

## **Comparação Entre a Feição de Hidrografia Extraída de uma Imagem do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e a Vetorizada pelo Módulo ArcScan/ArcGIS®: Estudo de Caso para Fins de Análise Hidrológica na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, Divisa entre os Estados de MG e SP**

Sady Júnior Martins da Costa de Menezes, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, sadymenezes@yahoo.com.br

Thiago Porto Maia Soares, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, thiagoportomaia@yahoo.com.br

Vanessa Mendes Lana, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, vmendeslana@gmail.com

Cleverson Alves de Lima, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, cleversonet@yahoo.com.br

Fernando Soares de Oliveira, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, fernandosoaresdeoliveira@yahoo.com.br

Claubert Wagner Guimarães de Menezes, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, claubertmenezes@yahoo.com.br

Carlos Antonio Alvares Soares Ribeiro, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, caas.ribeiro@gmail.com

Vicente Paulo Soares, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, MG, 36570-000, vicente@ufv.br

### **RESUMO**

O SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* – é uma missão a qual gerou-se uma base topográfica digital de alta resolução. A SRTM consiste num sistema de radar especialmente modificado que voou a bordo do Endeavour (ônibus espacial), em fevereiro de 2000. As imagens obtidas pelo SRTM garantiram amplas aplicações em estudos espaciais, uma vez que os processos de comunicação visual para a produção de cartografia de base e mapas de precisão da análise espacial foram utilizados. O presente estudo foi baseado em duas etapas de processamento de dados: inicialmente, incidiu sobre a manipulação de bases vetorizadas (dados de hidrografia obtidos pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e, em seguida, gerou-se informações vetorizadas a partir de imagens SRTM. A área de estudo é a Bacia do Rio Grande, MG/SP. Usando o programa de Sistemas de Informação Geográfica - ArcGIS 9.3.1 - foi obtido pelo módulo *Spatial Analyst* a hidrografia que foi extraída do SRTM. Após essa extração, foram comparadas as informações obtidas com o IBGE (vetor da base de dados utilizando o módulo ArcScan/ArcGIS) e as informações obtidas pelo SRTM. Verificou-se uma ligeira diferença entre a distribuição e a concentração dos prováveis canais de drenagem entre os mapas dos vetores gerados (IBGE x SRTM). O trabalho demonstrou o uso dos dados do SRTM possibilitando a atualização de dados da rede hidrográfica de extensas áreas de modo bastante facilitado, com a vantagem de ser organizado pela mesma equipe e pelo mesmo processo metodológico, sem riscos de desigualdades durante sua geração.

**Palavras-chave:** Sistema de Informações Geográficas, dados SRTM, análise da hidrografia

**Comparison of hydrographic feature extracted from an SRTM image (Shuttle Radar Topography Mission) and vectored by the module ArcScan/ArcGIS®: a case study for analysis hydrological basin of the Rio Grande border between the states of MG and SP**

