

## **MODELO ESPACIAL HIDROLÓGICO DA SUB-BACIA DO RIO IBIRAPUITÃ: OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

*Rafael Gomes de Moura <sup>1\*</sup> & José Ascânio Vilaverde Moura <sup>2</sup>*

**Resumo** - As bacias hidrográficas apresentam dinâmicas hidrológicas diferentes, de acordo com suas características topográficas. Para uma extração automática da rede hídrica, se faz necessário um modelo digital de terreno (MDT). Os modelos hidrológicos constituem ferramentas muito úteis para o estudo e compreensão dos fatores que afetam o balanço de água e a formação do fluxo na bacia hidrográfica. O sucesso na utilização de determinado modelo está condicionado à boa representação da natureza dos fluxos dentro do modelo. Esta boa representação exige, em muitos casos, uma boa inicialização de um grande número de parâmetros de processos e variáveis do estado da bacia. A Sub-Bacia do Rio Ibirapuitã, que integra uma área de proteção ambiental (APA), é um bom exemplo de aplicação deste modelo, o qual desempenha um papel fundamental para gestão de áreas de grande relevância ambiental.

**Palavras-Chave** – Rio Ibirapuitã, ArcHydro, Sub-bacia

## **HYDROLOGICAL SPATIAL MODEL OF THE IBIRAPUITÃ BASIN IN WEST OF RIO GRANDE DO SUL – BRAZIL**

**Abstract** – Watersheds have different hydrological dynamics, according to their topographical features. For an automatic extraction of the water network, you do to need a digital terrain model (DTM). Hydrological models are very useful tools for the study and understanding of the factors that affect the water balance and the formation of the flow in the river basin. The successful use of a particular model is conditioned on good representation of the nature of the flows within the model. This requires good representation, in many cases, a good initialization of a large number of process parameters and state variables of the basin. The Ibirapuitã River Basin, which includes an environmental protection area is a good example of application of this model, which plays a key role in managing areas of great environmental relevance.

**Keywords** – Ibirapuitã River, ArcHydro, Watersheds

### **INTRODUÇÃO**

A bacia hidrográfica é considerada uma unidade territorial de referência ou de intervenção, uma vez que nela ocorre boa parte das relações de causa e efeito que envolve a realidade local, devendo haver uma integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos (BRASIL 1997).

As técnicas de delimitação automática de bacias hidrográficas vêm sendo desenvolvidas por vários pesquisadores. Essas técnicas são implementadas com o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), apresentando bons resultados quando comparados aos processos analógicos de delimitação de bacias hidrográficas, Jenson e Domingues (1988); Tarboton (1997).

<sup>1</sup>Unisinos – Programa de Pós Graduação em Biologia: biorgm@hotmail.com

<sup>2</sup>Sociedade de Engenharia e Arquitetura de Alegrete-RS: ascaniomoura@hotmail.com

O Sistema de Informação Geográfica ajuda a entender os impactos das mudanças no uso e cobertura da terra e prever alterações futuras nos ecossistemas. Está sendo cada vez mais utilizado o modelo hidrológico, que é uma representação matemática do fluxo de água e seus constituintes sobre a superfície terrestre (Franchini *et al.* 1996).

Na Sub-Bacia do Rio Ibirapuitã, que contempla a Área de Preservação Ambiental (APA Ibirapuitã), as principais atividades produtivas são a bovinocultura de corte e a ovinocultura, com pequenas áreas agrícolas de culturas de subsistência e lavouras, deixando o solo mais vulnerável aos processos erosivos (Cândido e Santos 2009).

Assim, devido a esse quadro de fragilidade ambiental verificado pelas pesquisas já realizadas na bacia, considera-se necessária a realização de estudos que objetivem métodos de análises morfométricas de bacias hidrográficas, de modo a contribuir para o entendimento da dinâmica do funcionamento hidrológico da mesma.

