

Delimitação da rede de drenagem utilizando dados SRTM.

Gustavo da Cruz Talon¹
Gerardo Kuntschik¹

¹Universidade de São Paulo – USP/EACH
R. Arlindo Bértio 1000 - São Paulo – SP, Brasil

gustavotalon@gmail.com

gkuntschik@usp.br

Abstract. Drainage networks and watershed delimitation are key information for the correct management and operation planning of water reservoirs, both for water supply as for energy production. These information are sometimes hardly available and serious problems may arise if incorrect data is used. Topographic data derived from orbital sensors, as SRTM images, may be useful to obtain this information in a fast and low cost basis. This work was carried out in the Jundiai reservoir, NE of São Paulo State. Delimitation of drainage network and watershed were automatically accomplished using SRTM data. Watershed limits obtained in such way were compared with a digital limit which was supplied by SABESP and with a limit which was manually drawn based in level curves with 30 meters of equidistance. The results suggest that SRTM data are appropriate for this sort of work. Watershed limits obtained from those data show a high degree of similarity with limits manually drawn based in level curves. The limits that were supplied by SABESP shown significant differences with the two other limits and appeared to be incorrect according with drainage network.

Palavras-chave: SRTM, Drainage network, Watershed delimitation, Jundiai reservoir.

1. Introdução

As redes de drenagem indicam, em uma área, o caminho preferencial da água e auxiliam na determinação de bacias hidrográficas e na sua melhor forma de manejo [ROSIM apud K2]. Os métodos tradicionais para a definição de drenagem como a observação de campo, a fotointerpretação ou por curvas de nível não são precisos [K2]. Atualmente, com a utilização de Modelos Numéricos de Terreno (MNT) é possível delimitar essas áreas com maior precisão, o que auxilia no manejo adequado das mesmas para a preservação dos corpos hídricos em especial aqueles destinados aos sistemas de abastecimento.

O Sistema Alto Tietê é composto por cinco represas resultantes de afluentes do Rio Tietê, nestas represas a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) opera um sistema de captação e tratamento de água. Uma delas é a Jundiá localizada no município de Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo. Criado há aproximadamente 60 anos, este sistema visa evitar enchentes na cidade de São Paulo pelo Rio Tietê e fornecer parte do abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo.

Neste trabalho utiliza-se o conceito de redes de drenagem que segundo Chorowicz et. AL (1992) são obtidas por observação de campo, fotointerpretação ou extração direta a partir de mapas topográficos, ou indiretamente por meio de curvas de nível. [K2]

Segundo Martins, 2007, o estudo da rede de drenagem e das bacias hidrográficas é importante para a compreensão de vários processos ativos na esculturação da paisagem terrestre e a configuração da rede de drenagem reflete a estruturação geológica e a evolução morfogenética regional.

Pelo fato da área de estudo se tratar do entorno de um reservatório para abastecimento humano, o estudo da rede de drenagem a partir da geração de um modelo numérico de terreno por imagens SRTM e a comparação dos resultados com a delimitação atual da bacia permitirá fazer inferências quanto à modificação dos limites do reservatório e da rede de drenagem da bacia. Esta informação pode ser importante no planejamento do uso e ocupação do solo visando o não assoreamento e redução do tamanho do reservatório.

Atualmente existem dois grandes conjuntos de dados topográficos obtidos mediante sistemas orbitais, que cobrem uma grande parte da superfície terrestre: Shuttle Radar Topography Mission - SRTM: Missão Topográfica por Radar do Ônibus Espacial (NASA, 2010), gerados pela Agência Espacial Norte Americana, NASA, e disponibilizadas no Brasil pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). O outro conjunto de informações disponíveis foi gerado a partir de imagens do sensor Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer – ASTER, desenvolvido pela Agência Espacial Japonesa JAXA e que se encontra a bordo do satélite TERRA (JAXA, 2010).

