

Delimitação automática de sub-bacias hidrográficas no município de Ouro Preto-MG

Jairo Rodrigues Silva¹
Ana Clara Mourão Moura²

¹ Instituto Federal Minas Gerais - Campus Ouro Preto - IFMG-OP
Rua Pandiá Calógeras, 898 - Bauxita - 35400-000 - Ouro Preto - MG, Brasil
jairocienciasambientais@yahoo.com.br

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Rua Paraíba, 697 - Centro - 30130-140 - Belo Horizonte - MG, Brasil
anaclara@ufmg.br

Abstract. The automatic delineation of watersheds is essential for being a territorial unit to be used for planning and management of cities, so these are indicated as territorial unit for identification and mapping of areas classified as hill top. Thus, this study aims to delineate sub-basins of the city of Ouro Preto, Minas Gerais from methodology automatic watershed delineation as support for mapping of hill top. The process was developed using data from ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) integrated and processed in Geographic Information System (GIS). For the automatic generation of watersheds used the ArcHydro extension of ArcGIS 9.2 software. We carried out the data processing ASTER topography of the study area. For the delineation of watersheds from a DEM in raster format are generated the following information: a) flow direction, b) cumulative flow, c) definition of the drainage network in raster format, d) segmentation and delineation of drainage basins. The results identify and map the micro basins present in the study area, then, considering the drainage network, they were grouped into sub-basins, which were used as the basis for mapping the areas classified as areas of hill top with satisfactory results. The automatic method chosen uses algorithms that facilitate information processing, requiring little intervention from the analyst.

Palavras-chave: Image Processing, Watershed, Drainage Network, Processamento de Imagens, Bacias Hidrográficas, Rede de Drenagem.

1. 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 envolvem 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 vem 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, conforme verificado nos trabalhos de O'callaghan e Mark 1984; Jenson e Domingue (1988); Tarboton (1997); Pilesjö e Zhou (1997); Ramme e Kruger (2007); Fan e Collischonn (2009).

A delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando-se das ferramentas presentes nos SIGs baseiam-se em dados topográficos. Os Modelos Digitais de Elevação são comumente utilizados, estes podem ser resultantes da interpolação de curvas de nível extraídas de imagens de sensores remotos, como por exemplo, a partir de imagem ASTER.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Localização da área de estudo

A área de estudo compreende o município de Ouro Preto-MG (Figura 1), localizado na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte, a qual apresenta um contexto de intensa ocupação, considerada antiga. Ocupa uma área de aproximadamente 1.245 Km², e limita-se com os municípios mineiros de Itabirito, Santa Bárbara, Mariana, Piranga, Catas Altas da Noruega, Ouro Branco, Congonhas e Itaverava.

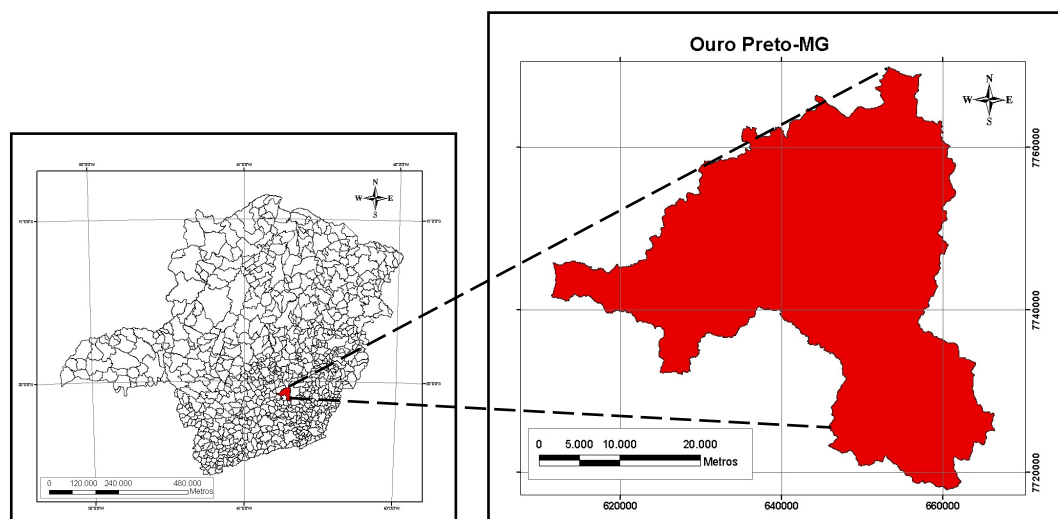


Figura 1. Área de estudo: município de Ouro Preto–MG.

