



IV-114 – DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS UTILIZANDO DADOS DA SRTM E TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Clarisse Guimarães Rabelo⁽¹⁾

Geógrafa (2005), Especialista em Análise Ambiental e Geoprocessamento (2009) e Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pela Universidade Federal de Goiás (UFG).

José Vicente Granato de Araújo⁽²⁾

Engenheiro Civil (1981) pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Master Of Science em Engenharia Civil (1989) e Doctor Of Philosophy em Engenharia Civil (1992) pela Oklahoma State University. Professor Associado da UFG e Gerente de Hidrogeologia da Saneamento de Goiás S/A-SANEAGO. E-mail: jvgranato@yahoo.com.br

Luís Fernando Stone⁽³⁾

Engenheiro Agrônomo (1972) pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Mestre em Engenharia Civil (1976) pela Universidade Federal de Paraíba (UFPB), Doutor em Agronomia (1983) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Pesquisador A da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Professor convidado da Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: stone@cnpaf.embrapa.br

Silvando Carlos da Silva⁽⁴⁾

Engenheiro Agrônomo (1983) pela Universidade Federal de Paraíba (UFPB), Mestre em Agronomia (1996) pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). E-mail: silvando@cnpaf.embrapa.br

Endereço⁽¹⁾: Escola de Engenharia Civil – UFG, Pç. Universitária, Avenida Universitária 1488, Qd. 86, Lt. Área, Setor Universitário, Goiânia-GO, CEP: 74.605-220, Brasil, Tel: (62) 32096084; Cel: (62) 8153-3319 - e-mail: clarisserabelo1981@gmail.com

RESUMO

Os limites de uma bacia hidrográfica são traçados a partir do seu relevo. Por sua vez, o relevo pode ser representado computacionalmente como uma matriz de pixels (menor elemento de uma imagem) que contém valores de altimetria para cada célula. A missão espacial internacional SRTM coletou informações altimétricas de 80 % das terras emersas da superfície terrestre. Assim, para cada área de 90 por 90 metros, dispõe-se de uma medida altimétrica de boa precisão. O objetivo principal deste trabalho foi apresentar um roteiro de como delimitar bacias hidrográficas automaticamente a partir de imagens oriundas da missão SRTM utilizando técnicas de geoprocessamento. O resultado foi o desenvolvimento de um guia prático que contempla a aquisição das imagens com valores de altitude e as etapas necessárias a delimitação.

PALAVRAS-CHAVE: SRTM, delimitação automática de bacias hidrográficas, recursos hídricos.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais – água, solo, vegetação, fauna, etc – coexistem em constante dinâmica e de maneira interativa, respondendo a interferências naturais e de origem antrópica, afetando o ecossistema como um todo. A caracterização do meio físico de uma bacia hidrográfica é, portanto, condição fundamental para o planejamento da utilização racional de seus recursos hídricos.

Uma bacia hidrográfica consiste em uma área de captação natural de água da precipitação limitada por divisores topográficos que são as elevações do terreno. Estes divisores separam a drenagem e a água da precipitação entre duas bacias adjacentes. A água captada em uma bacia hidrográfica converge para um único ponto de saída, seu exutório (SILVEIRA, 2001).

A delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais. Até poucas décadas, esta etapa era feita somente a partir de trabalhos de campo, documentos e mapas em papel, o que dificultava uma análise que combinasse um grande volume de dados. Com o desenvolvimento e disseminação da informática, tornou-se possível armazenar e representar informações espaciais em ambiente computacional, o que propiciou o aparecimento do geoprocessamento – processamento informatizado de dados georreferenciados. A consolidação desta ferramenta propiciou

inclusive o aparecimento e o desenvolvimento de métodos automáticos para delimitação e caracterização de bacias (GARBRECHT; MARTZ, 2008).

Dias et al. (2004) destaca que quanto menos subjetivo for o critério na definição dos limites de uma bacia, mais preciso será o traçado da mesma e que a definição dos limites de uma bacia está diretamente associada ao seu relevo. Por sua vez, o relevo pode ser representado computacionalmente como uma matriz de pixels (menor elemento de uma imagem) que contém valores de altimetria para cada célula.