A missão SRTM ocorreu em fevereiro de 2000 e teve como objetivo adquirir dados de altimetria, em uma escala quase global, a partir de radares para a geração da mais completa base de dados de alta resolução digital topográfica da Terra. Embora as imagens geradas tenham uma resolução original de 30 metros, as imagens referentes à América do Sul foram disponibilizadas pela NASA em resolução de 90 metros. Posteriormente as imagens do Brasil foram tratadas e disponibilizadas pela Embrapa e pelo INPE com resolução de 30 metros [K2] [NASA], porém, os processamentos executados pelo INPE e pela EMBRAPA não conseguiram fornecer como produtos imagens que atingissem a precisão dos dados originais gerados pela NASA.

As imagens geradas a partir do sensor ASTER foram obtidas e divulgadas com resolução de 30 x 30 metros, embora no Brasil elas sejam pouco conhecidas e utilizadas.

O objetivo desse trabalho é delimitar a drenagem dentro da bacia hidrográfica da Represa Jundiá, localizada no município de Mogi das Cruzes, a partir da utilização de imagens do conjunto de dados topográficos obtidos mediante o sistema orbital SRTM. Além disso, pretende-se realizar a comparação dos limites da bacia gerados automaticamente com os limites da mesma utilizados atualmente pela SABESP.

O software escolhido para o desenvolvimento do trabalho é o SPRING versões 5.0 e 5.1, desenvolvido pelo INPE e de distribuição gratuita.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) entre as aplicações deste formato de imagem estão programas de manejo de bacias hidrográficas, os estudos de conservação de solos para identificar e evitar erosões e há também a possibilidade de corrigir possíveis erros de traçados de curvas de nível desenvolvidas através de instrumentos óticos.

2. Metodologia de trabalho

Para a realização do trabalho fez-se uma pesquisa bibliográfica sobre as principais aplicações de imagens SRTM, em especial para a delimitação de bacias hidrográficas. Além de uma pesquisa exploratória sobre as imagens SRTM referentes à Represa Jundiá, bem como seu georreferenciamento.

Nesta pesquisa verificou-se a dificuldade de acesso a imagens da base de dados da EMBRAPA que, para a área em questão, não estavam disponíveis de imediato, entretanto foi possível acessá-las posteriormente. Desse modo as imagens utilizadas neste trabalho são as disponibilizadas tanto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) como pela EMBRAPA.

As imagens obtidas para o projeto foram trabalhadas utilizando o programa SPRING em suas versões 5.0 e 5.1. Além do SPRING, utilizou-se o software IDRISI Andes para a delimitação automática da bacia hidrográfica a partir da rede de drenagem da área de estudo (obtida com o software SPRING com base na imagem SRTM).

Com o software SPRING, a partir da imagem SRTM do local, foi feita, inicialmente, a delimitação da área de estudo, e em seguida a elaboração de um modelo numérico de terreno para a bacia. A partir disso gerou-se a rede de drenagem da área, também utilizando o software SPRING, e em seguida, utilizou-se o IDRISI Andes para a delimitação automática da bacia, utilizando o módulo WATERSHED, a partir da rede de drenagem obtida anteriormente.

Além da bacia gerada automaticamente pelo IDRISI Andes, para efeitos comparativos utilizou-se o software SPRING para a delimitação manual da bacia a partir de curvas de nível obtidas com dados da imagem SRTM. Por fim, os resultados foram comparados com a cartografia dos cursos de água atualmente utilizada pela SABESP.

A Figura 1 apresenta uma imagem óptica de alta resolução do Google Earth com a área de estudo, e sua localização no mapa:



Figura 1: Área de estudo e sua localização espacial.

3. Resultados e discussão

Para a extração de redes de drenagens, os Modelos Digitais de Terreno (MNT) se mostram bastantes úteis. Sendo assim a partir de dados SRTM foi gerado um MNT da área de estudo. Na Figura 2 é apresentado o Modelo Numérico de Terreno da área que drena para o reservatório, a qual foi utilizada como base para o restante da pesquisa.

