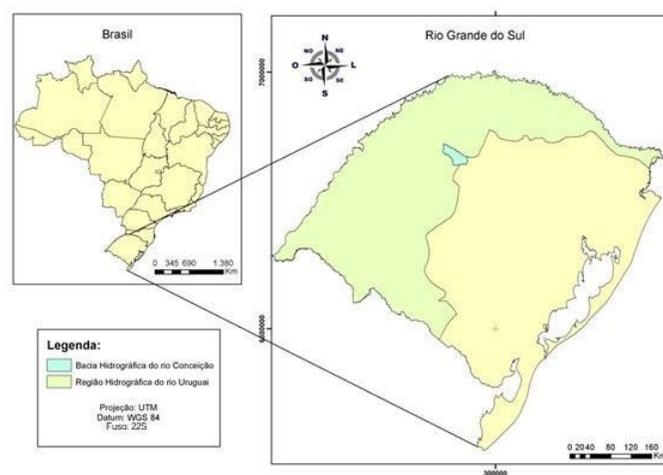


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

A localização da bacia hidrográfica do Rio Conceição, afluente do Rio Ijuí, está nas coordenadas 28° 15' a 28° 50' de latitude Sul e 53° 30' a 54° 10' de longitude Oeste. Possui uma área de 986,36 km² e abrange cinco municípios: Augusto Pestana, Boa Vista do Cadeado, Coronel Barros, Cruz Alta e Ijuí (Figura 2).

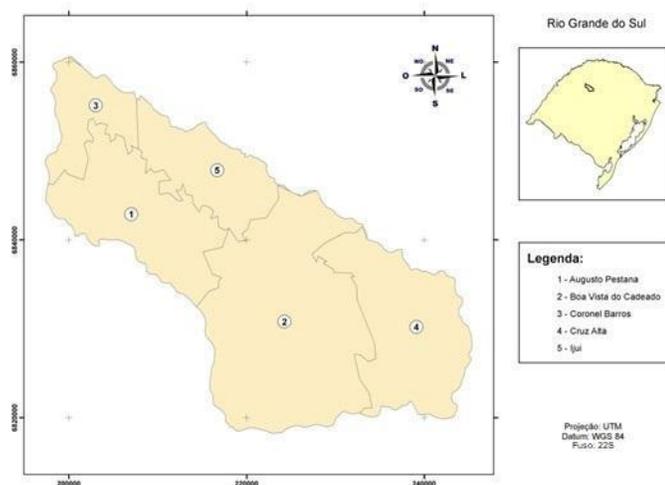


Figura 2 - Mapa territorial da bacia hidrográfica do rio Conceição.

2.2 Geração da rede de drenagem

A base de dados da rede de drenagem foi constituída por cinco cartas topográficas, disponíveis no Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx). Foram utilizadas as Folhas das Cartas Catuípe, Ijuí, Augusto Pestana, Cruz Alta e Jóia, em escala 1:50.000, escaneadas em formato “TIFF”. A vetorização da rede de drenagem foi realizada no *software* ArcGIS, versão 10.3, iniciando pelo exutório do Rio Conceição, junto ao Rio Ijuí, seguindo pelos seus respectivos divisores de água, respeitando as altitudes conforme as curvas de nível representadas. Com a vetorização completa da rede de drenagem, foi calculada a extensão da rede hidrográfica e determinada a extensão do rio principal.

Com base na vetorização, foram aplicados os algoritmos de comando *Fill Sinks*, *Flow Direction*, *Flow Accumulation*, *Stream Definition* e *Stream Segmentation*. Esses algoritmos foram responsáveis pela análise das maiores cotas vetorizadas próximas da rede de drenagem, gerando então, o limite superficial da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

2.3 Geração do modelo numérico do terreno

Ainda utilizando o *software* ArcGIS, versão 10.3, a geração do MNT foi realizada importando imagens do sensor SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), correspondente a um MNT com resolução espacial de 90 metros. A fim de obter

uma melhor resolução, foi realizada a reamostragem desse MNT, dispondo de uma resolução espacial final de 30 metros.

