

Utilização dos dados SRTM na geração dos limites da bacia hidrográfica do rio Formoso (Bonito, MS)

Thais Gisele Torres¹
Antonio Conceição Paranhos Filho¹
Hugo Teruya Junior¹
Liliane Candida Corrêa¹
Airton José Silva Garcez²
Alesandro Copatti³

¹ Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Campus Universitário, s/nº, caixa postal 549, fone: (067) 3345-7495
79070-900 - Campo Grande, MS, Brasil
{tgtorres, toniparanhos, teruyajunior, lillycorrea}@gmail.com

² Instituto de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural de Mato Grosso do Sul -
IDATERRA – Bonito, MS, Brasil
airton_garcez@gmail.com

³ Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Mato Grosso do Sul -
Instituto de Meio Ambiente Pantanal - SEMA/IMAP – Bonito, MS, Brasil
alesandro.copatti@gmail.com

Resumo. De acordo com a Lei Federal 9.433 a bacia hidrográfica é a unidade básica de estudo justificando os critérios em sua delimitação. Este artigo descreve a metodologia da geração do divisor de águas da bacia hidrográfica do Rio Formoso, a qual abrange a cidade de Bonito-MS. Para isso foram utilizados os dados do modelo digital de elevação da missão SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) - NASA em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Foram obtidos dois limites da bacia do Rio Formoso, um traçado a partir do SRTM original com células de 90 metros e outro a partir do SRTM reprocessado por convolução cúbica para 30 metros. A comparação com dados obtidos do divisor em campo mostrou melhor resultado para o SRTM reprocessado para células de 30 metros.

Palavras-chave: SRTM, bacia hidrográfica, modelo digital de elevação, Rio Formoso.

Abstract. The hydrographic basin is basic study unit. This article describes the methodology of the watershed generation of the Formoso River Basin, which includes Bonito City (Mato Grosso do Sul State). So that it have been used the data from SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) - NASA digital elevation model data in GIS (Geographic Information System) environment. It has been obtained two different watershed limits, one from the 90 meter cells SRTM and another one from 30 meter cells reprocessed SRTM. The comparison of the obtained data with ground control points show the best results to the 30 meter cells reprocessed SRTM.

Key-words: SRTM, watershed, digital elevation model, Formoso River.

1. Introdução

Dentre as etapas de trabalho da análise ambiental, a bacia hidrográfica é a unidade territorial utilizada em toda a duração dos estudos.

A lei 9.433 de 08 de janeiro de 1.997 - Brasil(1997)- é o documento mais importante dos recursos hídricos, tendo como um dos seus fundamentos basear-se na bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Por isso, a importância na delimitação criteriosa desta unidade topográfica.

O conceito de bacia hidrográfica envolve todo um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Guerra (1980). Para Argento e Cruz (1996) a delimitação da bacia hidrográfica se faz a partir das curvas de nível, traçando-se uma linha divisora de água que liga os pontos mais elevados - topos - da região em torno da drenagem considerada.

Segundo Villela e Matos (1975) os limites de uma bacia podem ser delimitados por dois tipos de divisores de água: um divisor condicionado pela topografia e um divisor freático ou subterrâneo. Este trabalho aborda somente o divisor topográfico que fixa a área da drenagem superficial do terreno da bacia.

O Mato Grosso do Sul é drenado pelas bacias do Paraná e Paraguai. A bacia do Paraná compreende um relevo de planalto enquanto que a bacia do Paraguai compreende uma extensa planície formando o Pantanal sul-mato-grossense. Dentro dos limites do Estado, a bacia do Paraguai é formada por 7 (sete) sub-bacias: Rio Correntes, Rio Taquari, Rio Negro, Margem direita do Rio Paraguai, Rio Nabileque, Rio Miranda, Rio Apa.

A área de estudo é a bacia do Rio Formoso, está inserida dentro da bacia do Rio Miranda e é uma importante unidade do ponto de vista ambiental e turístico drenando a maior parte da área municipal de Bonito.

Com a disponibilização gratuita das imagens tridimensionais da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) tem-se a oportunidade de gerar o divisor da bacia hidrográfica de toda a área do Rio Formoso com uma malha regular de 3", isto é, com uma resolução espacial de 90 m em cada célula.

O projeto SRTM foi resultante de uma missão espacial da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), DLR (Agência Espacial Alemã) e ASI (Agência Espacial Italiana) com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação (MDE) da Terra usando a interferometria.

A coleta de dados da missão espacial SRTM aconteceu entre 11 e 22 de fevereiro de 2000 e teve como veículo espacial a nave *Endeavour*. Valeriano (2004). Este projeto faz parte de um programa de tecnologia de pesquisa a longo prazo para examinar a superfície terrestre, oceanos, atmosfera, gelo e vida como um sistema integrado.

2. Objetivo

A proposta deste trabalho é gerar um divisor da bacia hidrográfica do Rio Formoso, em ambiente SIG, a partir de dados da missão SRTM com resolução espacial de 90 metros. E a

partir do reprocessamento deste MDE para uma resolução de 30m gerar um outro divisor de bacia, com o propósito de comparar estes dois divisores.