A missão espacial internacional SRTM - Shuttle Radar Topography Mission- de fevereiro de 2000 coletou informações altimétricas de 80 % das terras emersas (entre as latitudes 60°N e 56°S) da superfície terrestre. Desde então, para cada área de 90 metros por 90 metros, dispõe-se de uma medida altimétrica de boa precisão.

Dentro deste contexto, o objetivo principal deste trabalho é apresentar uma metodologia para delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados da missão SRTM e técnicas de geoprocessamento.

METODOLOGIA

A quarta versão das imagens obtidas pela missão SRTM encontram-se disponibilizadas gratuitamente no site do Consórcio de Informações Espaciais (CSI) do Grupo Consultor Internacional de Pesquisa Agronômica (CGIAR) (<http://srtm.csi.cgiar.org/>) em formato GEOTIFF, com resolução espacial de 90 metros, no sistema de coordenadas geográficas e *Datum* WGS-84 (Figura 1).

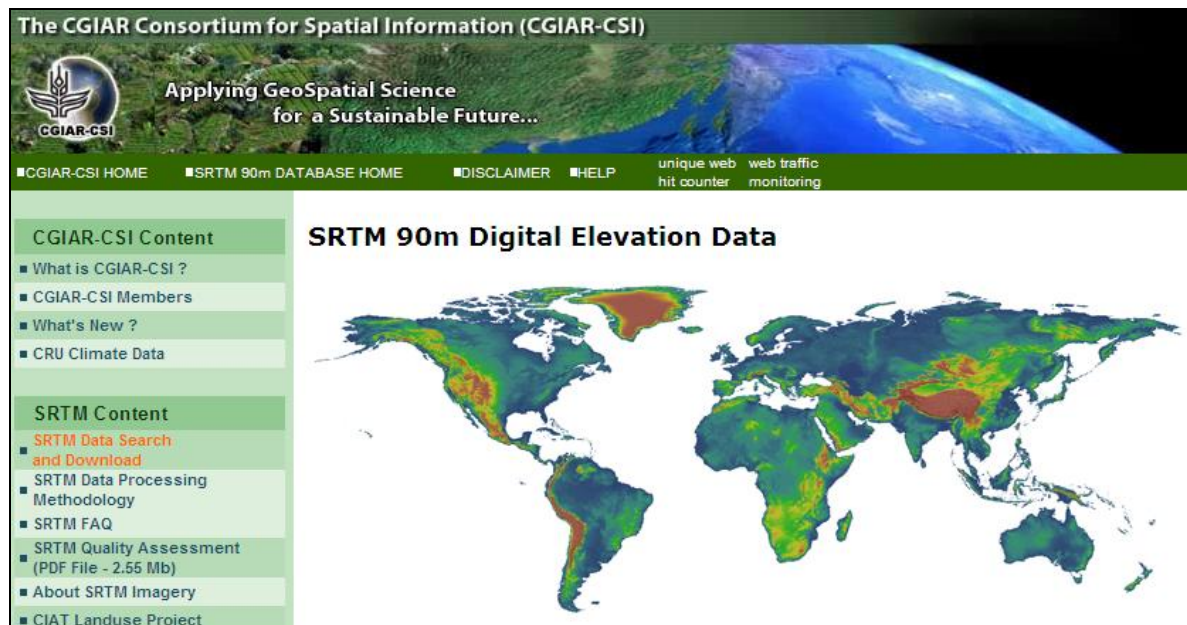


Figura 1 – Site do Consórcio de Informações Espaciais (CGIAR-CSI) com o link para fazer o download da versão quatro de imagens da missão SRTM destacado em vermelho

A título de exemplo foi utilizada nesse trabalho uma imagem localizada no Estado de Goiás (Figura 2), o arquivo “srtm_27_16”. No *software* ArcGIS 9.2, essa imagem foi projetada para o sistema de coordenadas UTM, *Datum* SAD 1969, fuso 22, hemisfério sul.

