

Análise hidrológica e delimitação automática de Bacias Hidrográficas no município de Jaú - SP

Vanessa Durante Polonio¹

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista /FCA-UNESP
Av. Universitária, 3780
18610-034 - Botucatu - SP, Brasil
van_polonio@hotmail.com

Resumo. A utilização de ferramentas de sistemas de informações geográficas na caracterização física de bacias hidrográficas tem sido difundida em proporções exponenciais nos últimos anos. A delimitação de bacias hidrográficas tem sido realizada de forma automática em programas computacionais de Sistemas de Informações Geográficas. O objetivo geral foi analisar o comportamento hidrológico e testar a delimitação automática das bacias hidrográficas do município, através de dados SRTM. Foram confeccionados mapas de altimetria, direção de fluxo, mapa de fluxo acumulado e mapa de delimitação automática de bacias hidrográficas. A análise hidrológica juntamente com a delimitação automática de bacias hidrográficas apresentou resultados satisfatórios de forma rápida e próxima da realidade. Estudo ideal para análises rápidas sem uso de dados cartográficos.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, geoprocessamento, bacia hidrográfica

Abstract. The use of tools of geographic information systems in the physical characterization of watersheds has been diffused in exponential proportions in recent years. The delimitation of watersheds has been carried out automatically in computer programs of Geographic Information Systems. The general objective was to analyze the hydrological behavior and to test the automatic delimitation of the hydrographic basins of the municipality, through SRTM data. Altimetry maps, flow direction, cumulative flow map and automatic delimitation map of river basins were made. The hydrological analysis together with the automatic delimitation of river basins presented satisfactory results quickly and close to reality. Ideal study for rapid analysis without the use of cartographic data.

Keywords: remote sensing, geoprocessing, hydrographic basin

1. Introdução

A análise espacial de Bacias Hidrográficas compreende o entendimento do sistema físico desde a entrada e saída do volume de água, através da precipitação e escoamento superficial, intermediado pelos volumes evaporados, transpirados e infiltrados. Para entender a dinâmica desse sistema em sua totalidade a compreensão dos dados fisiográficos da Bacia Hidrográfica é imprescindível (Novais, 2015).

No Brasil, a Lei Federal n o 9.433/97 estabelece a Bacia Hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). A fixação dessas unidades básicas envolve a abrangência de aplicação dos instrumentos da PNRH, tais como: enquadramento dos corpos d'água, outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos. Assim, padronização e automatização do traçado de Bacias Hidrográficas são fundamentais para a efetivação adequada da PNRH, evitando-se possíveis conflitos de utilização dos recursos hídricos (Sobrinho et al., 2010).

A utilização de ferramentas de sistemas de informações geográficas na caracterização física de Bacias Hidrográficas tem sido difundida em proporções exponenciais nos últimos anos (Souza et al., 2011).

A delimitação de Bacias Hidrográficas tem sido realizada de forma automática em programas computacionais de Sistemas de Informações Geográficas. Neste processo, são utilizados algoritmos que identificam os divisores de águas a partir de uma representação matricial do terreno, denominada Modelo Digital de Elevação (MDE) (Cecílio et al., 2013).

A principal fonte de MDEs atualmente são os produtos SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), que constituiu-se em um projeto internacional conduzido pela Agencia Espacial Norte-Americana (NASA) (SOBRINHO et. al., 2010).

2. Objetivo

O objetivo geral foi analisar o comportamento hidrológico e testar a delimitação automática das bacias hidrográficas do município, através de dados SRTM, para uma representação espacial, para futuramente colaborar com estudos e trabalhos a partir deste.

3. Material e Métodos

O município de Jaú está localizado na região central do estado de São Paulo (**Figura 1**), com latitude 22°17'44'' sul e longitude 48°33'28'' oeste, possui altitude entre 430 a 725 metros, o município é banhado pelos rios Tietê e Jaú, situada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê-Jacaré (Ugrhi TJ-13), e possui área de 68.630 ha. A precipitação média anual é em torno de 1.400mm, segundo dados da estação hidrometeorológica da APTA – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Pólo Regional Centrooeste (Souza e Cremonesi; 2004).