Utilizando dados levantados em campo, localizar os limites do divisor de bacia para avaliação dos dois modelos de geração do divisor realizados.

3. Material e Métodos

A **Figura 1** mostra a bacia do Rio Paraguai dentro dos limites do Mato Grosso do Sul, detalhando ainda a localização da bacia do Rio Formoso, compreendida na bacia do Rio Miranda, ambas fazem parte da Bacia do Alto Paraguai (BAP). Situada em terreno cárstico, a bacia do Rio Formoso possui 145.800 ha. e seu relevo é levemente ondulado, a exceção de seu limite oeste, definido pela serra da Bodoquena.

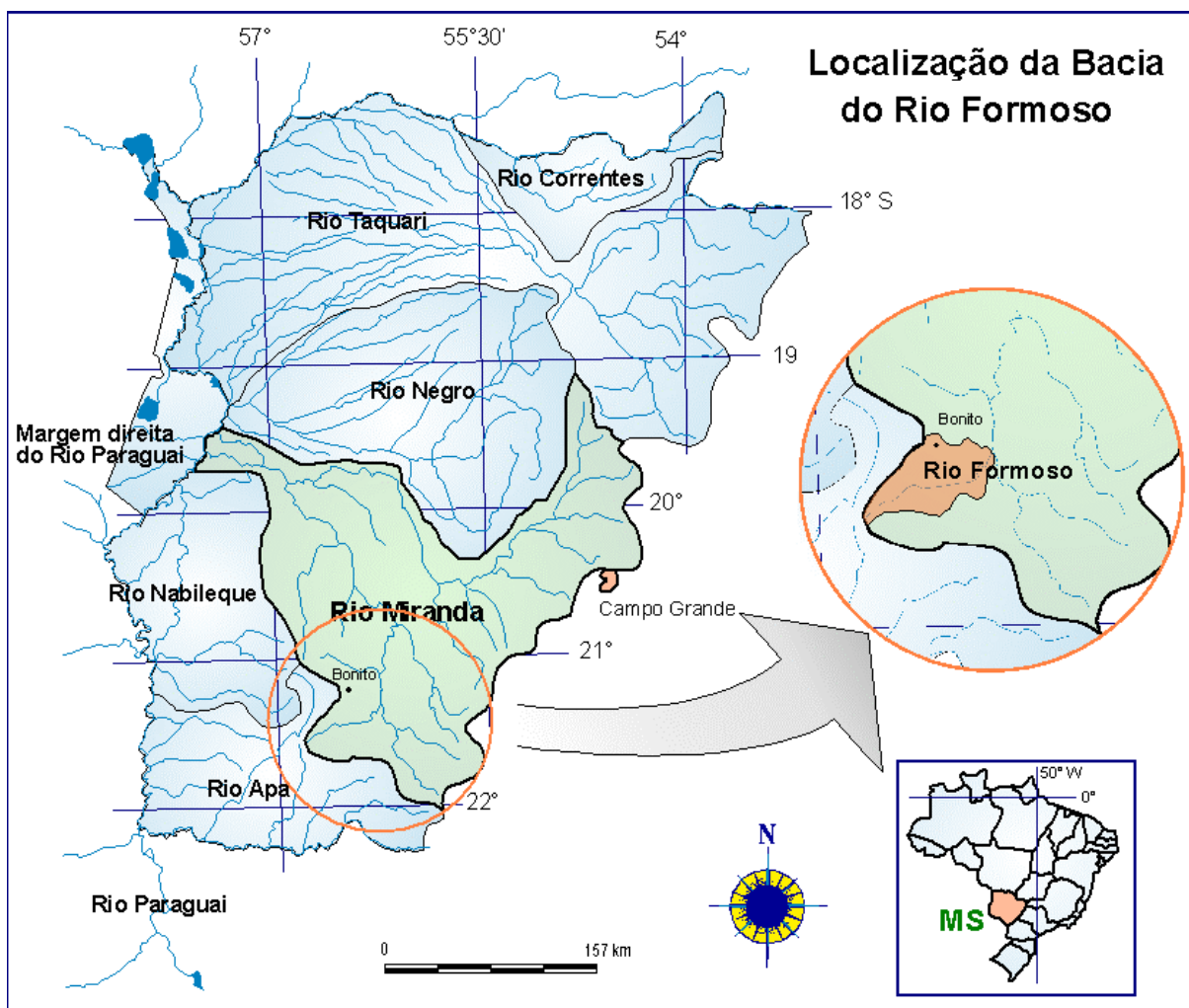


Figura 1. Margem esquerda da Bacia do Paraguai com as 7 (sete) sub-bacias drenantes, em destaque a bacia de estudo do Rio Formoso.

Primeiramente os dados do modelo digital de elevação do SRTM-90m foram obtidos no formato *geotiff*. A folha adquirida foi equivalente a articulação SF21, na escala 1:1.000.000.