## ABSTRACT

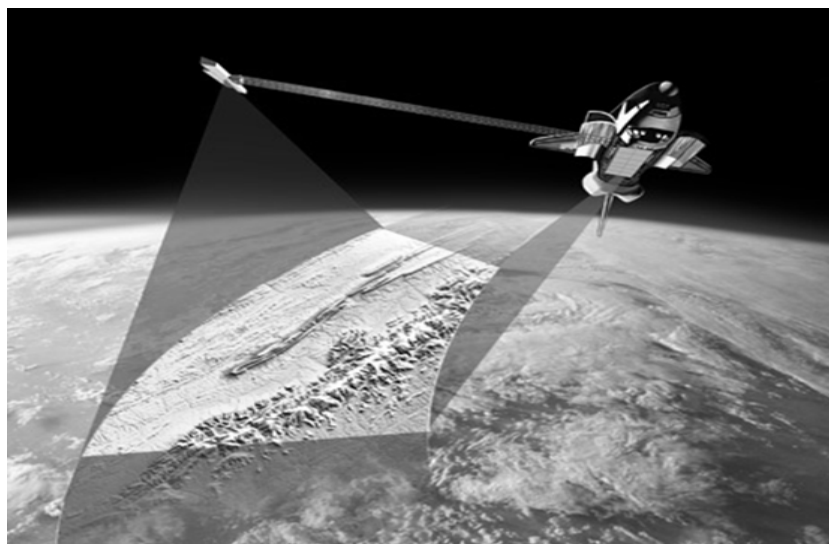
The SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* - a mission which is generated based on a complete topographic digital terrestrial high resolution. The SRTM consists of a specially modified radar system that flew aboard the Endeavour (space shuttle) in February 2000. The images obtained by the SRTM has ensured broad applications in spatial studies, since the processes of visual communication to the production of basic cartography and precision maps of spatial analysis. This study was based on two steps of processing of data: initially focused on existing vector manipulation of information (data on hydrography obtained by IBGE – Brazilian Institute of Geography and Statistics) and then propose the generation of information from SRTM images. The study area is the Rio Grande Basin, MG/SP. Using the program of Geographic Information Systems - ArcGIS 9.3.1 - was obtained by the hydrography *Spatial Analyst* module, which is extracted from the SRTM. After this extraction, we compared the information obtained from the IBGE (vectored by the data base module Arcscan/ArcGIS) as obtained by the SRTM. Subject to the maps, there is a slight difference between the concentration distribution channels likely passage of waterways between the maps of the vectors generated (IBGE against SRTM). The study is valid because the work can enable the SRTM data update of the hydrographic network of extensive areas of

fairly easy, with the advantage of being organized by the same team and by the same methodological process, without risk of inequality during his generation.

**Keywords:** Geographic Information System, SRTM data, hydrography's analysis

## INTRODUÇÃO

As informações sobre o projeto SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) relatadas a seguir foram retiradas do sítio do JPL (*Jet Propulsion Laboratory*) da NASA (2010) (*National Aeronautics and Space Administration*). O projeto advém de cooperação entre a NASA e a NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), do DOD (Departamento de Defesa) dos Estados Unidos e das agências espaciais da Alemanha e da Itália. A missão usou o mesmo instrumento utilizado em 1994 no programa Spaceborne Imaging Radar-C/X-Band *Synthetic Aperture Radar* (SIR-C/X-SAR), a bordo do ônibus espacial *Endeavour*. Porém o arranjo foi projetado para coletar medidas tridimensionais da superfície terrestre através de interferometria. Para tanto, a nave foi munida de um mastro de 60m, em cuja extremidade foram instaladas antenas para bandas C e X, além de melhorados os dispositivos de controle de navegação (Figura 1).



**Figura 1** – Demonstração da obtenção da imagem SRTM pelo ônibus espacial Endeavour.

Fonte: Google (2010)

O sobrevôo da SRTM ocorreu no período de 11 a 22 de Fevereiro de 2000, durante o qual foram percorridas 16 órbitas por dia, num total de 176 órbitas. O sobrevôo foi concluído com a coleta de 12 TB de dados que vêm sendo processados para formação de Modelos Digitais de Elevação (MDE). O processamento dos dados coletados visou à formação de um MDE mundial, elaborado continente por continente, iniciado com a América do Norte. A conclusão de cada continente segue-se o

envio dos dados ao NIMA, onde estes são editados, verificados e ajustados aos padrões norte-americanos de exatidão de mapas (*National Map Accuracy Standards*). Estes mapas são então devolvidos à NASA pra distribuição pública através da USGS (*United States Geological Survey*). Foram gerados MDE sob a resolução de 30m (a rigor, em coordenadas geográficas, com 1 arco segundo, ou 1", ou ainda 0,000277°) para os Estados Unidos e planejados sob 90m (a rigor, 3" ou 0,000833°)

para o resto do mundo. O datum e o elipsóide de referência são WGS84, com dados de z em metros inteiros.