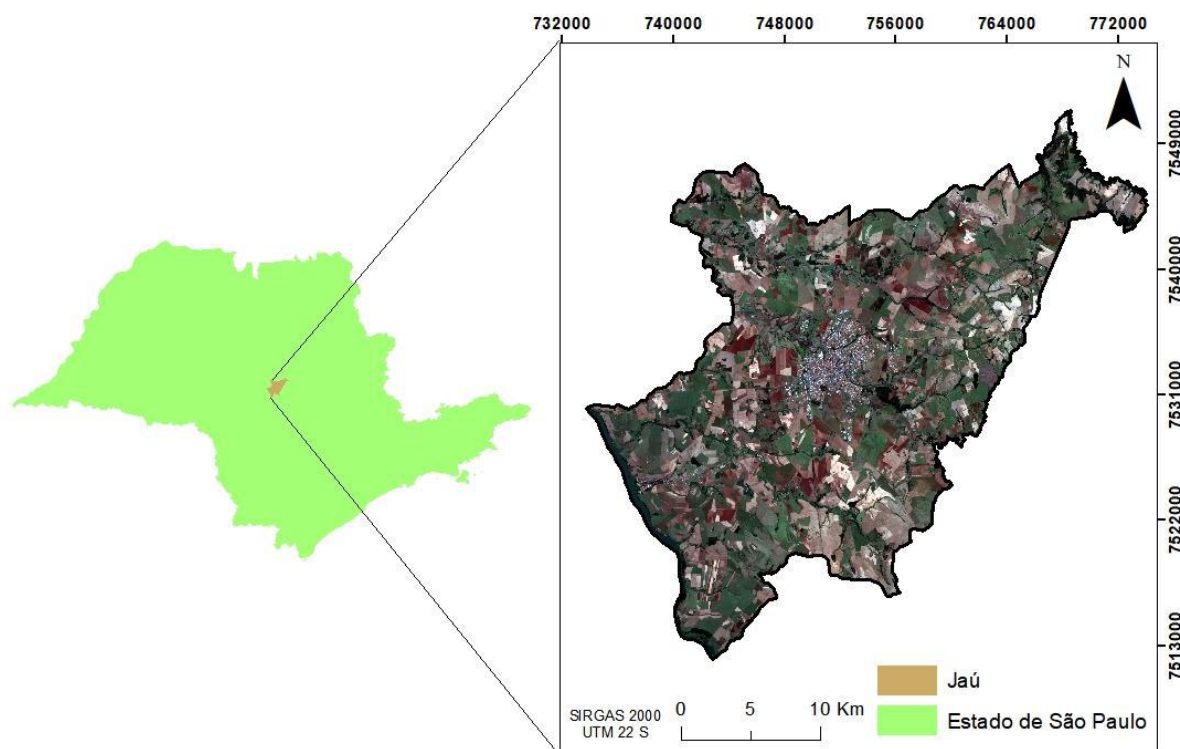


Figura 1. Mapa de localização do município de Jaú – SP

Os dados SRTM, com resolução espacial de 30 metros, foram obtidos pelo site Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) e foi selecionado uma cena em tela, da região do município de Jaú - SP.

O programa utilizado para o processamento dos dados foi o ArcGIS 10.5. A partir dos dados SRTM foram extraídas curvas de nível com equidistância de 5 metros. Para a análise hidrológica, foi gerado o mapa de altimetria a partir das curvas de nível, utilizando a ferramenta *Topo to Raster*. A partir do mapa altimétrico foi gerado mapa de declividade por meio da ferramenta *Slope*.

Utilizando o mapa de altimetria novamente, foi gerado um mapa de direção de fluxo da bacia pela ferramenta *flow direction* (**Figura 2**), onde a direção de fluxo está relacionada com variedade de pontos dentro de uma bacia hidrográfica e a várias relações hidrológicas estabelecidas entre esses pontos. A definição da direção do fluxo dar-se-á pela determinação da direção da maior declividade do terreno, onde cada célula (pixel) seguirá seu vizinho mais íngreme, a partir da aplicação do código de direção (RENNÓ, 2008).