Na folha foi feito um recorte enquadrando a bacia do Rio Formoso ao centro da área (**Figura 2**). É neste recorte que o MDE foi corrigido e processado todos os algoritmos seguintes.

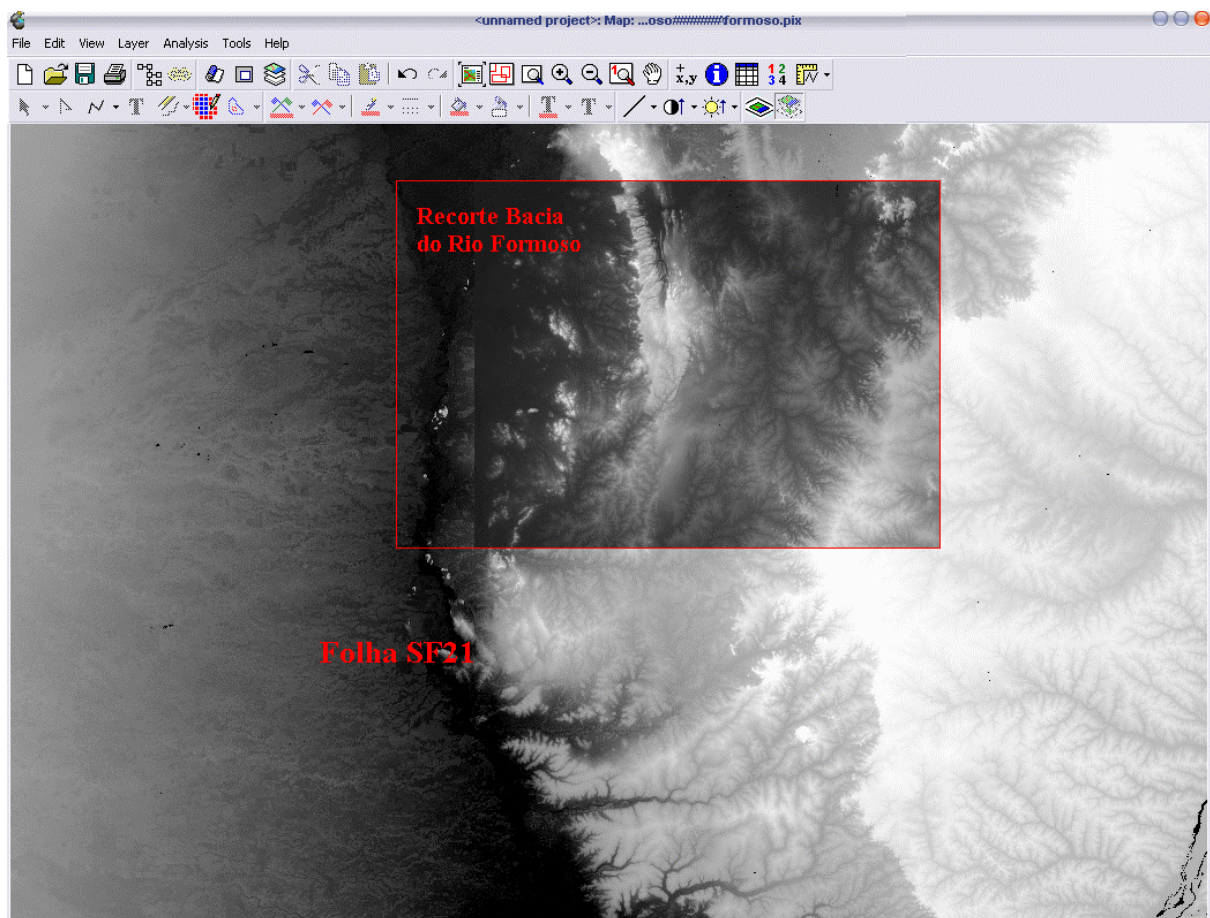


Figura 2. Recorte do modelo digital de elevação SRTM da área de entorno da bacia do Rio Formoso.

A primeira correção ocorreu para eliminar *sinks* (sumidouros ou ralos) e *peaks* (picos) através de um preenchimento no relevo retirando estas possíveis deformações. De acordo com Tarboton et al. (1991) a existência de *sinks* e os *peaks* são comuns na geração inicial do modelo, gerados pelos próprios algoritmos que criam o MDE, para isso é que existem algoritmos específicos para sua correção.

O sistema de referência planimétrico original do modelo WGS84 (*World Geodetic System* 1984) foi reprojetoado para SAD69 (*South American Datum* 1969).

Com o MDE corrigido foi gerado um *grid* contendo as direções do escoamento (*flow direction*) que simulam basicamente as direções do escoamento da água drenada na superfície da bacia (**Figura 3**).