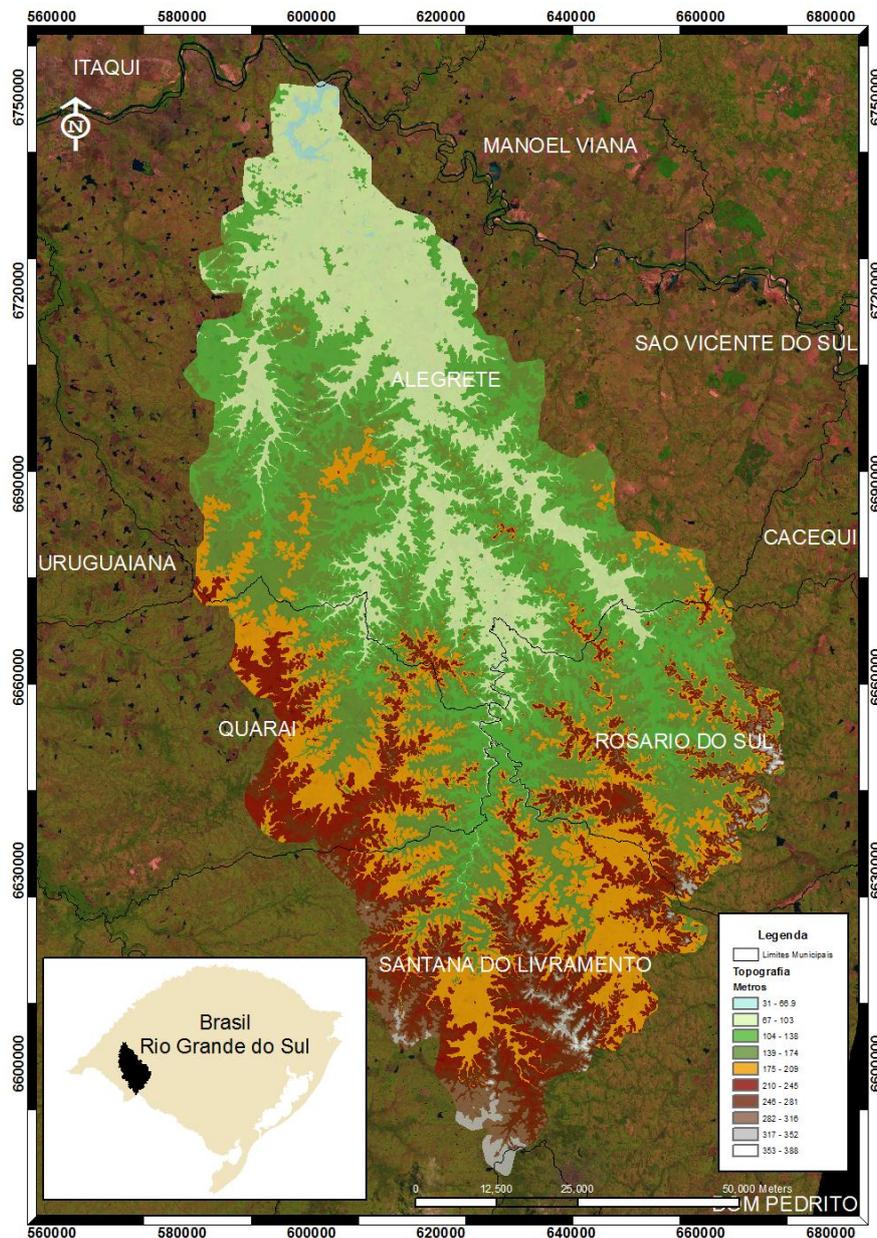


Figura 1 – Sub-Bacia do Rio Ibirapuitã

## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo**

A Bacia do Rio Ibirapuitã (figura 1) possui uma área de 7.973,79 km<sup>2</sup>, com uma participação de 22,70% da área total da Bacia do Rio Ibicuí, da qual é contribuinte. O rio Ibirapuitã serpenteia os municípios de Santana do Livramento, Quaraí, Rosário do Sul e Alegrete, sendo que, dentre estas, Alegrete é a única cidade em que o rio Ibirapuitã margeia a zona urbana. O rio Ibirapuitã é um rio brasileiro do estado do Rio Grande do Sul, com uma extensão aproximada de 259 km, sendo 180 km no município de Alegrete. Sua nascente ocorre no oeste do município de Santana do Livramento.

### **Material e Método**

O primeiro passo foi criar um modelo digital de terreno (MDT), que foi desenvolvido no Software ArcGIS 10, com a ferramenta Topodata. Para criar este modelo, utilizamos curvas de níveis (20m), pontos cotados e o limite da bacia, no que resultou uma imagem raster que representa a topografia do terreno, numa resolução de 30m (figura 1). Para a geração automática da rede hídrica, utilizou-se a extensão ArcHydro do software ArcGIS 10 e o processamento dos dados de topografia da área de estudo. Para a delimitação de bacias hidrográficas a partir de um MDT no formato raster, são geradas as seguintes informações: direção de fluxo, fluxo acumulado, definição da rede de drenagem no formato raster e segmentação da drenagem.