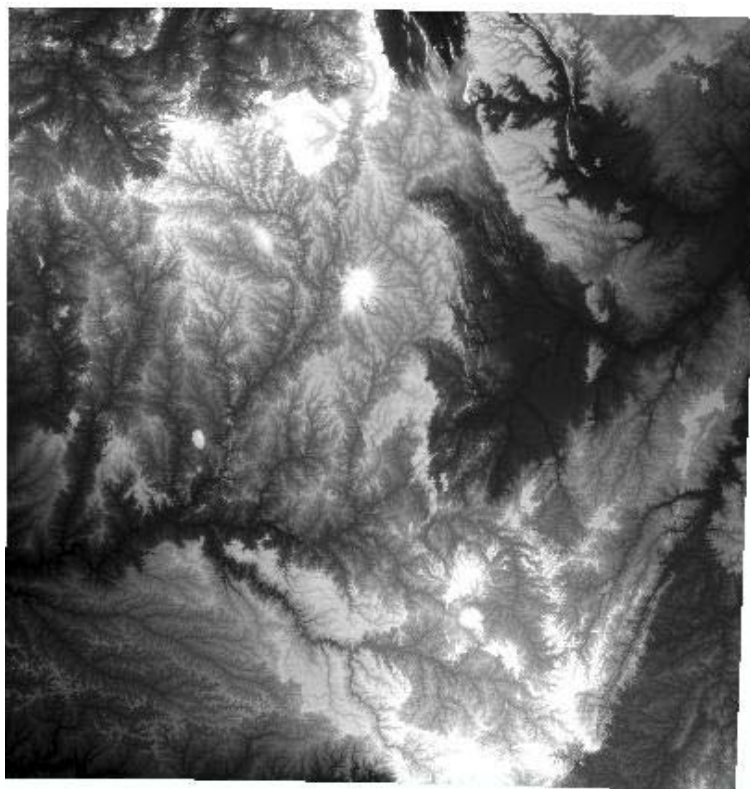


Figura 2 - Imagem da quarta versão da missão SRTM 27_16 projetada no sistema de coordenadas UTM, Datum SAD 1969, fuso 22, hemisfério sul.

Em seguida, a imagem da missão SRTM foi refinada de 90 para 10 metros. Esse processo foi realizado com a ferramenta *Resample* do ArcGIS que diminui o espaçamento entre os pontos da grade original da imagem ao criar uma nova grade por interpolação através da geração de novos valores de cota *z*. Adotou-se o interpolador bicúbico tendo como referência o trabalho de Crepani e Medeiros (2004). Esses autores constataram que, embora o refinamento bicúbico requeira maior tempo de processamento, é o que apresenta resultados mais interessantes por resultar numa grade mais suave com cada retalho contínuo em relação aos seus vizinhos. Ainda segundo esses autores, o interpolador bicúbico estima um novo valor de cota *z* da seguinte forma (Figura 3):

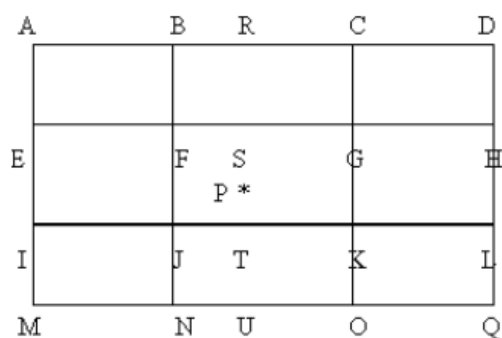


Figura 3 – Interpolador bicúbico. Fonte: Crepani e Medeiros (2004).

Um dado ponto *P* interno a quatro pontos próximos (esses extremos estão representados na figura anterior pelas letras *A* até *Q*) tem um valor de cota atribuído a ele da seguinte maneira: 1) calculam-se os valores de cota dos pontos *R*, *S*, *T*, e *U* a partir de uma interpolação cúbica (2-D) entre os valores de cota dos pontos *A-B-C-D*, *E-F-G-H*, *I-J-K-L* e *M-N-O-Q*, respectivamente; 2) a partir dos valores de cota dos pontos *R*, *S*, *T* e *U*, obtém-se o valor da cota do ponto *P*, utilizando o mesmo interpolador cúbico sobre esses pontos. O resultado do refinamento pode ser observado nas Figuras 4 e 5.