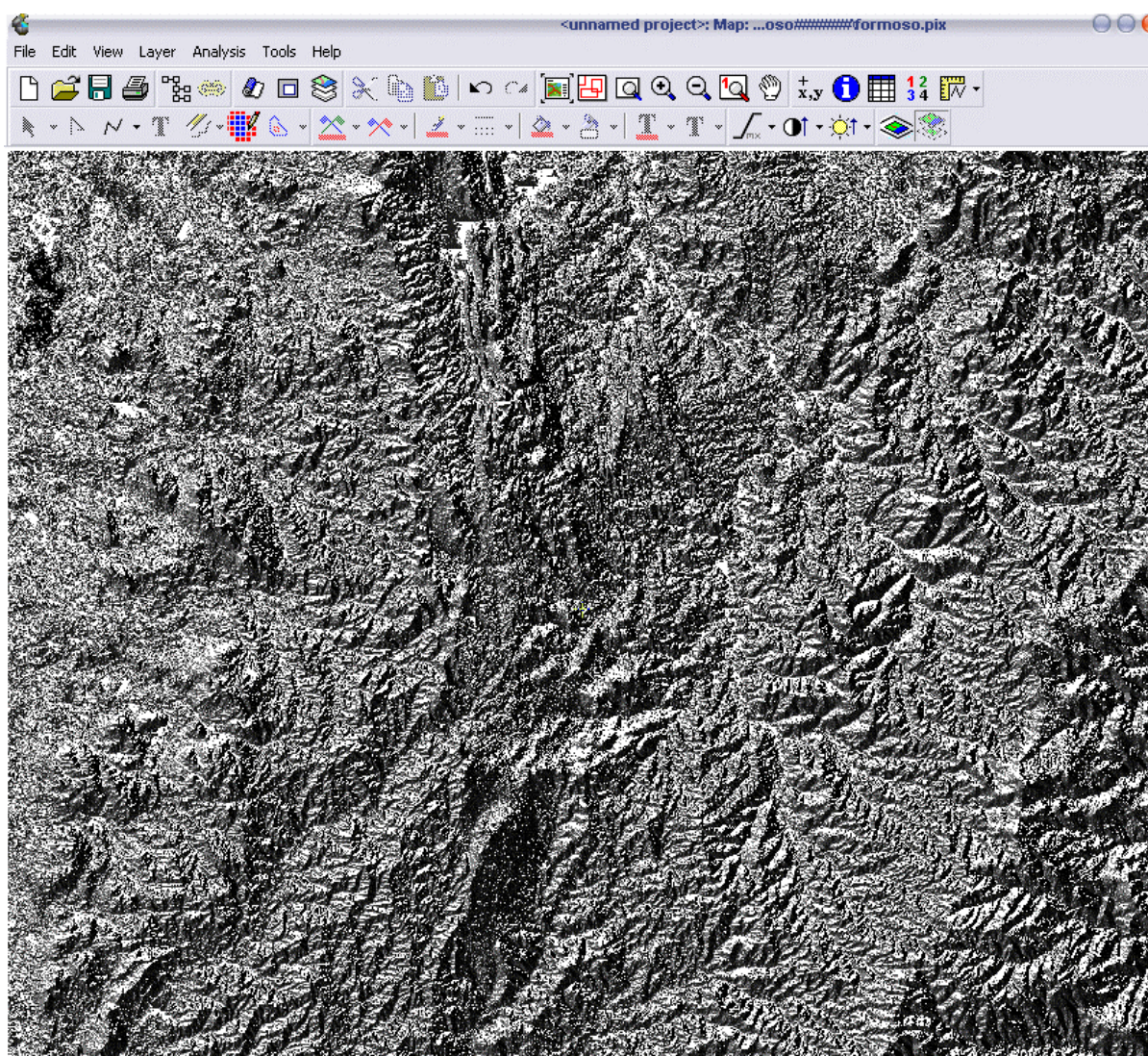


Figura 3. *Grid* da direção do fluxo da água sobre a área da bacia do Rio Formoso, um produto no processamento do MDE do SRTM.

O próximo passo consistiu na geração do *grid* das redes de drenagem ilustradas em *shape* na **Figura 4**.

Com a utilização dos *grids* da drenagem e delta gerados Torres et al. (2005) afirmam ser possível a determinação do exutório, servindo como o principal dado de entrada para a geração do divisor da bacia hidrográfica nesta metodologia semi-automática. O exutório é o ponto de um curso d'água principal onde se dá todo o escoamento superficial gerado no interior da bacia hidrográfica deste curso principal. É o ponto de intersecção entre uma rede de drenagem e outra.