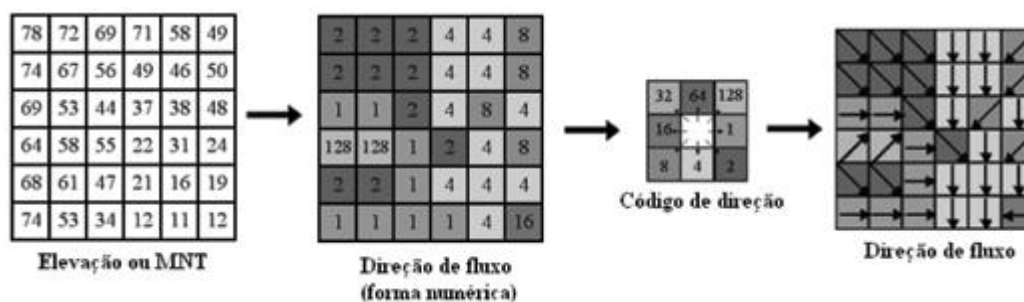


Figura 2. Esquema de geração da ferramenta *flow direction*. Fonte: Adaptado de ESRI (2008).

Por fim utilizando essa informação de direção de fluxo foi gerado um terceiro mapa, o mapa de fluxo acumulado. O fluxo acumulado é um modelo que indica o grau de confluência do escoamento e pode ser associado ao fator comprimento de rampa aplicado em duas dimensões (**Figura 3**). O fluxo acumulado, também denominado área de captação, apresenta obtenção complexa, manual ou computacional, uma vez que reúne, além de características do comprimento de rampa (conexão com divisores de água a montante), também a curvatura horizontal (confluência e divergência das linhas de fluxo) (VALERIANO, 2008).

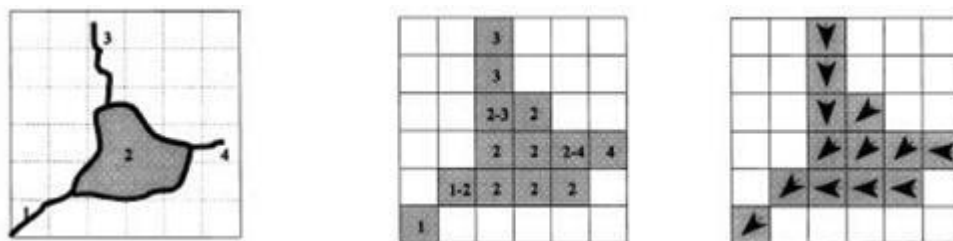


Figura 3. Esquema de geração da ferramenta *accumulated flow*. Fonte: Adaptado de TURCOTE et al. (2001).

O delineamento de microbacias é favorecido, significativamente, pelo processo denominado por VALERIANO (2008) como ADD que, em essência, é uma sobreposição de fatiamentos criteriosos da curvatura horizontal (para realce da drenagem e divisores de água) a classes de orientação de vertentes. As feições de drenagem e divisores de água, convertidas em vetores, são alvos de análises clássicas do terreno em que se busca a delimitação de zonas homólogas para fins de mapeamento geológico, geomorfológico e pedológico. A delimitação das bacias é realizada processando os mapas de direção de fluxo e fluxo acumulado na função *Basin*.

4. Resultados e Discussão

O mapa de altimetria (**Figura 4**), do município de Jaú, a partir de dados SRTM, nos apresentou um intervalo de 432 a 729 metros de altitude. A região leste apresenta os maiores valores de altitude e a região oeste os menores. A região central e o extremo nordeste apresentam regiões com grandes variações de altitude.