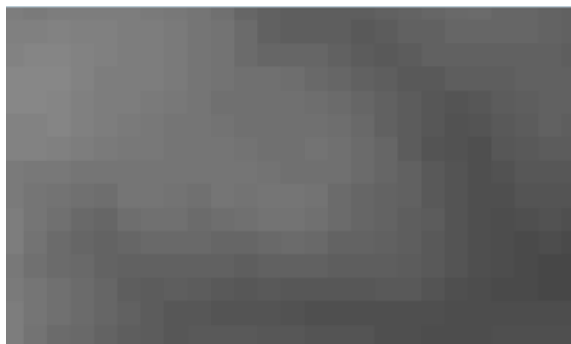


Figura 4 - Detalhe do SRTM com resolução espacial de 90m



Figura 5 - Detalhe do SRTM com resolução espacial de 10m

Para o delineamento automático das bacias hidrográficas dessa imagem, foi utilizada ferramenta “Watershed Delineation” contida na ArcToolbox “*Watershed Delineation Toolbox*” (Figura 6), que por sua vez encontra-se disponibilizada para *download* no site da Esri (<http://support.esri.com/index.cfm?fa=downloads.geoprocessing.filteredGateway&GPID=16>), fabricante do ArcGIS. O dado de entrada dessa ferramenta é a imagem refinada da missão SRTM.

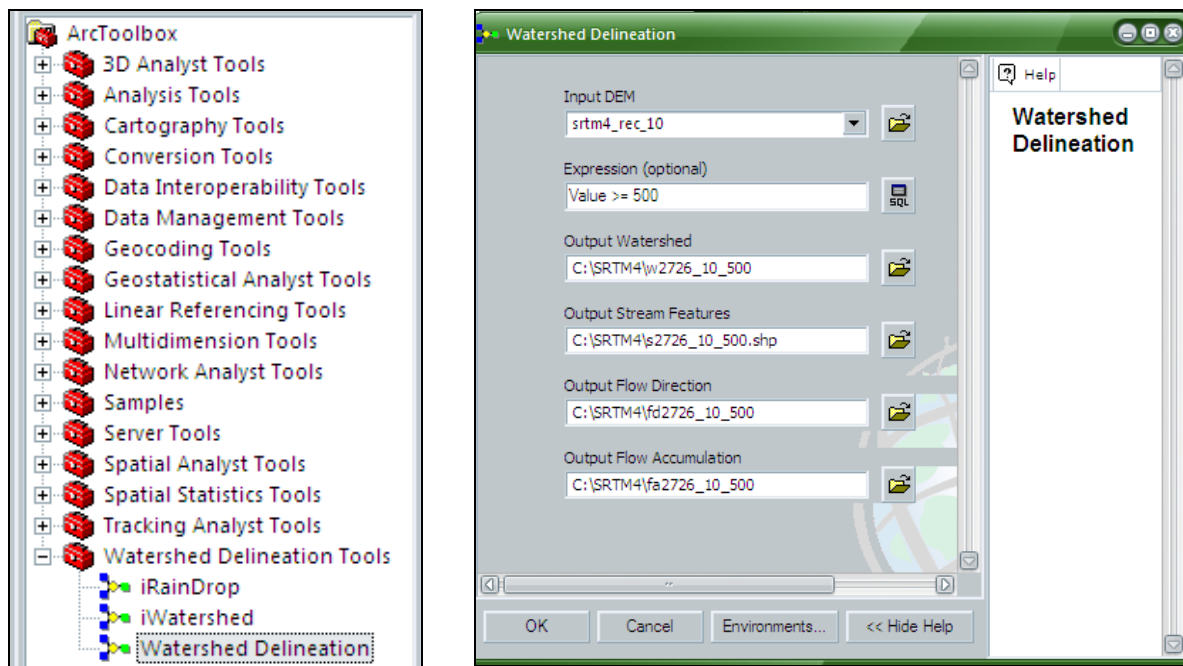


Figura 6 – Layout da ArcToolbox “Watershed Delineation”

RESULTADOS

O processamento da imagem SRTM na Arctoolbox “*Watershed*” resulta em mapas de direção de fluxo (Figura 7), fluxo acumulado (Figura 8), drenagens (Figura 9) e bacias hidrográficas delimitadas (Figura 10).