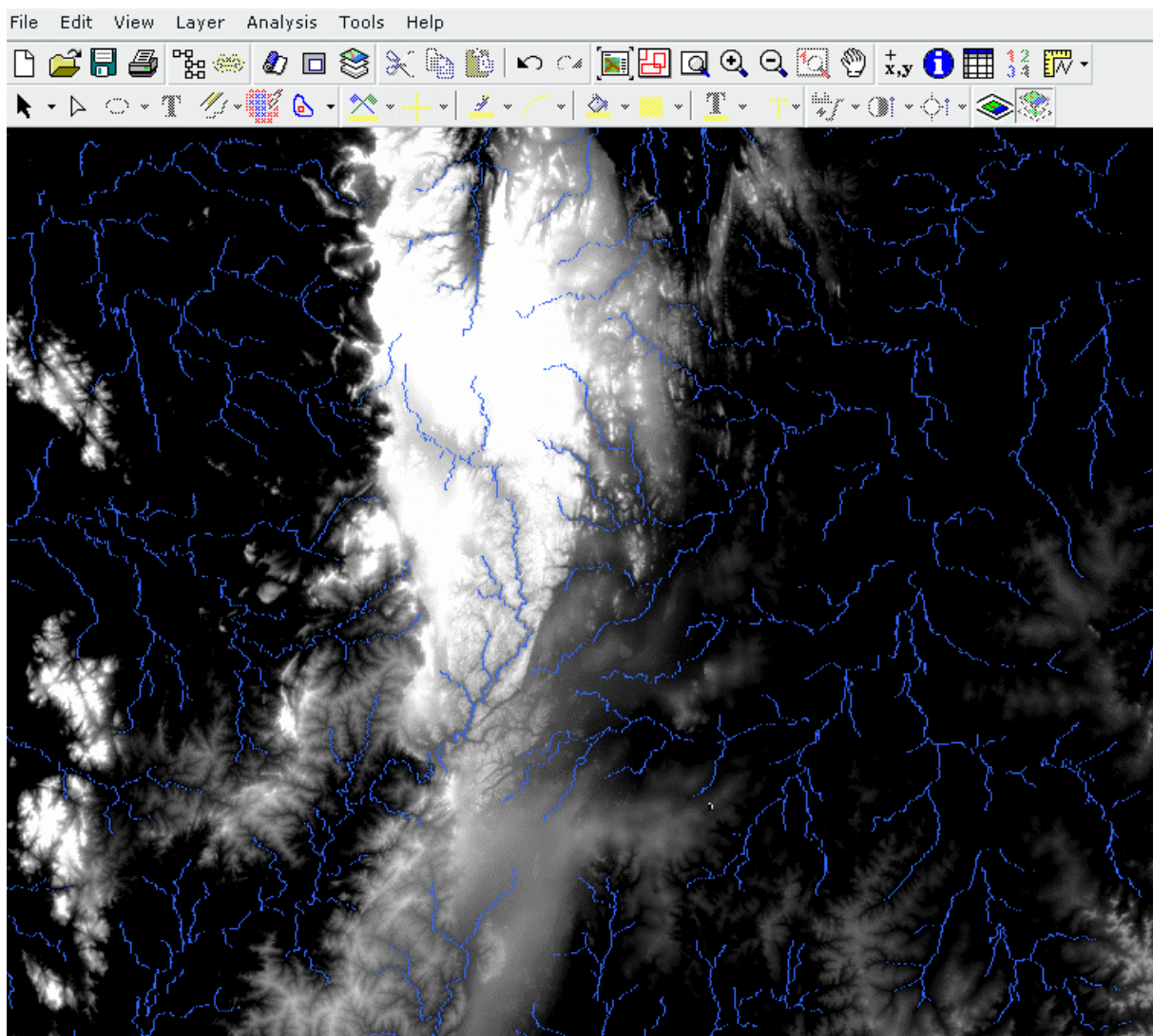


Figura 4. Em formato *shape* estão as principais redes de drenagem da região geradas a partir do MDE, onde em cada encontro da drenagem existe um exutório.

Para efeito de comparação, foi feito um reprocessamento, ou seja, uma nova interpolação, por convolução cúbica, do SRTM original de 90 metros, para se gerar novas grades de 30 metros. Com estes dados de entrada, células de 30 metros, foram feitos os mesmos procedimentos descritos, gerando-se também outro limite da bacia do Rio Formoso.

Estes dois limites foram confrontados com os dados obtidos do divisor de águas em campo.

4. Resultados e Discussão

O modelo digital de elevação provém de dados remotos, que por si só não conseguem representar exatamente o que acontece em campo. Portanto, deve-se ter bastante cautela em sua utilização, saber qual é a escala de trabalho requerida, afim de se avaliar se os dados do SRTM são apropriados.

O modelo apresentou dificuldade em modelar os dados de relevo muito plano. Isto tornou-se claro na comparação entre os dois limites gerados e confrontados em campo. Este problema foi detectado principalmente no limite gerado a partir dos dados brutos do SRTM-

90m, em que o modelo incluiu uma sub-bacia que não pertence à bacia do Rio Formoso (**Figura 5**), isto porque não modelou corretamente o exutório da bacia (área plana).