2.2. Geração automática de bacias hidrográficas

A metodologia utilizada para a delimitação das sub-bacias hidrográficas encontra-se detalhada no trabalho realizado por Jenson e Domingue (1988), o qual descreve todas as etapas a serem seguidas e cita várias comparações entre a delimitação de bacias hidrográficas geradas automaticamente e a delimitação de bacias hidrográficas geradas manualmente, que apresentaram resultados bem aproximados. O método automático utiliza algoritmos que facilitam o processamento das informações, requerendo pouca intervenção do analista, minimizando o tempo de dedicação no processo de geração das informações.

Para a geração automática de bacias hidrográficas utilizou-se a extensão ArcHydro do software Arcgis 9.2. Realizou-se o processamento dos dados de topografia da imagem ASTER da área de estudo (Figura 2). Para a delimitação de bacias hidrográficas a partir de um MDE no formato raster são geradas as seguintes informações: a) direção de fluxo, b) fluxo acumulado, c) definição da rede de drenagem no formato raster, d) segmentação da drenagem e a delimitação de bacias.

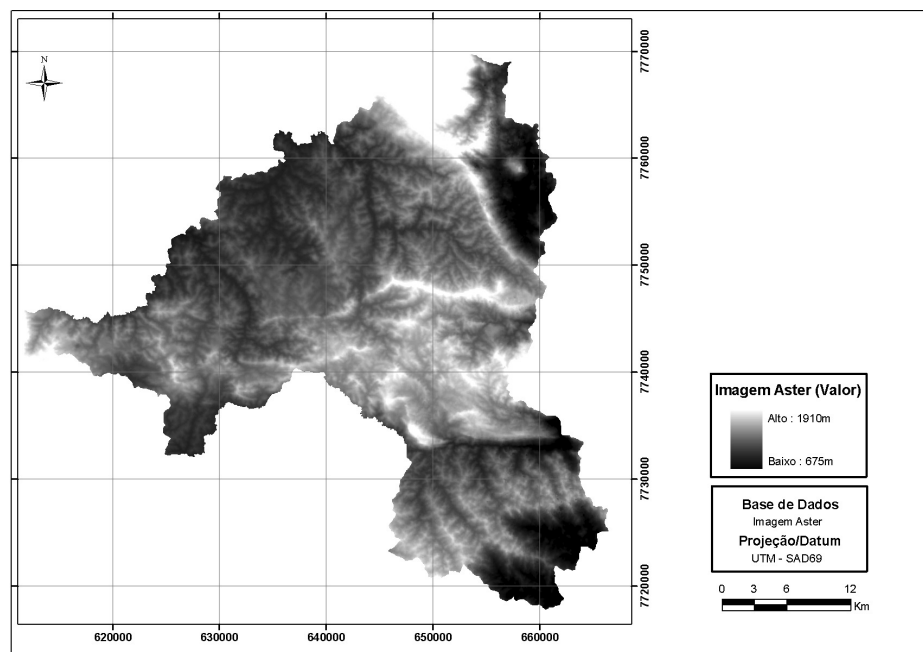


Figura 2. Imagem ASTER da área de estudo.

a) Direção de fluxo

O Modelo Digital de Elevação é uma matriz com células do mesmo tamanho com um valor de elevação atribuído a cada uma delas. No processo de geração da direção de fluxo utiliza-se o método D8 (Eighth Direction Pour Point Model), que leva em consideração os valores do MDE, baseando-se no princípio que a água flui de uma célula para uma das oito células vizinhas, permitindo assim atribuir a cada célula um valor de acordo com a regra do caminho mais íngreme (O'CALLAGHAN; MARK 1984; TARBOTON, 1997)

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; KRUGER, 2007).

Antes de gerar a direção de fluxo, realizou-se o preenchimento das depressões, visando evitar erros como a geração de porções isoladas dentro das bacias hidrográficas. A criação do DEM resulta em depressões artificiais na área, sendo uma depressão representada por um conjunto de uma ou mais células que não contém nenhuma célula com altitude menor ao seu redor. A não ser que essas depressões sejam preenchidas, elas se transformam em porções isoladas de bacias hidrográficas não correspondentes à realidade (FAN; COLLISCHONN, 2009).

As direções de fluxo de água (Figura 3) 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.