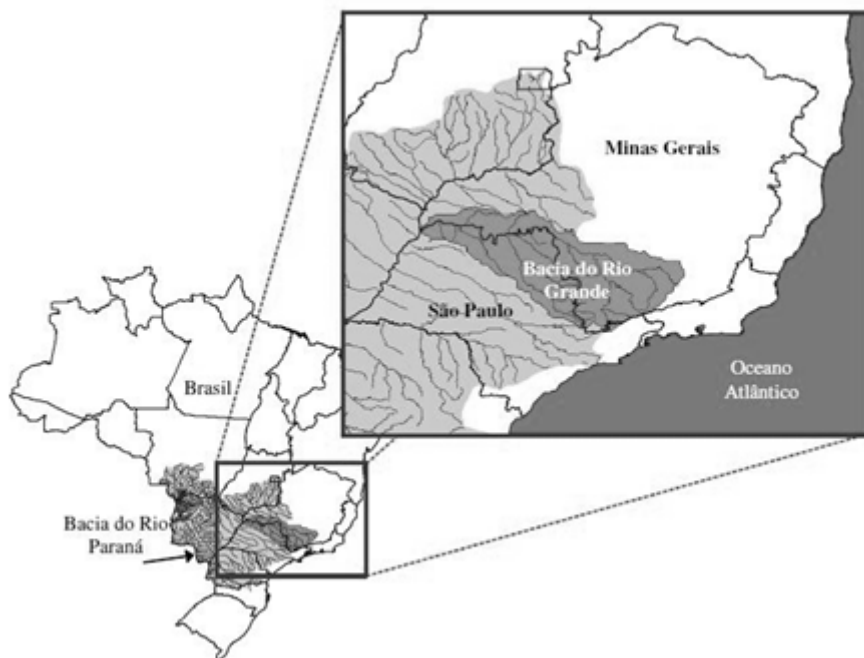
Embora a NIMA aplicasse várias operações de pós-tratamento, que incluem remoção de picos e vórtices, nas informações que acompanham os dados, o usuário é lembrado que suas características (inerentes a todo dado geo-espacial) devem condicionar seu desempenho ante aplicações específicas: uma característica dos dados SRTM que o torna inadequado para uma determinada aplicação pode ser inócua para outra. Informa-se ainda que nenhuma edição foi aplicada sobre os dados e que o conjunto em questão contém um grande número de vãos e outros pontos espúrios, com valores extremamente altos (picos) ou extremamente baixos (vórtices). Corpos d'água serão geralmente mal definidos, assim como as linhas de costa. Esta informações são fornecidas pelo JPL sobre o programa SRTM (Valeriano, 2004).

## MATERIAL E MÉTODOS

A bacia do Rio Grande se localiza na bacia do

Paraná e está dividida entre os Estados de São Paulo e Minas Gerais. Ela pode ser dividida em três regiões fisiográficas: alto, médio e baixo Rio Grande e caracteriza-se por um período chuvoso de seis a sete meses (outubro a março/abril), com uma concentração de mais de 80% das chuvas no verão. Os meses de setembro e maio são considerados de transição. Na região do alto Rio Grande o relevo é marcado por escarpas e reversos planaltos da Serra da Mantiqueira, com altitudes variando entre 800 e 2700 m. Na região do médio Rio Grande o relevo é constituído por planícies interioranas fluviais e/ou fluvilacustres e por patamares da bacia do Paraná que ocorrem na porção ocidental. Na região do baixo Rio Grande o relevo é constituído por planalto central e por planícies interioranas fluviais e/ou fluvilacustres. Nas duas últimas regiões da bacia as altitudes oscilam entre 200 e 750 m, alcançando 1600 m em alguns locais (Paz, 2007).

A bacia do Rio Grande compreende uma área de 145.000 km<sup>2</sup> (Figura 2). Além do rio que dá nome à bacia (Rio Grande) e que é um dos formadores do Rio Paraná, outros rios de destaque na bacia são: Turvo, Mogi-Guaçu, Pardo, Sapucaí, Verde e das Mortes.