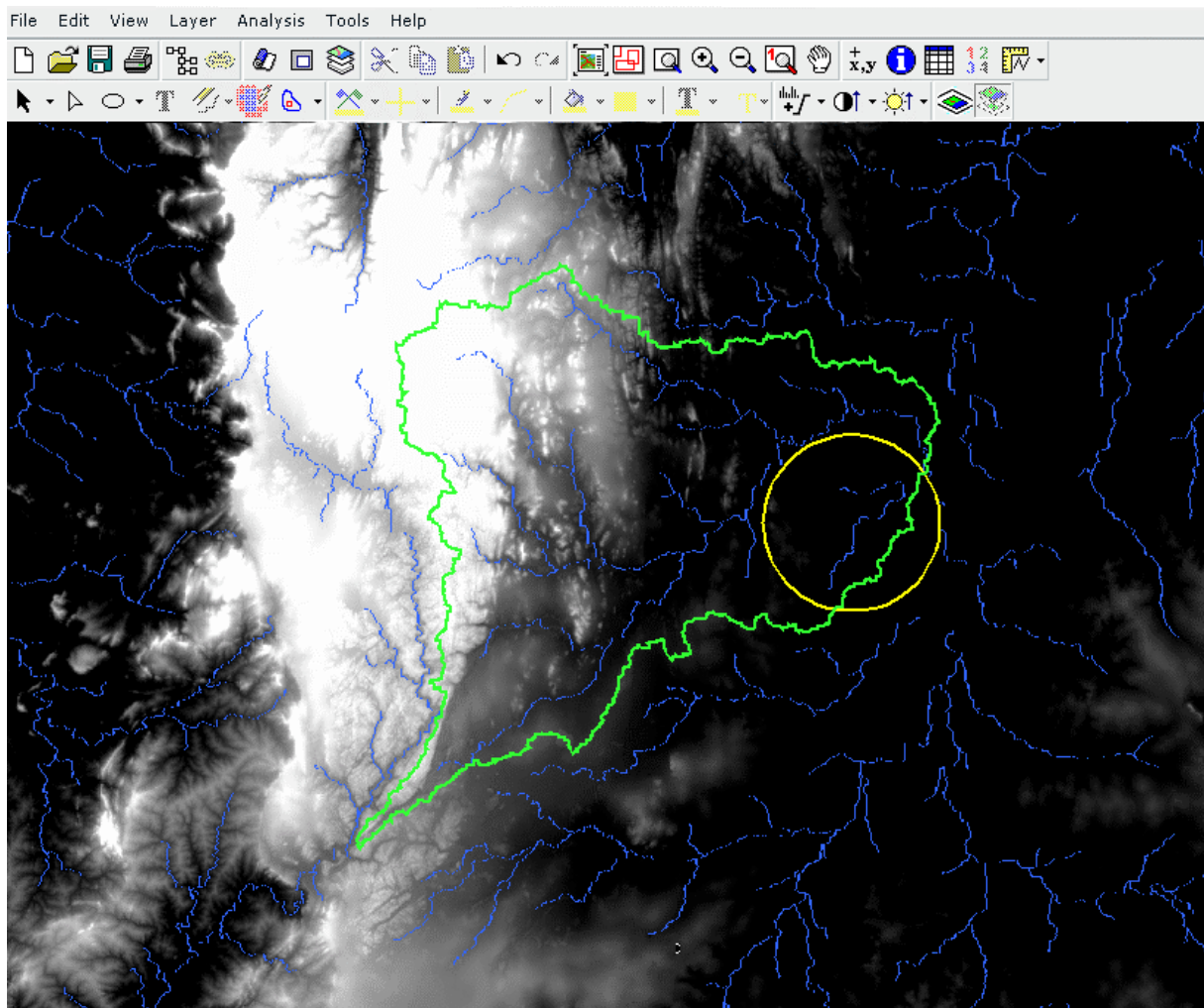


Figura 5. Divisor de bacia gerado sobre o modelo digital de elevação com resolução espacial de 90 metros. Dentro do círculo aparece o afluente que não está inserido de fato na bacia de estudo e que o modelo considerou parte dela.

No divisor gerado a partir do reprocessamento SRTM-30m o modelo conseguiu excluir este afluente (**Figura 6**), porém continuou obtendo alguns problemas na geração do limite próximo ao exutório devido à declividade bastante suave da área e à altura da vegetação existente no local. Observa-se a suavidade da área através dos vários meandros localizados na região.