Este modelo numérico foi obtido através da técnica de a digitalização. Onde as linhas e pontos, que constituíram o espaço amostral, geraram interpolações. Assim, foi possível obter os mapas de declividade, hipsométrico e o perfil geral de terreno. As curvas de nível da base cartográfica na escala de 1:50.000, apresentam-se com uma equidistância de 20 metros, com curvas mestras a cada 100 metros.

2.4 Mapa de declividade

A declividade do terreno corresponde à inclinação da superfície do terreno em relação ao plano horizontal. Contudo, para gerar o mapa de declividade foi executado um fatiamento dos valores de inclinação, exibindo de forma gráfico-representativa a declividade do terreno através de imagem com diferenças visuais entre cada uma destas fatias criadas.

A geração do mapa de declividade foi realizada através da divisão do terreno com valores de declividade em porcentagem. Estes valores correspondem à classificação apresentada na Tabela 1, de acordo com Embrapa [18]. A declividade foi desenvolvida automaticamente pelo *software* ArcGIS a partir de cálculos matemáticos para os quais foi utilizada a grade retangular para sua geração.

Tabela 1 - Classificação de declividade.

Classe	Declividade (%)
Plano	1 – 3
Suave-Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte-Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 - 75
Forte-Montanhoso	>75

A partir desta divisão de classes, foram calculadas as áreas existentes em cada classe de declividade, através da contagem de *pixels*, sabendo que cada *pixel* da imagem possui a área de 900m², a imagem SRTM utilizada possui resolução espacial de 30 metros (30 x 30).

2.5 Mapa hipsométrico

Com a extração das curvas de nível do MNT foram realizados tratamentos na imagem, obtendo seu valor em *16 Bits Unsigned*, para geração do mapa hipsométrico e criação de fatias de altimetria. As classes foram seis (Figura 4), definidas conforme a experiência do autor, na seguinte ordem: de 215 a 250 metros; de 251 a 300 metros; de 301 a 350 metros; de 351 a 400 metros; de 401 a 450 metros; e de 451 a 485 metros.

2.6 Perfil longitudinal do terreno

O dado do tipo MNT, é representado através de perfis que descrevem o acréscimo ou decréscimo de valores de pontos espaciais gerados ao longo de uma linha. Este processo é realizado sobre dados do modelo numérico no formato *raster*, e posteriormente, plotados em um gráfico de eixos cartesianos x e y, fazendo com que a linha gerada graficamente represente os valores de altitude correlacionados a sua extensão x. Ou seja, o perfil é traçado a partir de um trajeto de linhas previamente definidas e digitalizadas nas quais pertencem aos dados do modelo temático.

3 Resultados e discussões

As condições topográficas são os aspectos que delimitam as bacias hidrográficas, assim como a sua rede de drenagem (Figura 3). A bacia hidrográfica do Rio Conceição possui a rede de drenagem bem distribuída ao decorrer de sua área, possibilitando um maior potencial de uso do solo.

A partir do formato e densidade foi possível concluir que sua rede de drenagem possui valor superior a $0,5 \text{ km}^2$, o que demonstra ser uma bacia com uma boa rede de drenagem e que possui padrão dendrítico de acordo com a classificação de [19, 20]. Ou seja, possui grande número de alterações bruscas nos cursos d'água formando intersecções retangulares. Ainda, as características morfológicas deste padrão implicam em ramos irregulares em todas as direções, havendo junção do canal principal com os tributários em ângulos variados [21], possuindo boa disponibilidade de água em toda sua área sem que ocorram conflitos pelo uso. Tais características mostram que a bacia não possui forma circular, e sim, uma forma mais alongada, demonstrando ser pouco sujeita a alagamentos. A Tabela 2 traz

informações geomorfológicas da bacia do Rio Conceição como o coeficiente de compacidade, fator de forma e índice de rugosidade, sendo estes considerados dados determinísticos para estimar o tempo de concentração da bacia. O coeficiente de compacidade apresentado (2,246) mostra que a forma da bacia não possui padrão circular pois, esta característica compara a bacia com um círculo de mesma área, ou seja, quanto mais este valor é distante de um (1), mais alongada a bacia tende a ser.