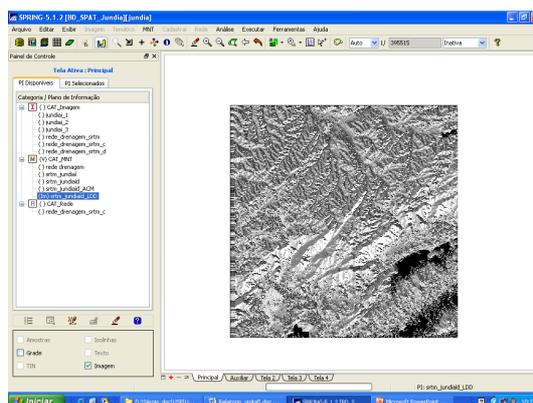


Figura 2: Modelo Numérico de Terreno da área de estudo no software SPRING 5.1

A partir do modelo numérico de terreno acima, também utilizando o software SPRING, gerou-se a rede de drenagem da área de estudo, sendo possível notar o caminho que a água percorre no solo. Com a rede de drenagem gerada, torna-se possível a delimitação da bacia hidrográfica manual ou automaticamente. A Figura 3 apresenta a rede de drenagem gerada utilizando o software SPRING 5.1.



Figura 3: Rede de drenagem gerada pelo SPRING 5.1.

Com a rede de drenagem gerada, utilizou-se o módulo WATERSHED do software IDRISI Andes para a delimitação automática da bacia hidrográfica em que a represa Jundiá está contida. Na Figura 4 apresenta-se o resultado da geração automática da bacia, em verde, sobre a rede de drenagem gerada anteriormente, em branco.

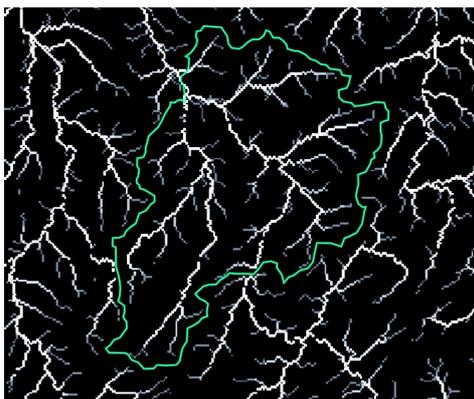


Figura 4: Bacia gerada automaticamente pelo IDRISI sobre rede de drenagem.

Para efeitos de comparação, utilizando o modelo numérico de terreno apresentado anteriormente, utilizou-se o SPRING para a geração de curvas de nível com equidistância de 30 metros. Com as isolinhas foi possível a delimitação manual da bacia hidrográfica que contem a represa Jundiá, traçando a delimitação manualmente pelos divisores de água da bacia. Na Figura 5 mostra-se o resultado dessa delimitação manual, em amarelo, feita a partir das curvas de nível do local, em vermelho, e sobreposta à rede de drenagem gerada anteriormente.

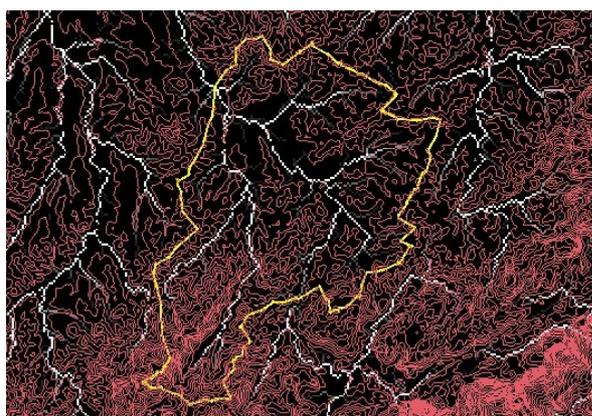


Figura 5: Delimitação manual da bacia hidrográfica feita a partir das curvas de nível, obtidas com SPRING, sobreposta à rede de drenagem gerada anteriormente.

Teve-se como base de comparação a cartografia da área utilizada pela SABESP, que conta com os limites da bacia hidrográfica do local, a qual foi cedida pela SABESP para esta pesquisa. A Figura 6 apresenta os limites da bacia cedidos pela SABESP, os quais foram importados para o SPRING e aparecem em vermelho, assim como a rede de drenagem do local.