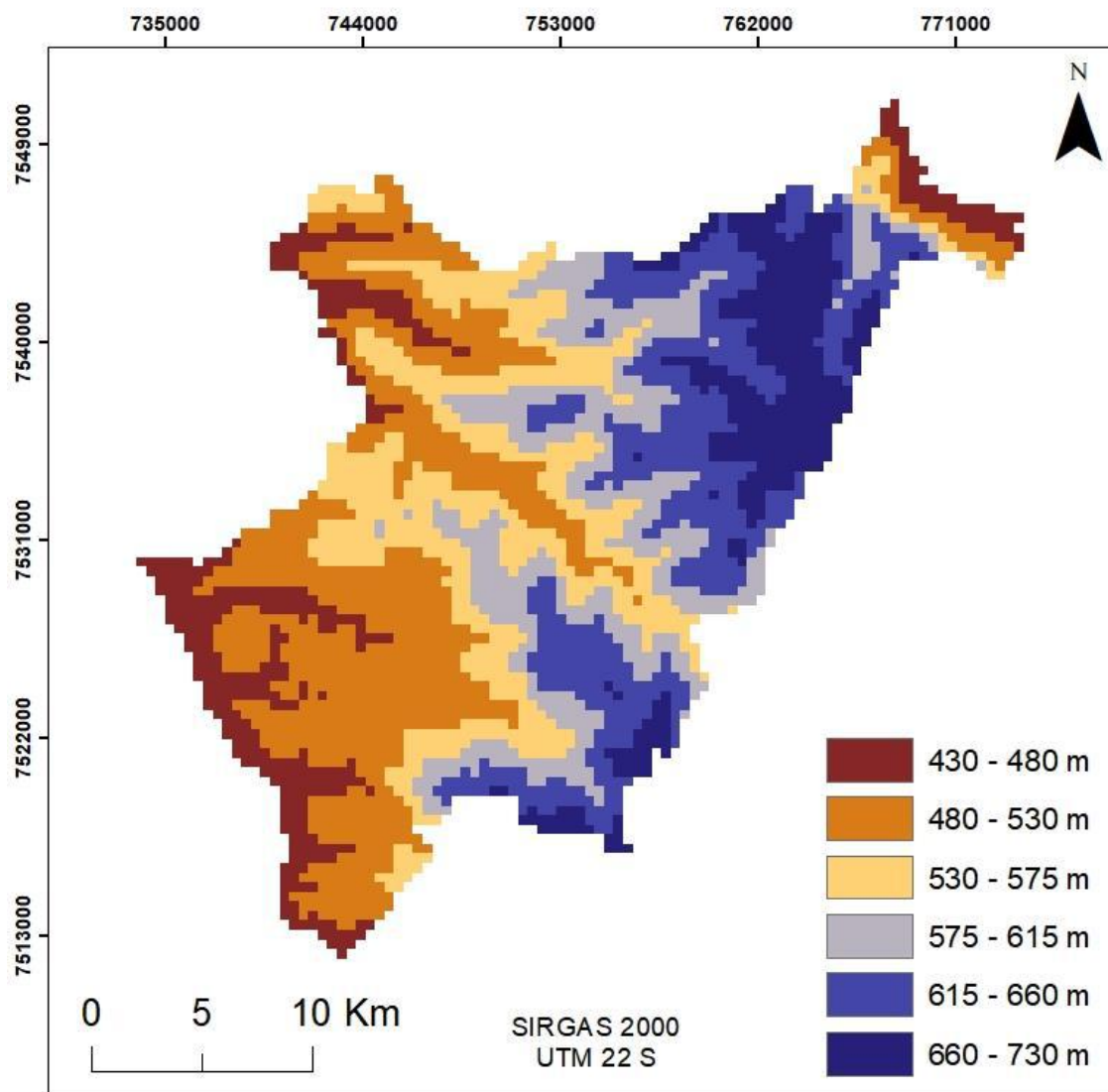


Figura 4. Mapa de altimetria, por meio de dados SRTM, do município de Jaú – SP

O mapa de direção de fluxo (**Figura 5**), gerado a partir do mapa de altimetria, nos mostra exatamente o caminho em que a água da chuva percorre pela bacia, sendo uma ferramenta de grande importância na tomada de decisão para gestão e desenvolvimento da cidade, como nas áreas rurais. Na legenda do mapa podemos acompanhar a direção em que cada cor pertence de Norte ao Sul, Leste a Oeste. As direções mais predominantes nesse município são Norte, Nordeste e Sul.