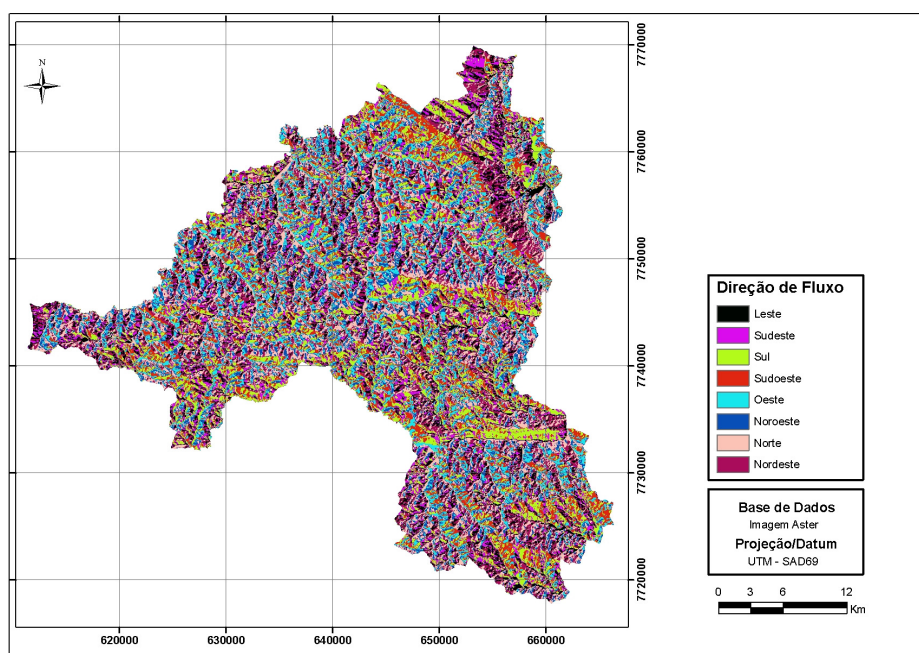


Figura 3. Direção de Fluxo.

b) Fluxo acumulado

Com base nos dados obtidos a partir da direção de fluxo, calculou-se o fluxo acumulado (Figura 4). 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; ZHOU, 1997).

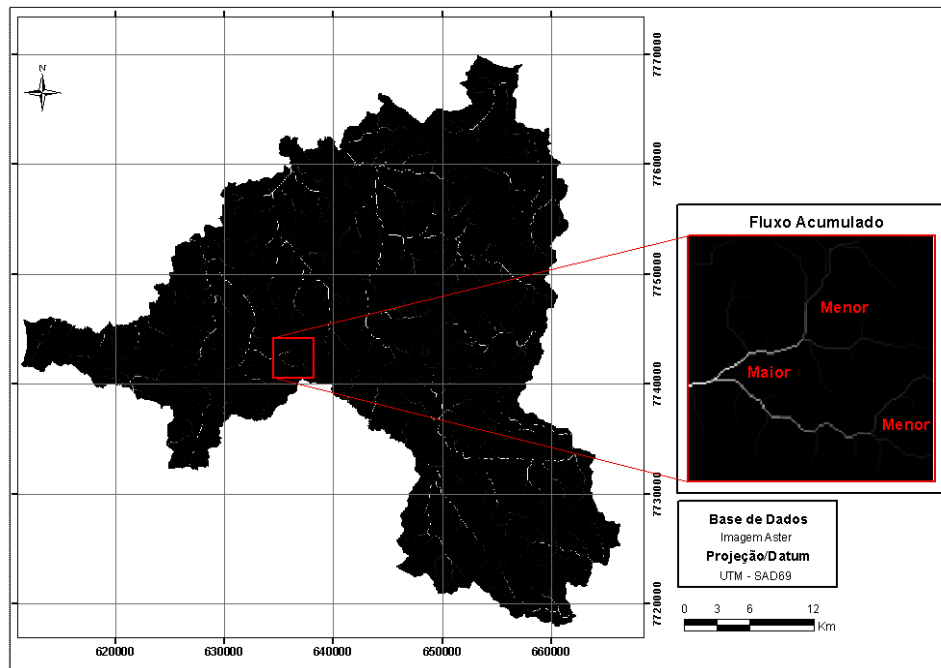


Figura 4. Fluxo acumulado.

c) Definição da rede de drenagem no formato raster

Para a delimitação da rede de drenagem utilizou-se a função Stream Definition, cujo limiar especificado foi o valor 1, que representa 1% da área acumulada máxima. Ao analisar os resultados e comparar com a hidrografia do IBGE, observou-se que muitos dos córregos e riachos estavam sendo desconsiderados. A partir dessa realidade fizeram-se testes com outros limiares, sendo que foi escolhido o limiar de valor 0,5% (Figura 5), resultando em um aumento considerável dos rios presentes na área de estudo.