**Figura 2** – Localização da Bacia do Rio Grande. Fonte: Paz (2007).

A bacia do Rio Grande possui 7.728.951 habitantes distribuídos em 443 municípios. A região apresenta industrialização crescente, com destaque para a agroindústria de alta tecnologia. As atividades agrícolas são mais intensas no médio e no baixo Rio Grande, sendo que a bacia possui um grande potencial para irrigação. De acordo com o estudo dos usos consuntivos da água na bacia do Rio Grande, realizado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2003), a irrigação ocupa o posto de maior consumidora de água na região, variando entre 72% e 33%, dependendo do local, e com

média de 53% de todo o consumo de água. Em seguida vêm os usos: dessedentação animal, abastecimento urbano, indústrias e, por último, abastecimento rural.

A bacia em questão tem grande importância no contexto da geração hidroelétrica brasileira, sendo responsável por aproximadamente 11,7% da produção nacional, com uma capacidade instalada de cerca de 7.722 MW (ANEEL, 2005). Na bacia do Rio Grande encontram-se centros urbanos com crescimento expressivo, os quais exercem forte pressão sobre a utilização

dos recursos hídricos. De acordo com Hernandez (2006), a bacia do Rio Turvo, localizada próxima à foz do Rio Grande, está prestes a entrar em situação crítica de uso de água, devido às condições de baixa disponibilidade hídrica, às altas taxas de evapotranspiração, ao déficit hídrico prolongado, aos irrigantes sem o requerimento de outorga e ao possível crescimento no número de solicitações para a irrigação. O reservatório de Furnas também vem passando por conflitos do uso da água. Segundo Santos et al. (2003), o rebaixamento prolongado do nível de água em Furnas e o intenso crescimento das atividades econômicas ocasionaram redução da atividade agrícola em 40% e o assoreamento do reservatório.

O objetivo do trabalho é demonstrar o uso dos dados SRTM na construção de uma rede hidrográfica vetorizada de forma a auxiliar num “primeiro instante”, possíveis tomadas de decisão pela análise hidrológica dos dados gerados. Comparou esta base de dados obtida (SRTM) com os vetores disponíveis numa base de dados do IBGE (uso do programa computacional ArcGIS, módulo ArcScan). Apresentou um exemplo para a região de Barretos/SP, carta IBGE 2599-2, que faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, para melhor visualização da metodologia proposta.

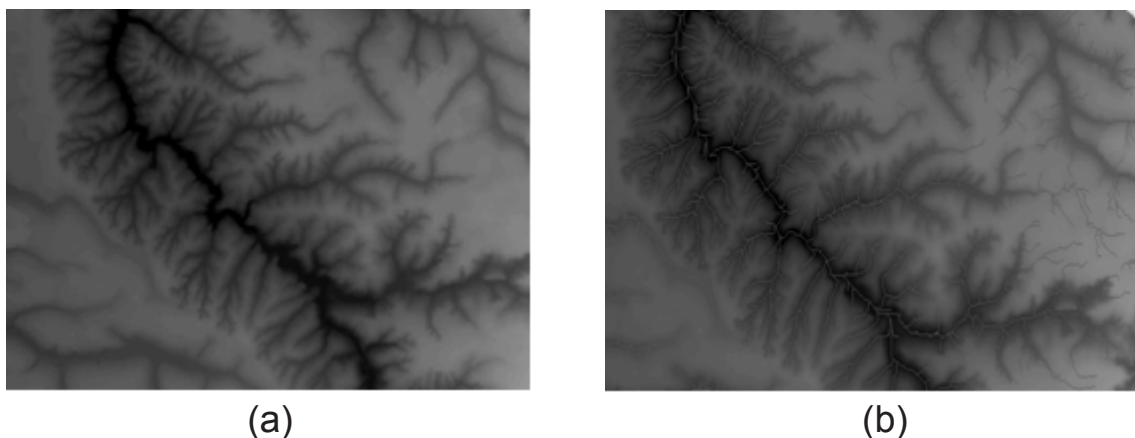
O ArcGIS é um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de última geração desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI). Atualmente, suporta três níveis funcionais de licença – ArcView, ArcEditor e o ArcInfo (licença completa). O ArcGIS Desktop é um SIG integrado e consiste de cinco principais componentes, a saber: ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene e ArcToolbox. A última versão do ArcGIS é a 9.3.1 (Sanchez, 2004). O módulo ArcScan é uma extensão de conversão do formato raster para vetor dentro do ambiente de geoprocessamento (ArcGIS 9.3.1). Esta extensão permite converter automaticamente as imagens escaneadas de mapas em feições vetorizadas. Possui ferramentas que permitem uma pré-correção da imagem