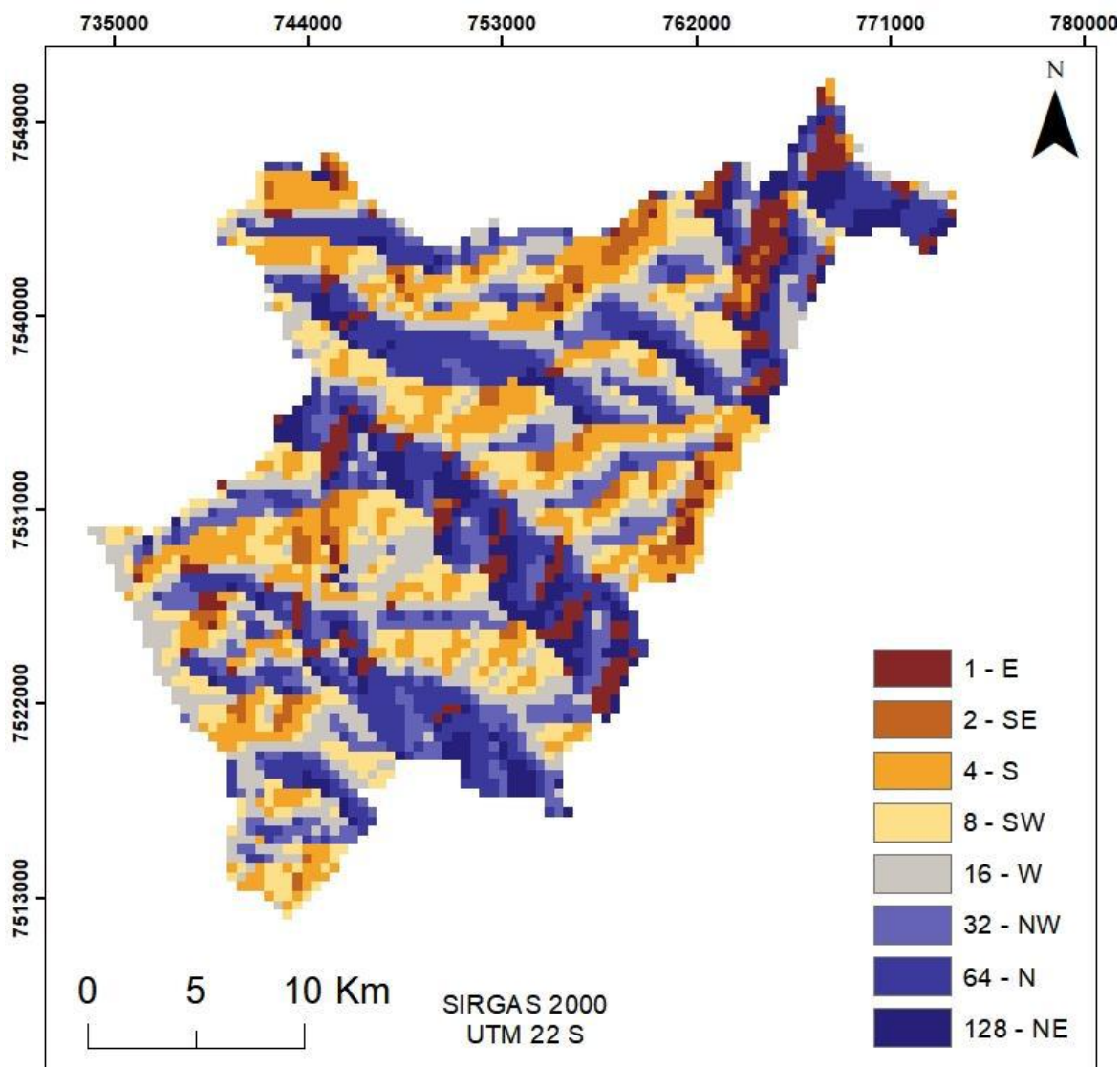


Figura 5. Mapa de direção de fluxo

O mapa de fluxo acumulado (**Figura 6**) foi gerado a partir do mapa de direção de fluxo, nele, foi possível perceber que o acúmulo do fluxo se concentra nas regiões de menor altitude, o que era esperado, pois são os locais onde as redes de drenagem se encontram no município. O mapa de fluxo acumulado é um bom método para observar pontos de futuros alagamento e realizar projetos para gestão e manejo para evitar futuros problemas.

Como todos esses mapas foram produzidos a partir de dados SRTM, a ferramenta de fluxo acumulado, nos permitiu localizar as redes de drenagem presentes no território, de forma rápida, já que não foi utilizado cartas topográficas.

E por fim, o mapa de delimitação automática de Bacias Hidrográficas (**Figura 7**), que foi comparado com um mapa apresentado no plano de drenagem da prefeitura do município de Jaú (<http://www.jau.sp.gov.br/arquivos/plano-de-drenagem-V7.pdf>), e por meio dessa comparação o resultado foi muito bom, próximo da realidade, apresentando uma segurança nos resultados apresentados no trabalho. Com isso, essa geração automática apresentou um resultado satisfatório, de baixo custo e benefícios gerados.