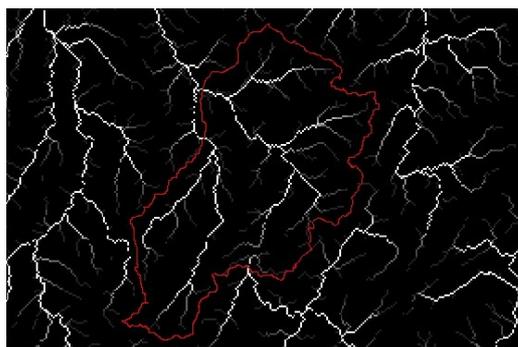


Figura 6: Limites da bacia hidrográfica, cedidos pela SABESP, sobrepostos à rede de drenagem.

Sendo assim, teve-se como resultado a rede de drenagem gerada a partir de dados SRTM e três delimitações diferentes de bacias hidrográficas que foram comparadas entre si para atingir às finalidades do projeto. Uma delas foi cedida pela SABESP, outra foi gerada manualmente a partir de curvas de nível do local e, por fim, outra delimitação feita automaticamente a partir da rede de drenagem obtida anteriormente dos dados SRTM.

Utilizando imagens SRTM foi gerada, com o software SPRING, a rede de drenagem do local, a qual foi necessária para a delimitação automática da bacia hidrográfica com o software IDRISI. A bacia gerada, em verde, foi sobreposta àquela fornecida pela SABESP, em vermelho, como pode ser visualizado na Figura 7.

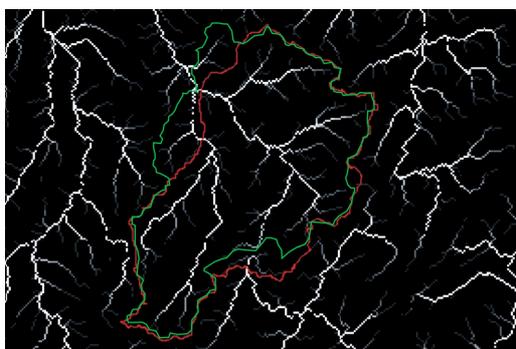


Figura 7: Limites da bacia gerados automaticamente, em verde, sobrepostos aos limites cedidos pela SABESP, em vermelho e a rede de drenagem obtida.

Para analisar os resultados, devem-se levar em conta as limitações existentes nas imagens SRTM utilizadas, as quais sofreram diversas transformações. Lembrando que as mesmas foram obtidas pela NASA com a resolução de 30 x 30 metros, porém disponibilizadas com a resolução de 90 x 90 metros. No Brasil foram transformadas pelo INPE e EMBRAPA para uma resolução de 30 x 30 metros, entretanto a qualidade das imagens não é igual às originais obtidas pela NASA.

Ao analisar apenas os limites da bacia hidrográfica cedidos pela SABESP, em vermelho, sobrepostos à rede de drenagem gerada a partir da imagem SRTM, identificam-se duas grandes inconsistências. A primeira na porção Noroeste, onde a bacia cruza os drenos de forma inapropriada e a segunda no centro sul da imagem, onde a delimitação não obedece à drenagem do local. Outros erros menores aparecem, mas não seriam relevantes a ponto de prejudicar a gestão do local. Possivelmente tenha havido alguma dificuldade na coleta de dados no local pela SABESP, para a delimitação da bacia.

Quando comparada com a bacia gerada automaticamente pelo IDRISI Andes, representada em verde, percebe-se que a maior diferença foi exatamente nessas duas regiões encontradas anteriormente e, inclusive há, também a correção de outros pequenos erros. Nota-se que no canto Noroeste, na bacia gerada automaticamente, ainda existe uma pequena inconsistência, muito menos relevante do que o encontrado na bacia em vermelho e que, provavelmente, não prejudicaria de modo significativo a gestão da área. Dessa mesma forma, na região centro sul, o erro foi completamente corrigido.

Para mais uma comparação e comprovação, optou-se por delimitar a bacia hidrográfica da área de um modo mais tradicional, com base nas curvas de nível. As isolinhas foram geradas a partir das imagens SRTM, com uma equidistância de 30 metros, e a partir delas foi realizada uma terceira delimitação da bacia, a que é apresentada em amarelo, a qual foi comparada com as demais. Na Figura 8 encontra-se a sobreposição das três bacias e a rede de drenagem.