É importante ressaltar que o valor do limiar utilizado vai variar de acordo com as características locais do relevo, uma vez que o mesmo corresponde a quantidade de pixels de contribuição necessários para se considerar como corpo d'água.

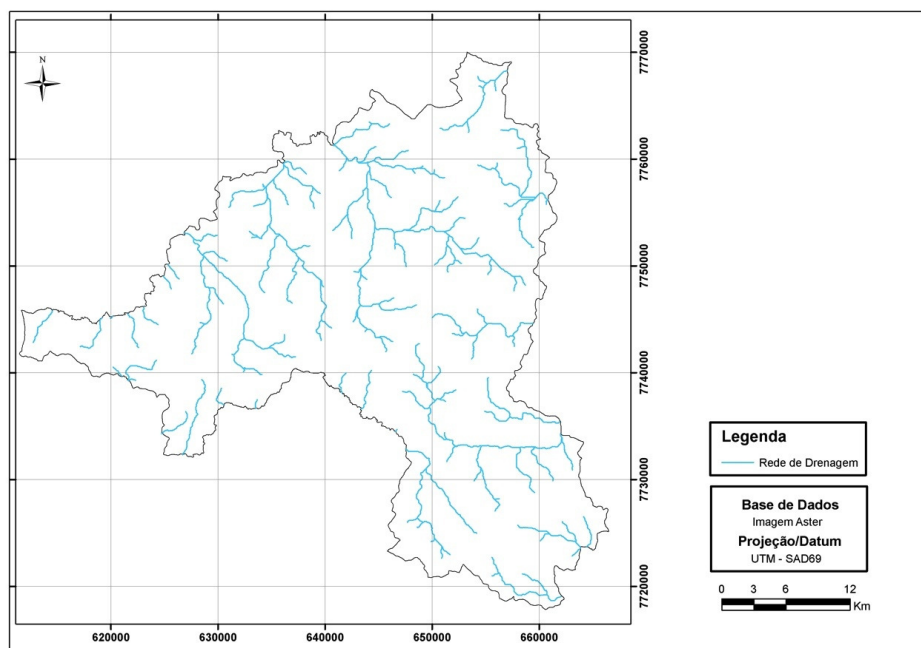


Figura 5. Rede de drenagem com limiar 0,5.

d) Segmentação da drenagem e a delimitação de bacias

Definiram-se os segmentos da rede de drenagem entre cada confluência, resultando em linhas com valores diferentes para cada segmento (Figura 6). Na sequência foram geradas as microbacias por meio da função Catchmentsraster, que se baseia nos trechos de drenagem originados no processo anterior.

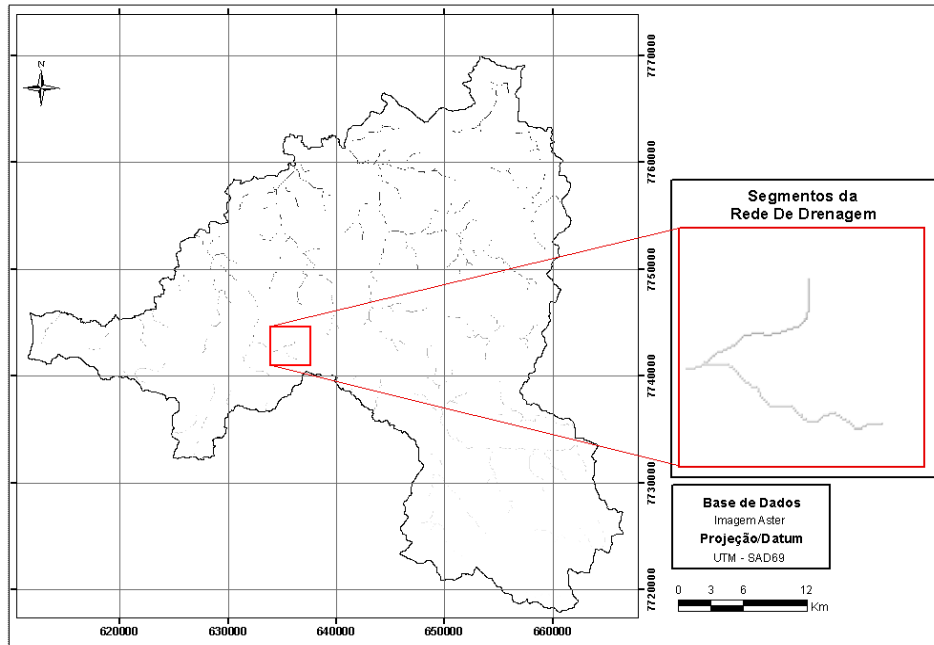


Figura 6. Segmentos da rede de drenagem.