quanto as suas possíveis falhas apresentadas, seja nas conexões incompletas de mananciais hídricos ou curvas de nível, seja na limpeza de possíveis interferências provenientes da confecção original e escaneamento do mapa. A ESRI tem uma parcela dominante do mercado de software de SIG, havendo um uso do seu software por cerca de 77% dos profissionais da área.

A área de estudo, a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, limite entre MG e SP, já conta com coleção de arquivos vetoriais digitalizados a partir dos mapas hidrográficos do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em escala 1:50.000 e 1:100.000. Por meio do programa de Sistemas de Informação Geográfica – ArcGIS 9.3.1 – obteve-se a hidrografia (vetor da superfície de drenagem) pelo módulo Analista Espacial (*Spatial Analyst Tools*) do ArcGIS, sendo esta extraída do SRTM.

Os comandos utilizados pelo módulo Analista Espacial do ArcGIS são listados em seqüência:

- Comando Fill: esta função preenche as possíveis depressões espúrias encontradas na imagem do SRTM;
- Comando Flow Direction: esta função obtém a direção do fluxo;
- Comando Flow Accumulation: esta função obtém o fluxo acumulado;
- Comando Con: esta função testa se uma condição fornecida pelo usuário é verdadeira ou falsa e baseado nisto executa diferentes tarefas. Utilizou para obter uma imagem raster com as drenagens extraídas;
- Comando Stream to Feature: transforma o raster em vetor e gerar um arquivo de polyline (polilinha: linhas contínuas compostas por vários segmentos) para representar a drenagem.



**Figura 3** – Exemplo da aplicação da metodologia em uma imagem SRTM: (a) Drenagem visível na imagem; (b) Extração da drenagem pelo ArcGIS visualizando os vetores criados.



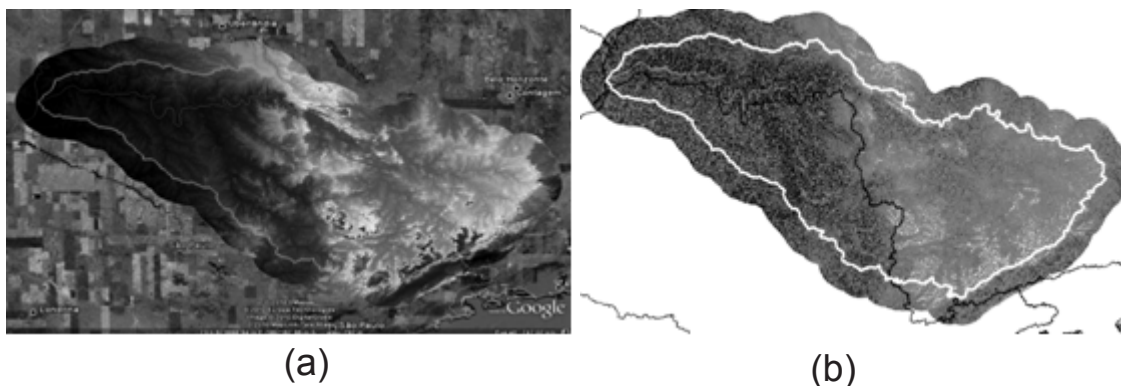
Após esta extração, comparou-se as informações obtidas tanto do IBGE (base de dados vetorizada pelo módulo ArcScan/ArcGIS) quanto a obtida pelo SRTM.