Os dados dos valores de índice de circularidade (0,195) e o fator de forma (0,083) ratificam a pouca suscetibilidade da bacia hidrográfica do Rio Conceição a enchentes. É possível afirmar isto, pois, a forma de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada com seu tempo de concentração, ou seja, o tempo que o escoamento gerado no ponto mais afastado da seção de saída leva para chegar até o exutório [22]. Dessa forma, em bacias alongadas os afluentes possuem diversos pontos de entrada do fluxo d'água no curso do rio principal, diminuindo sua vazão de pico e, conseqüentemente, suas áreas de alagamentos. Uma vez que a magnitude dos picos de enchentes ou a menor oportunidade de infiltração e suscetibilidade à erosão dos solos dependem da rapidez do escoamento superficial, que está fortemente relacionado com o relevo, a forma da bacia, o uso do solo e o tempo de concentração [23].

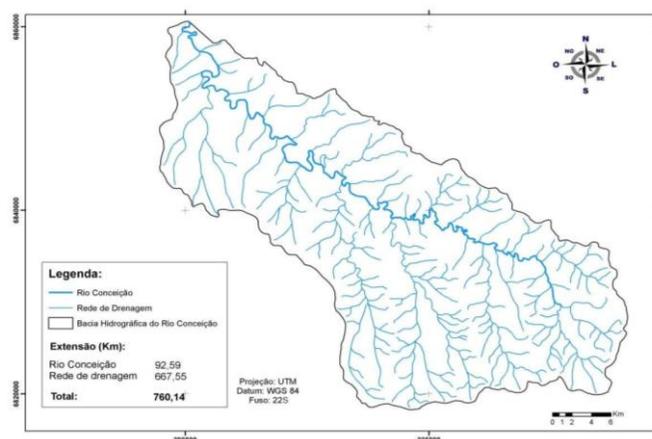


Figura 3 - Mapa da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

A bacia hidrográfica possui área de $986,36 \text{ km}^2$ e tem distribuição espacial de suas nascentes nos municípios de Cruz Alta e Boa Vista do Cadeado, seguindo em direção Noroeste até seu exutório no Rio Ijuí. A extensão total da rede de drenagem é

de 760,14km, sendo 92,59km de rio principal e 667,55 km de afluentes.

A diferença de cotas fica mais evidente na Figura 6, na qual é apresentada a diferença de altitude entre as nascentes e as confluências com os canais da bacia, sendo uma variação de 260 metros ao longo de 60 quilômetros de distância horizontal, apresentando inclinação média do terreno na bacia de 0,00343m/m.

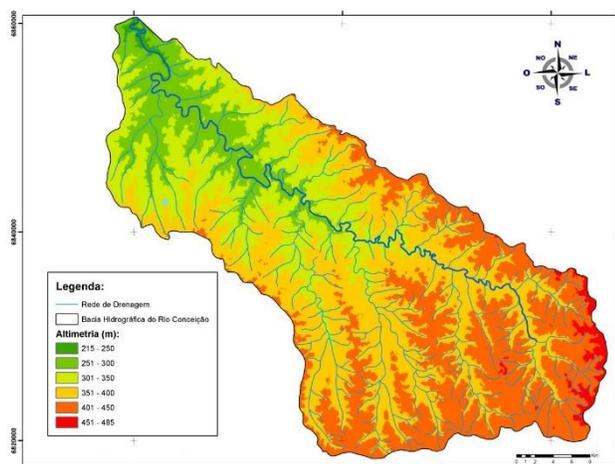


Figura 4 - Mapa hipsométrico da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

Ainda, foi gerado um mapa da declividade (Figura 5) e a quantificação das áreas em diferentes intervalos, ressaltando o percentual para cada classe de declividade em relação à área total. Para fins de análise de inclinação é importante ressaltar que estas áreas de maior declividade notam de uma considerável fragilidade ambiental [24], tornando estes dados imprescindíveis para determinação das práticas de uso e manejo do solo nestes locais.

Conforme Didoné, Minella e Piccilli [25], a bacia hidrográfica em estudo é predominantemente cultivada com soja, utilizando o plantio direto como a principal prática de manejo do solo. Porém, não existe nenhuma prática correlacionada para controle de escoamento superficial e rotação de culturas. Sendo assim, destaca-se que, embora os solos presentes na referida bacia possuam boa estrutura física, e são altamente suscetíveis a degradação quando submetidos ao processo de compactação [26]. Com isso, é possível observar que as práticas de conservação do solo utilizadas na bacia não são

suficientes para o controle de erosão, sendo necessária aplicação de medidas conservacionistas mais eficazes.