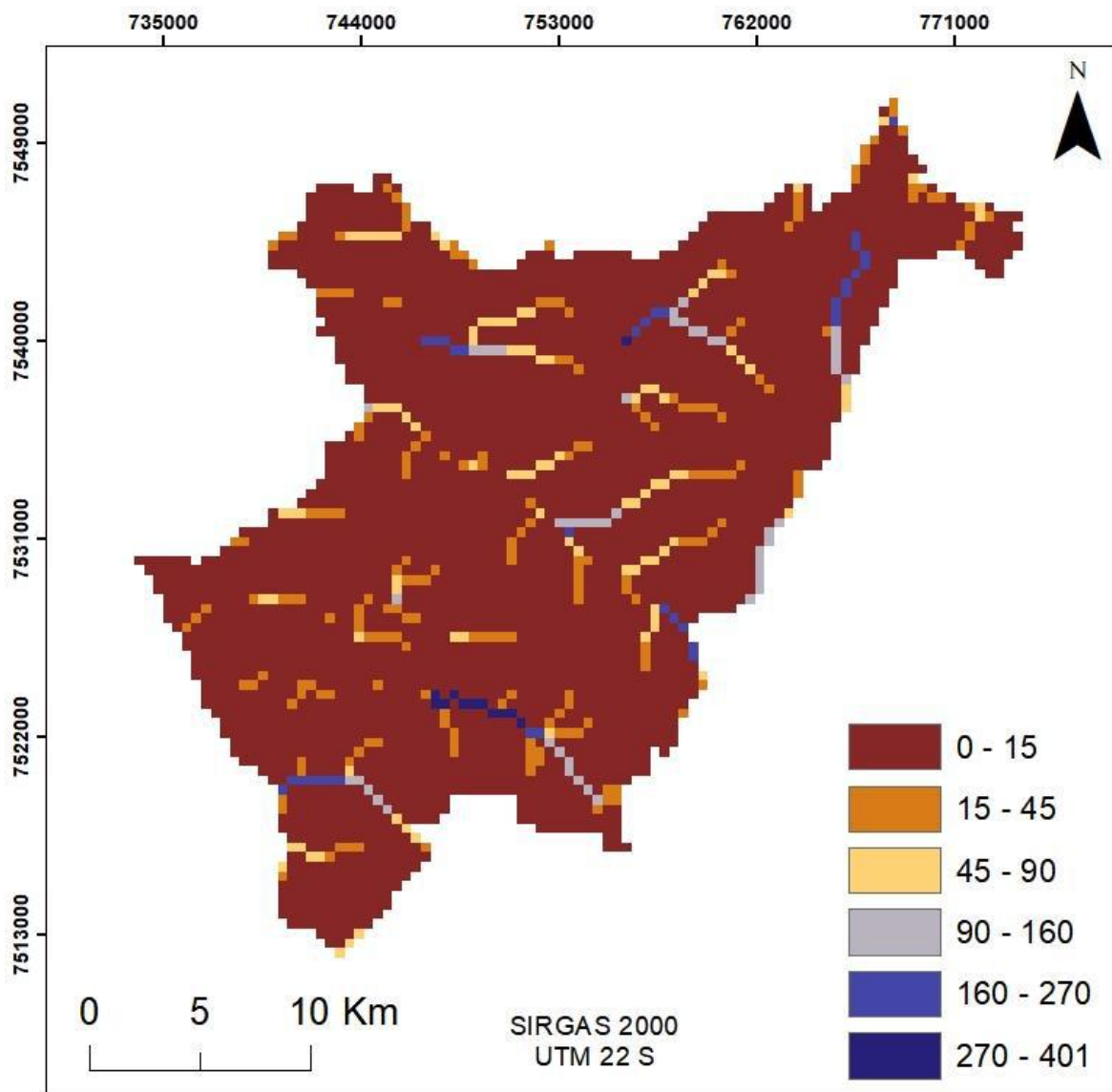


Figura 6. Mapa de fluxo acumulado

As análises hidrográficas através de dados orbitais nos mostraram resultados satisfatórios para o município, é um estudo que pode ser aplicado em todas as regiões onde se buscam conhecimento do comportamento da água em uma Bacia Hidrográfica, localizar as redes de drenagem, quando não possuir, e com isso delimitação das bacias, principalmente na ausência de cartas planialtimétricas.