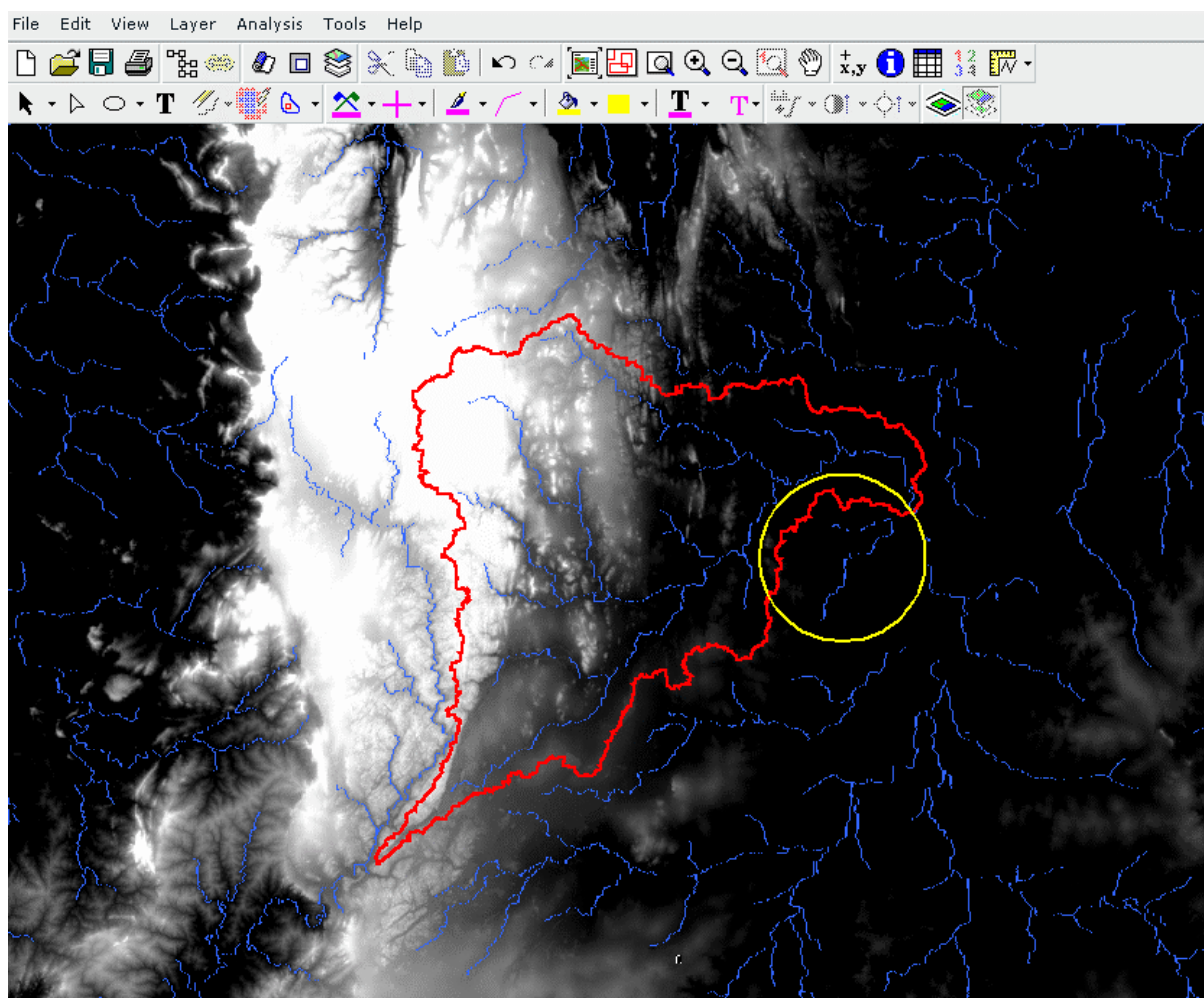


Figura 6. Divisor de bacia gerado sobre o modelo digital de elevação com resolução espacial de 30 metros obtido através do reprocessamento por convolução cúbica. O modelo não incluiu o afluente indicado dentro do círculo na bacia do Rio Formoso.

Quando compara-se os dois limites obtidos, observa-se que não há muitas diferenças, a não ser a inclusão do afluente próximo ao exutório do Rio Formoso (**Figura 7**).

Todos os procedimentos foram realizados no *software* PCI Geomatica® (2002).