Contudo, na Tabela 3 é possível observar que a maior parte da bacia possui declividade da classe suave-ondulado, abrangendo uma área de 464,61km², o que evidencia uma uniformidade ao longo de toda área da bacia, representando característica de uma bacia com baixa velocidade de escoamento da água, o que proporciona maior desenvolvimento das atividades agrícolas, uma vez que há pouca tendência a ocorrer erosão hídrica [27].

Por outro lado, é importante ressaltar que 31,38% da área da bacia possui declividade ondulada, podendo apresentar valores de até 20% de declividade. Este dado deve ser analisado com cuidado, pois, eventos de precipitação (como de 240mm citado por Castro [28]), podem causar um aumento considerável na vazão dos rios em alguns pontos da bacia [29].

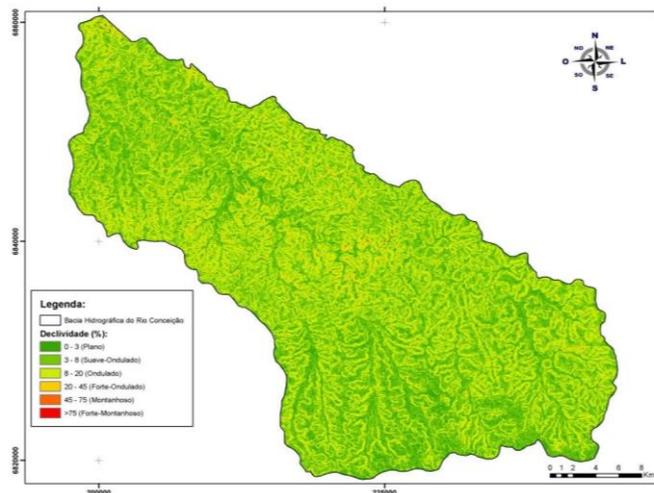


Figura 5 - Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio Conceição.

O perfil longitudinal do terreno possui relação direta com o relevo, uma vez que este equivale à diferença de cotas entre a nascente e a convergência com outro recurso hídrico adjacente. Desta forma, ao examinar o perfil longitudinal, torna-se possível perceber sua abrangência altimétrica, pois se trata de uma medida que observa a declividade gerada entre a altitude máxima de um recurso d'água encontrada na bacia hidrográfica e o comprimento do canal principal. Na bacia hidrográfica do Rio Conceição as cotas altimétricas decrescem de forma lenta, chamando a atenção para dois pontos mostrados na Figura 6, o intervalo 30km à 40km e 55km à 60km com maiores inclinações

e, conseqüentemente, com maiores riscos de inundações e fragilidade ambiental.

Tabela 2 - Valores de área, perímetro e características geomorfológicas da bacia.

Características da microbacia	Resultados
Área Total (km ²)	886,36
Perímetro (km)	252
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,246
Fator de Forma (Kf)	0,083
Índice de Circularidade (Ic)	0,195
Declividade mínima (%)	0
Declividade máxima (%)	74,32
Altitude mínima (m)	215
Altitude máxima (m)	485

Tabela 3 – Área para cada classe de declividade.

Classe	Declividade (%)	Área (km ²)	%
Plano	1 – 3	193,56	19,62
Suave-Ondulado	3 – 8	464,61	47,10
Ondulado	8 – 20	309,53	31,38
Forte-Ondulado	20 – 45	18,17	1,86
Montanhoso	45 – 75	0,49	0,04
Forte-Montanhoso	> 75	0,0	0
Total	-	986,36	100

Tabela 4 – Valores da rede de drenagem.