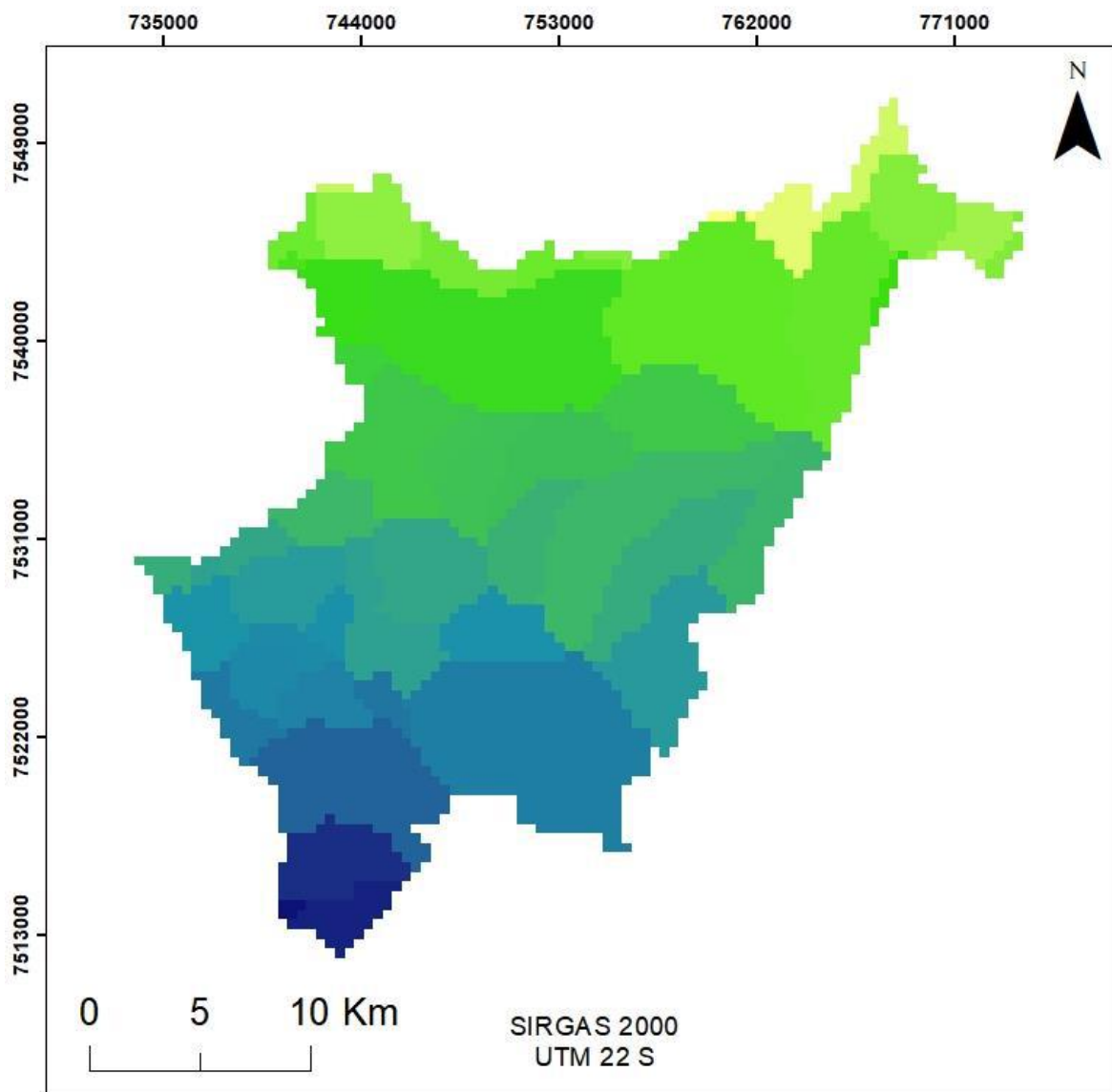


Figura 7. Mapa de delimitação automática de Bacias Hidrográficas a partir de dados SRTM.

5. Conclusões

A análise hidrológica juntamente com a delimitação automática de Bacias Hidrográficas apresentou resultados satisfatórios de forma rápida e próxima da realidade. Estudo ideal para análises rápidas de maneira remota.

6. Referências

Cecílio, R. A.; Coutinho, L. M.; Xavier, A. C.; Moreira, M. C.; Zanetti, S. S.; Garcia, G. O. Delimitação de bacia hidrográfica em região montanhosa a partir de diferentes modelos digitais de elevação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2007-2024, 2013

ESRI. **Environmental Systems Research Institute. ArcGIS 9.2 Desktop help.** Disponível em: . Acesso em: 20 jun. 2018.

Novais, M. P. S. Análise Espacial de Bacias Hidrográficas a partir de SIG: um estudo da Bacia Hidrográfica do Itapicuru – Bahia. **Anais ... XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**, João Pessoa, PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

rennó, C. D. et al.. Hand, a new terrain descriptor using SRTM-DEM: Mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.112, n.9, p.3469-3481, 2008

Sobrinho, T. A.; Oliveira, P. T. S.; Rodrigues, D. B. B.; Ayres, F. M. Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM, 2010. In: **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.46-57, jan./fev. 2010

Souza, A. M.; Cremonesi, F.L. **Jaú – Imagens de um Rio!** Piracicaba, São Paulo: Copiadora Luis de Queiroz, 2004.

Souza, A. M. B.; Cruz, M. A. S.; Aragão, R.; Amorim, J. R. A. Delimitação automática de sub-bacias na bacia do rio Japarutuba/BA a partir de modelos digitais de elevação. **Anais...V Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - V GEONORDESTE**, Feira de Santana – BA, Brasil, 06 a 09 de novembro de 2011,

Furcotte, R.; Fortin, J.P.; Rousseau, A.N.; Massicotte, S.; Villeneuve, J.P. Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.240, n.3, p.225-242, 2001.

Valeriano, M.M. Dados topográficos. In: FLORENZANO, T.G. (Org.). **Geomorfologia, conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p.72-104.