3. Resultados e discussões

O limite das micro-bacias e sub-bacias hidrográficas (Figuras 7 e 8), delimitadas a partir da metodologia baseada nos dados da imagem ASTER e seus derivados apresentaram resultados satisfatórios ao comparar o limite das mesmas com a rede de drenagem.

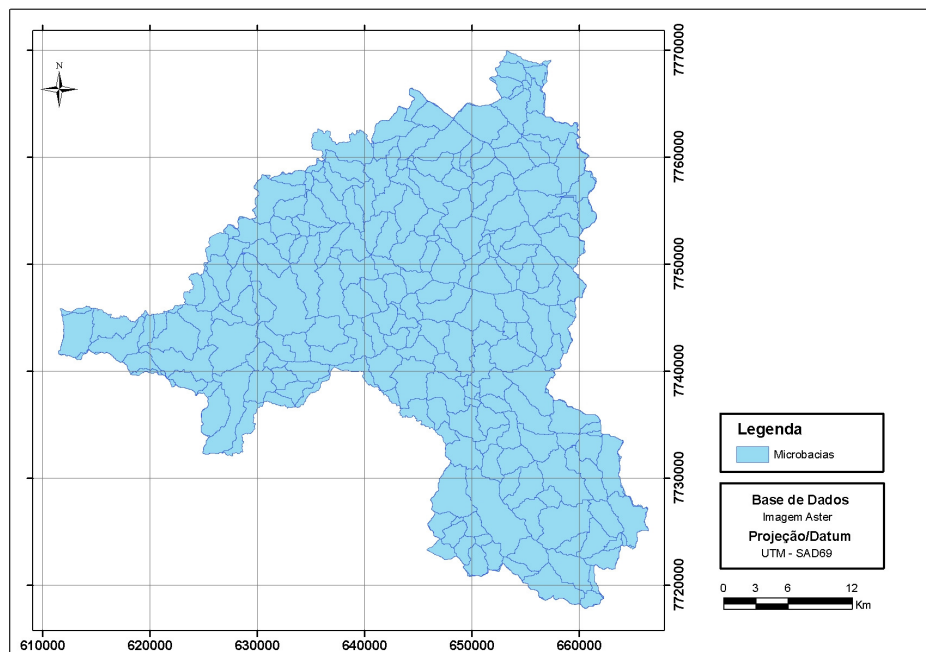


Figura 7. Área das microbacias.