Características da rede de drenagem	Resultados
Ordem	5
Comprimento total (todos os canais) (km)	760,14
Comprimento do rio principal (km)	92,59
Densidade de drenagem (km/ km ²)	0,676
Índice de rugosidade	0,177
Tempo de concentração (minutos)	1482,6

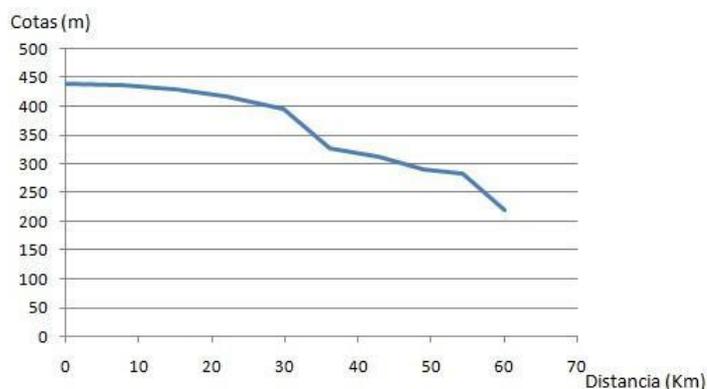


Figura 6 - Perfil longitudinal do terreno.

4 Conclusões

De acordo com a análise geomorfológica, a bacia hidrográfica do Rio Conceição é classificada como de porte pequeno e pouco sujeita a enchentes. Outro fator resultante da análise é quanto a inclinação da bacia, que se enquadra como média, demonstrando que possui, em geral, pouca suscetibilidade a erosão e perda de solo. Mesmo considerada, em geral, como declividade média, existem pequenos pontos, como, por exemplo, na cidade de Boa Vista do Cadeado, onde a declividade é mais acentuada, requisitando atenção do poder público para que haja continuidade na preservação do solo para o seu uso econômico, social, ambiental e sustentável.

Influence of Terrain Geomorphology in Decision Making: The Conceição River Watershed – RS

ABSTRACT: Watershed committees are important tools for managing water resources. For this reason, having relevant data on the situation of a management unit helps in the decision power, in the conservation and in the better application of said resources, both in agricultural and urban activities. Therefore, this work aimed to provide geomorphological information from numerical data of the terrain for the purposes of updating the management plan and improvement of the economic activities developed in the region of the Conceição river hydrographic basin. With the help of

the ArcGIS 10.3 software, data referring to an SRTM image with spatial resolution of 30 meters was compiled, for the elaboration of the Digital Terrain Model of the Conceição river basin and the respective maps of the drainage network, slope, and hypsometry. Thus, it was possible to conclude that the Conceição river basin has a high potential for the use of its soil in agriculture and livestock farming without risk of dangerous events caused by natural phenomena.

Keywords: Water Resources Management. Morphometry. ArcGIS

Referências

- [1] O'GEEN, A.; DHALGREN, R.; SWAROWSKY, A.; TATE, K.; LEWIS, D.; SINGER, M. Research connects soil hydrology and stream water chemistry in California oak woodlands. *California Agriculture*, Vol. 64, p. 78-84, 2010.
- [2] SOUZA, A.C.M.; SILVA, M.R.F.; DIAS, N.S. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). *Irriga, Botucatu, Edição especial*, p. 280-296, 2012.
- [3] PEREIRA, D.R.; MARTINEZ, M.; DA SILVA, D.; PRUSKI, F. Hydrological simulation in a basin of typical tropical climate and soil using the SWAT Model Part II: Simulation of hydrological variables and soil use scenarios. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, Vol. 5, p. 149-163, 2016.
- [4] BERNARDI, E.C.S.; PANZIERA, A.G.; BURIOL, G.A.; SWAROWSKY, A. Bacia Hidrográfica Como Unidade de Gestão Ambiental. *Disciplinarum Scientia. Série Ciências Naturais e Tecnológicas*, Vol. 13, p. 159-168, 2012.
- [5] CARLETTO, D.; OLIVEIRA, T. Educação ambiental e sustentabilidade: a pegada ecológica na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville, SC. *Acta Biológica Catarinense*, Vol. 4, n. 3, p. 136-144, 2017.
- [6] Brasil. Lei nº 9.433/1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF*, 09 jan. 1997.
- [7] PORTO, M.; PORTO, R. Gestão de bacias hidrográficas: Estudos avançados, Vol. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.
- [8] SILVEIRA, A. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: ciência e aplicação*. São Paulo: EDUSP, 2001, p. 35-51.
- [9] VALENTE, O.F.; CASTRO, P.S. Manejo de bacias hidrográficas. *Informe Agropecuário, Belo Horizonte*, Vol. 7, n. 80, p. 40-45, 1981.
- [10] BRUM, M.; SCHIAVO BERNARDI, E.C., BASSOTTO MORETI, G., GONÇALVES PANZIERA, A., SWAROWSKY, A. Relação de Inundações e a Caracterização Morfológica da Microbacia Hidrográfica do Lajeado do Moimho na Cidade de São Sepé-RS. *Anuário do Instituto de Geociências*, Vol. 43, n. 3, 2020.