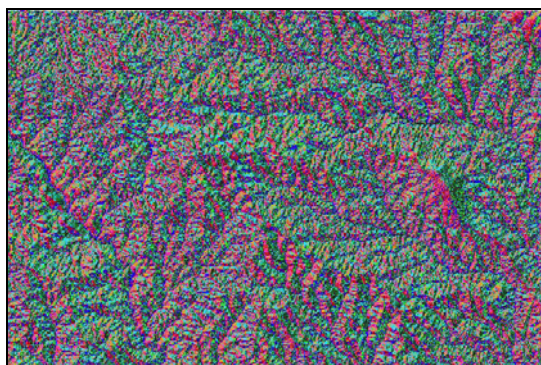


Figura 7 – Detalhe do mapa de direção de fluxo



Figura 8 – Detalhe do mapa de fluxo acumulado

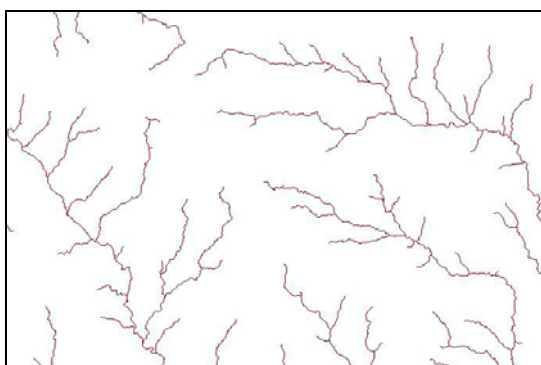


Figura 9 – Detalhe do mapa de drenagens

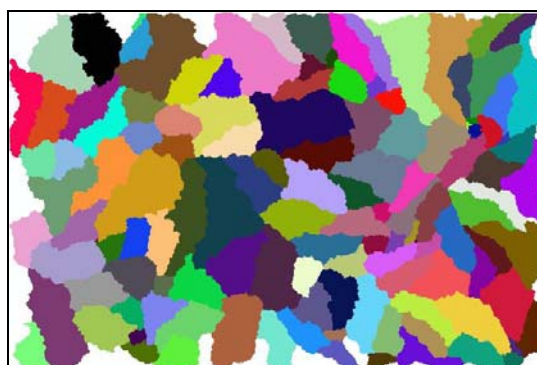


Figura 10 – Detalhe do mapa de bacias hidrográficas

Finalizada a etapa de delimitação automática das bacias, deve-se checar a qualidade dos produtos gerados e realizar as edições que se fizerem necessárias.

CONCLUSÕES

A utilização de técnicas de geoprocessamento em dados da SRTM permite, com eficiência, objetividade e rapidez automatizar a delimitação de bacias hidrográficas, tornando-se um procedimento de relevância para o estudo dos recursos hídricos especialmente nas aplicações que consideram a bacia hidrográfica como o elemento de planejamento e gestão.

Dias et al. (2004) acrescenta que além disso, as imagens SRTM permitem complementar o mapeamento de áreas que não possuem levantamentos cartográficos e a obtenção de mapas de declividade, curvas de nível, redes de drenagem automática e a utilização de modelos hidrológicos baseados na topografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de. Imagens fotográficas derivadas de MNT do projeto SRTM para fotointerpretação na geologia, geomorfologia e pedologia. São José dos Campos, INPE, 2004.
2. DIAS, L. S. de O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A. de.; MAIA, P. H. P. Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas. **Bahia Análise & Dados**. Salvador, v. 14, n. 2, p. 265-271, set. 2004.
3. GARBRECHT, J.; MARTZ, L.W. Digital Elevation Model Issues In Water Resources Modeling. Disponível em: < <http://gis.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap866/p866.htm> >. Acesso em 01 ago. 2008.
4. SILVEIRA, A. L. L. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. São Paulo: EDUSP, 2001. p. 35-51.