#### **Direção de Fluxo**

O Modelo Digital de Elevação é uma imagem raster com pixels do mesmo tamanho, com um valor de elevação atribuído a cada uma delas. A direção de fluxo consiste em indicar, a partir de uma célula principal, para onde ele deverá seguir, de acordo com a declividade das células vizinhas. O fluxo acumulado indica quantas células uma célula estudada recebe de contribuição, Ramme e Kruger, (2007). As direções de fluxo de água (Figura 2) consideram a água que cai em cada pixel, indicando a direção que irá escoar. Assim, obteve-se, como resultado, uma imagem com oito colorações, referentes às direções de cada pixel, Rennó e Soares (2001).

#### **Fluxo Acumulado**

Com base nos dados obtidos a partir da direção de fluxo, calculou-se o fluxo acumulado (Figura 3). Considera-se o número de células que drenam para cada célula de uma grade de entrada, formando, dessa maneira, os rios. A estimativa do fluxo acumulado permite traçar a rede de drenagem, quando várias células drenam para uma determinada célula. Atribuiu-se um valor a ela, criando um ranking a partir do valor de contribuição recebido para cada célula da matriz. Aquelas células que apresentarem os maiores valores derivados das respectivas contribuições compõem a rede de drenagem, Pilesjö e Zhou (1997).

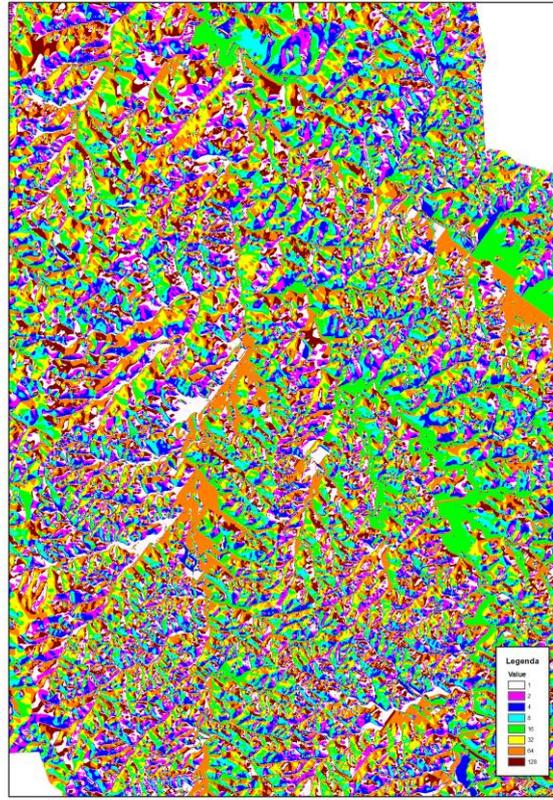


Figura 2 – Direção do Fluxo

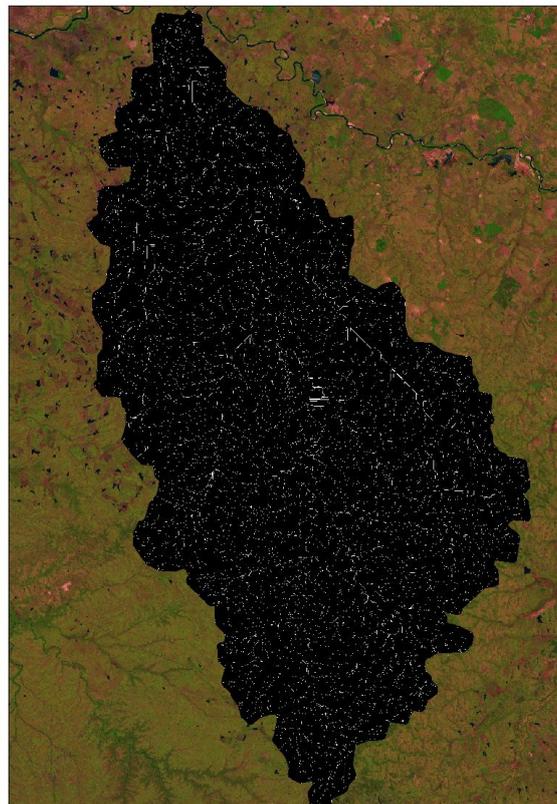


Figura 3 – Acúmulo de Fluxo

## Segmentação da Drenagem

Definiram-se os segmentos da rede de drenagem entre cada confluência, resultando em linhas com valores diferentes para cada segmento, tendo como base a direção do fluxo. (Figura 4).