- [11] CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos: INPE, 2001.
- [12] PARANHOS FILHO, A.C.; MIOTO, C.L.; MARCATO JUNIOR, J. CATALANI, T.G.T. Geotecnologias em Aplicações Ambientais. 1.ed. Campo Grande: UFMS, 2016. 383p.
- [13] BURROUGHS, P.A.; MCDONNELL, R.A. Principles of Geographical Information Systems, Oxford, RU: Oxford University Press, 1998. p. 299.
- [14] PEREIRA, L.; ENSINA, C.; GUARALDO, E.; FILHO, E.; LASTORIA, G. Comparação e Análise de Redes de Drenagem Geradas Através de Modelos Digitais de Superfície na Bacia Hidrográfica do Rio Formoso. Anuário do Instituto de Geociências, Vol. 42, n. 3, p. 311-320, 2019.
- [15] TONELLO, K.C. Análise Hidroambiental da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhanês, MG. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa. 69 p, 2005.
- [16] GUIMARÃES, R.C.; SHAHIDIAN, S.; RODRIGUES, C.M. Hidrologia Agrícola. 2ed. ECT e ICAAM. Évora, 2017. ISBN: 978-989-8550-40-8
- [17] AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Região Hidrográfica do Uruguai. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=da8c9edf91804682b269e9d631117619>. Acesso em: 20 de jan. 2022.
- [18] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, p. 83, 1979.
- [19] CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Ed. Blücher, 2ª edição, 1979.
- [20] VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. Editora McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- [21] COSTA, J. M. A importância da geomorfologia nos estudos ripários: estudo de caso da Bacia do rio Apuaê-Mirim, norte do Estado do Rio Grande do Sul. 2020.
- [22] DE SOUZA, C.F.; PERTILLE, C.T.; CORRÊA, B.J.S.; VIEIRA, F.S. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Ivai Paraná. Geoambiente On-Line, n. 29, 2017.
- [23] TONELLO, K.C., DIAS, H.C.T., SOUZA, A.L.D., RIBEIRO, C.A.A.S.; LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhanês-MG. Revista Árvore, v. 30, p. 849-857, 2006.
- [24] SURIYA, S.; MUDGAL, B.V. Impact of urbanization on flooding: the Thirusoolam sub watershed – a casa of study. Journal of hydrology, 412-413: 210-219, 2012.
- [25] DIDONÉ, E. J.; MINELLA, J.P.; PICCILLI, D. How to model the effect of mechanical erosion control practices at a catchment scale? International Soil and Water Conservation Research, 2021.
- [26] CAPOANE, V.; SANTO, L.J.; MINELLA, J.; TIECHER, T.; TRENTIN, R. Determinação do fator topográfico utilizando Modelos Digitais de Elevação de diferentes fontes e resoluções para a Bacia Hidrográfica do Rio Conceição-RS. Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR. Foz do Iguaçu, PR, 2013.
- [27] SOUZA, M.J.N.; SANTOS, J.O.; OLIVEIRA, V.P.V. Sistemas ambientais e capacidade de suporte na bacia hidrográficas do Rio Curu-Ceará. Revista Continentes, Vol.1, n.1, p. 119-143, 2017.
- [28] CASTRO, N.M.; CHEVALLIER, P.; GOLDENFUM, J. Projeto Potiribu atualização 1989-1998: dados básicos de fluviometria e pluviometria, 2000.
- [29] SANTOS, E.R.; LEITE, C.R.S.; PERIM, M.A.; GONÇALVES, S.F.; TARGA, M.S. Urbanização Sustentável e o Escoamento Superficial em Bacia Hidrográfica. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, Coleção de Recursos Hídricos, p. 1-13, 2014.