vetores criados sobre os possíveis canais identificados pelo programa computacional e pelas rotinas do ArcGIS na imagem do SRTM.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

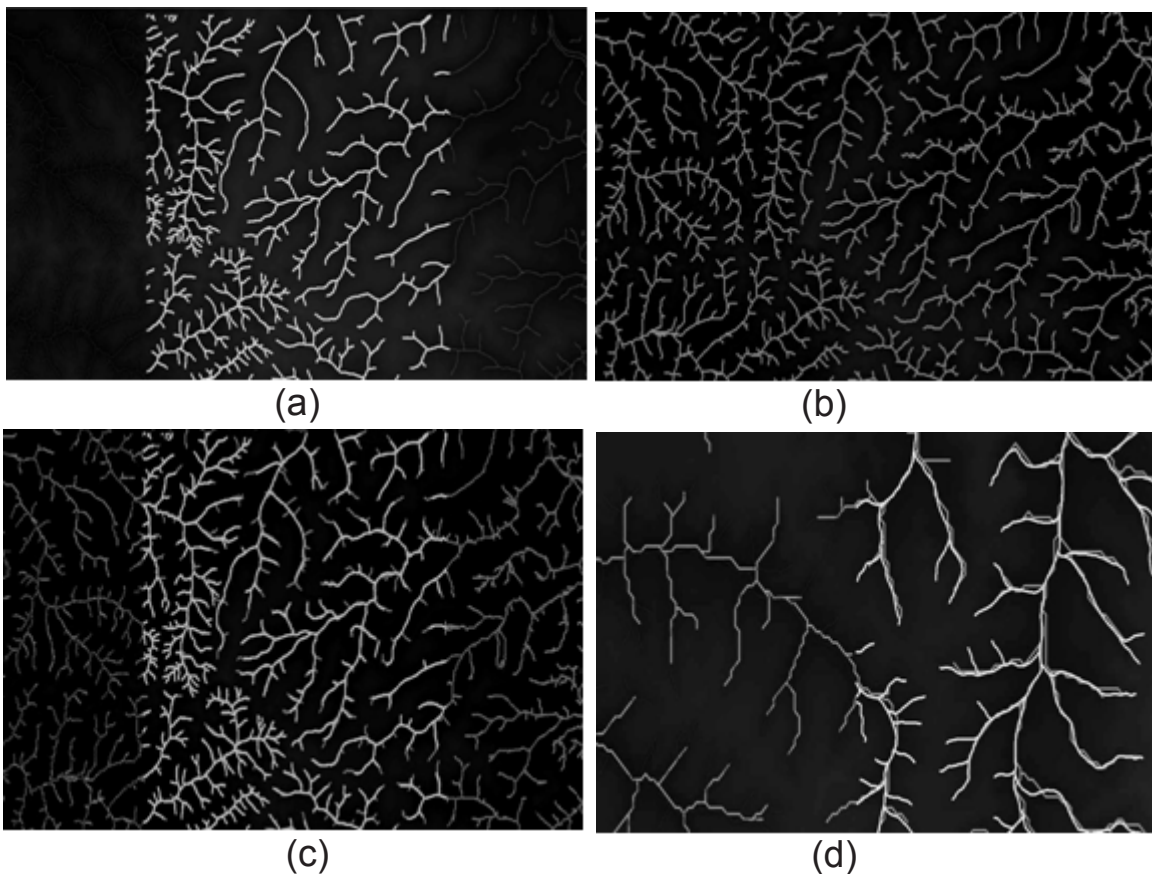
A Figura 3 demonstra a vetorização das áreas de drenagem criadas ao utilizar os comandos do Analista Espacial (ArcGIS 9.3.1), visualizando portanto os

Da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Grande (Figura 4), extraímos apenas uma porção para facilitar a explicação e análise, conforme citado na metodologia. Tomamos a carta de Barretos 2599-2 para análise tanto do vetor originado pelo IBGE quanto pela extração feita nos dados do SRTM.