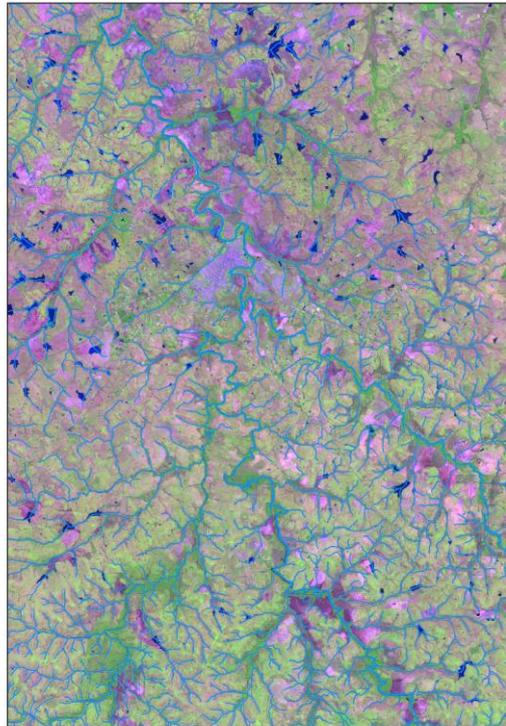


Figura 5 – Drenagem inferida

## RESULTADO

A hierarquia fluvial da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Ibirapuitã é de ordem 7 (Figura 6) e o padrão de drenagem predominante nessa bacia é do tipo dendrítico, como também foi verificado por Andrade (2008). Esse tipo de drenagem é bem ramificado, se assemelha a uma árvore e desenvolve-se em terrenos arenosos, totalizando 18.707 segmentos de drenagem, que contemplam da 1ª à 7ª ordem (Figura 7) e 12.025 km de malha hídrica total.

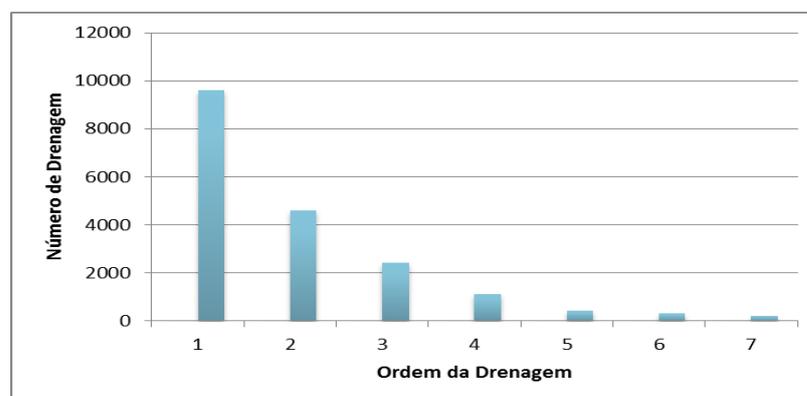


Figura 7 – Número de drenagens relacionado por sua ordem de drenagem

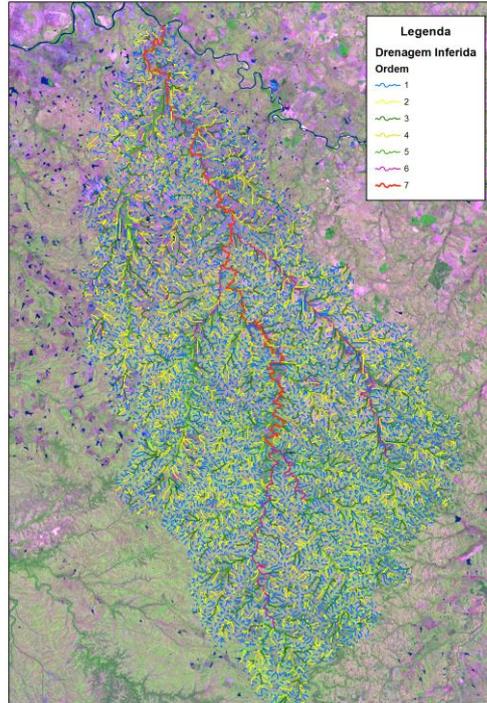


Figura 6 – Ordem das drenagens

Para determinação das áreas com maior fragilidade ambiental, foram consideradas as áreas com maiores potenciais de áreas de contribuição da sub-bacia, relacionando a concentração de drenagens de primeira ordem (Figura 8).