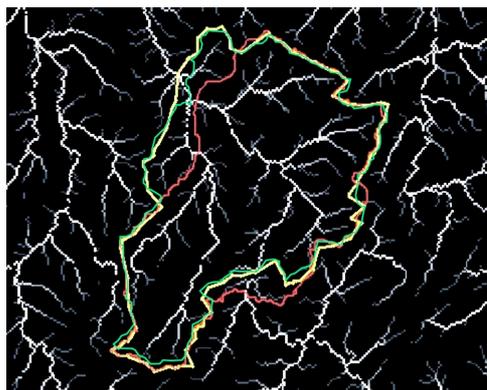


Figura 8: Sobreposição das três bacias obtidas à rede de drenagem do local: linha vermelha, bacia utilizada pela SABESP; linha verde, bacia gerada automaticamente pelo IDRISI e linha amarela, bacia gerada manualmente a partir das curvas de nível.

Com essa sobreposição, observa-se que a bacia gerada manualmente a partir de curvas de nível se assemelha muito com a gerada automaticamente pelo IDRISI, a não ser por um pequeno erro no canto superior esquerdo, o que não causaria grandes problemas. Isso fornece indícios de que a bacia gerada automaticamente pode ter ficado mais fiel à realidade do que os limites da bacia utilizados atualmente pela SABESP.

4. Conclusões

A partir da imagem SRTM do local de estudo foi gerada a rede de drenagem da área, a partir da qual foi possível realizar a delimitação automática da bacia hidrográfica com o software IDRISI. Dentro das limitações das imagens SRTM, os limites da bacia gerados automaticamente aparentam estar mais fieis á realidade do que os da bacia utilizada atualmente pela SABESP e mostra ser um método bastante eficaz para a delimitação de bacias hidrográficas.

Notou-se que houve apenas um pequeno erro na delimitação automática da bacia quando sobreposta à rede de drenagem, mas que não seria de grande relevância à gestão do local. Sendo assim, pode-se concluir que a utilização de dados SRTM são eficazes e eficientes para a delimitação de bacias hidrográficas, considerando suas limitações. A delimitação ficou bastante coerente com a rede de drenagem como pode ser observado na Figura 9, que representa a delimitação automática da bacia hidrográfica que contém a Represa Jundiáí:

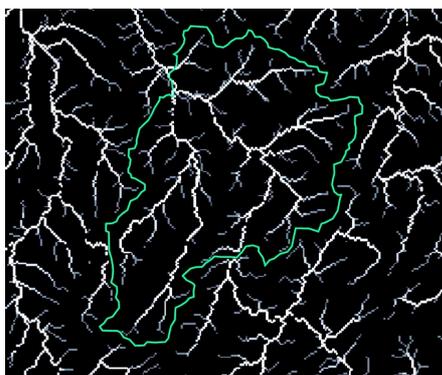


Figura 9: delimitação automática da bacia hidrográfica que contém a Represa Jundiáí

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, R. FÁRIA, O. M. SOLIA, M. Mananciais Região Metropolitana de São Paulo. 1ª Edição. 2007. São Paulo. SABESP p. 138

INPE: Topodata: Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata>. Acesso em 14 de janeiro de 2010.

K2 Sistemas e Projetos Ltda. Processamento Hidrológicos – Rede de Drenagem a partir de dados SRTM. Disponível em: <http://www.comunidadespring.com.br/> De Olho nos Mananciais. Alto Tietê. Acesso em: 11 de outubro de 2009. Disponível em: http://www.mananciais.org.br/site/mananciais_rmsp/altotiete

JAXA: ASTER Global Digital Elevation Model <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>. Acesso em 9 de março de 2010

NASA: Shuttle Radar Topographic Mission SRTM <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Acesso em 9 de março de 2010

VALERIANO, M. M. Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM Disponíveis para a América do Sul. INPE São José dos Campos. 2004 p. 71