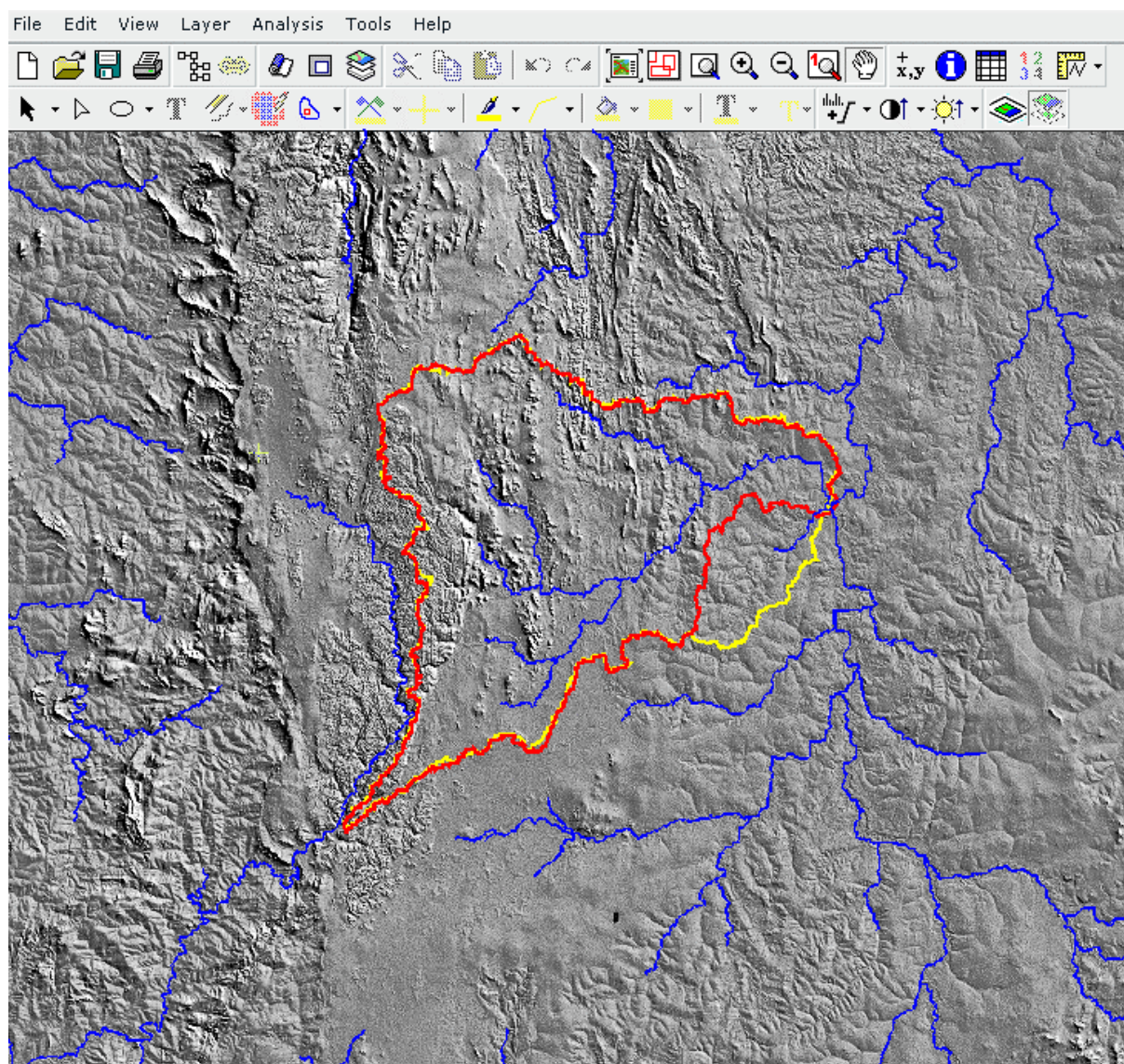


Figura 7. Comparação dos divisores obtidos a partir de modelos digitais de elevação com diferentes resoluções espaciais: em amarelo o SRTM de 90 metros e vermelho o SRTM de 30 metros. Ao fundo uma renderização do relevo obtido no modelo reamostrado para 30 metros.

5. Conclusões e Sugestões

Apesar dos dados SRTM demonstrarem a elevação da superfície com todos os objetos presentes no terreno, como a vegetação, diferentemente da característica desejável de dados topográficos que devem representar somente o terreno (topografia), ele se mostrou compatível na maior parte da área da bacia hidrográfica.

O problema apresentado pelos dois limites foi devido à vegetação da mata ciliar presente na área do exutório, onde o modelo mapeou o relevo levando em consideração as copas das árvores.

O limite da bacia a partir do SRTM reprocessado para 30 metros através de convolução cúbica apresentou-se mais coerente, principalmente comparado em campo, excluindo áreas impertinentes à correta delimitação da bacia do Rio Formoso.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao projeto GEF (*Global Environment Facilities*) Rio Formoso que disponibilizou recursos para a realização do levantamento em campo e em especial aos pesquisadores Pedro Freitas e Margareth Simões Penello Meireles da Embrapa Solos.

7. Referências

- Argento, M. S. F.; Cruz, C. B. M. - **Mapeamento Geomorfológico**. In: Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T. (org). Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil SA, 1996.
- Brasil, **Leis**. Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1.997. “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 8.001 de 13 de março de 1.990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1.989”. Data da legislação: 08/01/1.997 – Publicação DOU: 09/01/1.997.
- Guerra, A. T. - **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- PCI Geomatics. **Geomatica**. Versão 8.2 for Windows. Ontario, Canada. 11 de janeiro e 2002. 1 CD-ROM.
- Tarboton, D. G.; Bras, R. L.; Rodriguez, I. On the Extraction of Channel Networks from Digital Elevation Data, **Hydrological Processes**. V. 5. 1991.
- Torres, T. G. Comparação do divisor de bacia obtido de diferentes modos: o caso de estudo da bacia do córrego Guariroba, MS. **Revista de estudos ambientais**, v. 7, n. 1, p. 39-56, 2005.
- Villela, S. M.; Matos, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.
- Valeriano, M. M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. Ministério da Ciência e Tecnologia - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE -10550-RPQ/756. São José dos Campos, 2004.