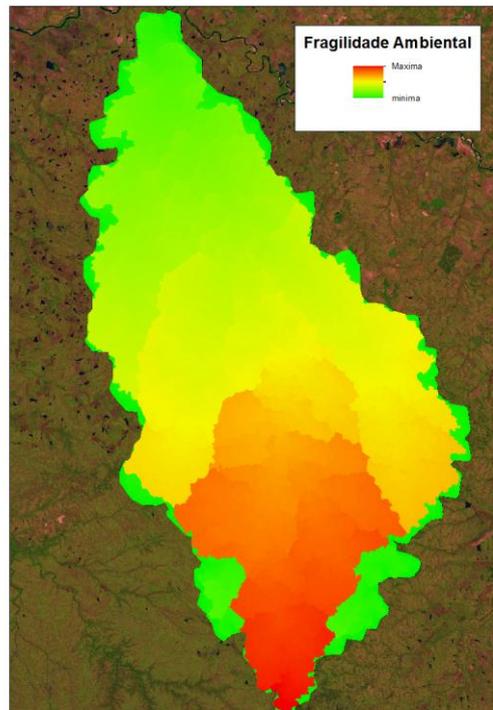


Figura 8 – Fragilidade ambiental da Sub-Bacia

## CONCLUSÃO

A delimitação automática de bacias hidrográficas é uma metodologia de fácil utilização, podendo ser aplicada em outras áreas, devendo haver uma atenção especial no processo devido à sua característica topográfica. Este tipo de estudo pode servir como referência para planejamento e gestão em áreas de conservação. Para o planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica é fundamental considerar a formação de cada micro-bacia e seus diferentes tipos de ordem de drenagem, para ter melhores manejos em respostas às crises, para um sistema integrado, preditivo, e até a um nível de ecossistema. Isso deverá resultar em um diagnóstico mais abrangente dos problemas e deverá incorporar os aspectos sócio-econômicos, para que se possa desenvolver um bom planejamento e gerenciamento.

## REFERÊNCIAS

### a) Diário Oficial

BRASIL, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

### b) Artigo em revista

FRANCHINI, M.; WENDLING, J.; OBLED, C.; TODINI, E. (1996) Physical interpretation and sensitivity analysis of the TOPMODEL. *Journal of Hydrology*, v. 175, p.293-338.

JENSON, S. K.; DOMINGUE, J. O. (1988) Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. *Photogrammetric Engineering And Remote Sensing*, vol. 54, n. 11, p. 1593-1600.

PILESJÖ, P.; ZHOU, Q. (1997) Theoretical Estimation of Flow Accumulation from a Grid-Based Digital Elevation Model. *Proceedings of GIS AM/FM ASIA'97 and Geoinformatics'97 Conference*, Taipei, n. 26-29, pp 447-456.

RAMME, E.J.; KRUGER, C.M. (2007) Delimitação de bacias hidrográficas com auxílio de geoprocessamento In: *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 17.

TARBOTON, D. G.,(1997) A New Determination of Flow Directions and Upslope Areas in Grid Digital Elevation Models. *Water Resources Research*, vol. 33, n. 2, Logan, p.309-319.

### d) Artigo em anais de congresso ou simpósio

CÂNDIDO A. K. A. A.; SANTOS J.W.M.C. (2009) Mapeamento das áreas com solos com alto potencial de erosão na área da bacia do rio Manso – MT- Brasil. In: *Simpósio de Geotecnologias no Pantanal*, 2, , Corumbá-MS. Anais Campinas: Embrapa; São José dos Campos:INPE. Artigo, p. 747-755.

RENNÓ, C. D.; SOARES, J. V. (2001) Discretização espacial de bacias hidrográficas. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 10., Foz do Iguaçu, abr. *Anais*. São José dos Campos: INPE, 2001. Sessão Técnica Oral. p. 485-492.