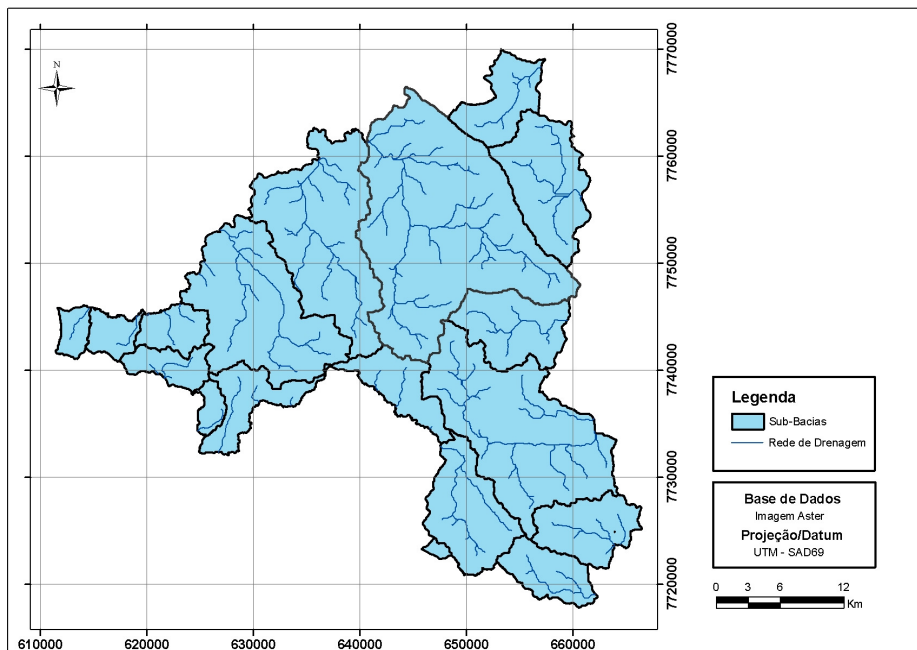


Figura 8. Sub-Bacias hidrográficas

Ao comparar a rede de drenagem delimitada a partir da imagem ASTER com a rede de drenagem do IBGE (Figura 9), constatou que os resultados são bem próximos. Ao analisar o limite das sub-bacias conjuntamente com a rede de drenagem do IBGE as mesmas se encaixaram, não havendo discrepâncias.

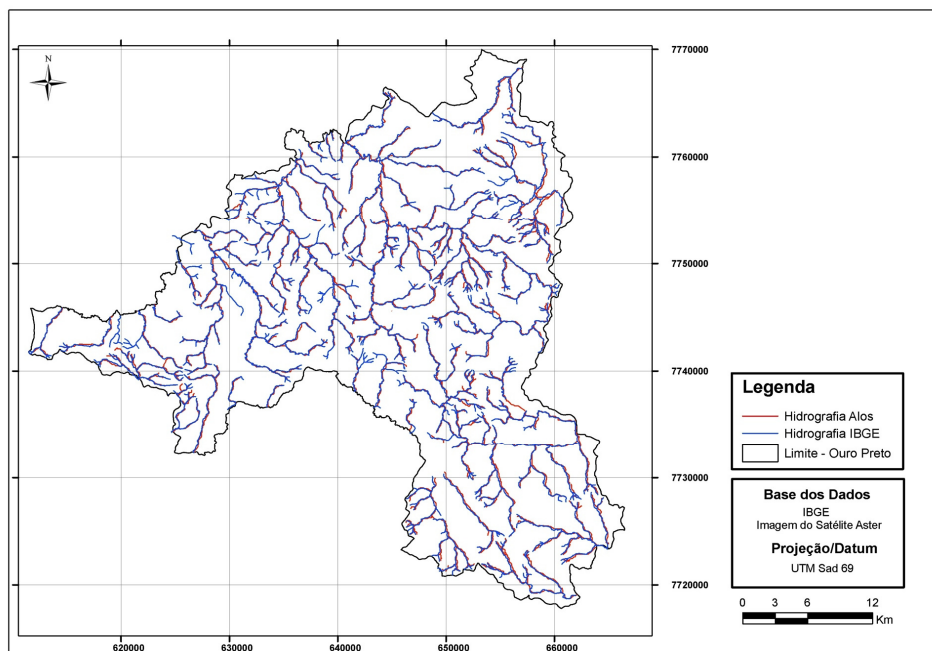


Figura 9. Comparação da Rede de drenagem gerada a partir de dados do satélite ASTER e a partir de dados do IBGE.

4. Conclusões

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 de

determinação do limiar utilizado no processo de definição da rede de drenagem, pois o referido valor vai depender das características de cada local.

A disponibilização gratuita dos dados ASTER e a qualidade de suas informações proporcionam economia de tempo e de recursos para a realização de pesquisas e diagnósticos voltados a delimitação de bacias hidrográficas, podendo ser utilizado também em áreas que não possuem dados cartográficos disponíveis, uma vez que permitem a obtenção de informações de forma rápida, eficiente e padronizada

Os limites das sub-bacias geradas foram utilizadas para a delimitação das áreas de topo de morro de cada sub-bacia presente no município de Ouro Preto-MG, servindo assim de subsídio para o referido trabalho.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do programa de pós-graduação do Instituto de Geociências da UFMG e ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto.

Referencias Bibliográficas

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.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF: Casa Civil, jan. 1997.

FAN, F.M; COLLISCHONN, W. **Manual Arc-Hydro para aplicação do modelo MGB-IPH.** Projeto Integrado de Cooperação Amazônica e de Modernização do Monitoramento Hidrológico, 2009.

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

O'CALLAGHAN, J. F.; MARK, D.M. **The Extraction of Drainage Networks from Digital Elevation Data.** Computer Vision, Graphics, and Image Processing, n. 28, p. 323-344, 1984.

PILESJÖ, P.; ZHOU, Q. **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, 1997.

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

TARBOTON, D. G., **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, 1997.