**Figura 4** – (a) Imagem SRTM sobreposta à imagem do Google Earth visualizando a Bacia Hidrográfica do Rio Grande, divisa MG/SP; (b) Extração da drenagem usando o ArcGIS.

A Figura 5 demonstra o processo desde a vetorização pelo módulo ArcScan/ArcGIS e a sua sobreposição no vetor gerado do SRTM.



**Figura 5** – (a) Vetor do IBGE da hidrografia de Barretos/SP; (b) Extração da drenagem usando o Analista Espacial/ArcGIS para a localidade de Barretos/SP e vizinhos; (c) Sobreposição dos dados obtidos: IBGE x SRTM; (d) Ampliação na feição de hidrografia para fins de comparação (IBGE x SRTM).

Observada as imagens (Figuras 5c e 5d), nota-se uma significativa diferença entre a distribuição da concentração de talvegues ou canaletas (canais) de provável passagem de cursos d'água entre os mapas dos vetores gerados (IBGE x SRTM). Comparando os resultados obtidos a partir dos estudos no SRTM com os produtos vetoriais obtido pelo IBGE (módulo ArcScan/ArcGIS) existentes para a área em estudo, é importante observar que a resolução do SRTM é de pixel de 90 metros e a resolução do IBGE pode ser dada pelo padrão de exatidão cartográfica.

O estudo mostra a aproximação da drenagem obtida pelo SRTM em comparação com o vetor do IBGE (Figura 5d). Estudos devem ser conduzidos de forma a usar esta extração para uma modelagem mais precisa, porém para uma análise inicial visando uma tomada de decisão, a alternativa de se obter esta drenagem até possuir os dados vetorizados do IBGE, mostrou-se interessante.

## CONCLUSÃO

Mesmo apresentando pior resolução, o trabalho com o SRTM pode possibilitar a atualização de dados da rede hidrográfica de extensas áreas de modo bastante facilitado, com a vantagem de ser organizado pela mesma equipe e pelo mesmo processo metodológico, sem riscos de desigualdades durante sua geração. Demonstrou-se portanto uma maneira de se obter a malha hidrográfica quando não se possui tal informação na área de análise ou caso a informação obtida não é de inteira confiança o que poderia surtir em resultados que não despreveria uma possível realidade ao se trabalhar tais dados, invalidando assim o estudo em questão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica (Brasil). **Cadernos Temáticos ANEEL: energia assegurada**. Brasília: ANEEL, 2005. 18 p.

HERNANDES, A.; MEGDA, M.M.; HERNANDEZ, F.B.T.; ALTIMARE, A.; ZOCOLER, J.L. Uso da água na bacia hidrográfica do Turvo/Grande – SP. In: XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABID, 2006, CD-ROM.

NASA – National Aeronautics and Space Administration. **SRTM – Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>>. Acesso em: 01 out. 2010.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água nas principais bacias do Sistema Interligado Nacional – SIN**. Brasília: 2003.

PAZ, A. R. **Previsão de afluência a reservatórios hidrelétricos – módulo 1 – Relatório Final**. FINEP, IPH:RS; CPTEC/INPE; IAGCA/USP, 2007, 188p.

SANCHEZ, P. **ArcGIS 9, Using ArcScan for ArcGIS**, Redlands, CA, USA. ESRI, 2004, 140p.

SANTOS, A. H. M.; BORTONI, E. da C.; JUNIOR, L. U. R.; GARCIA, M. A. R. A. A exploração de reservatórios e os comitês de bacias: uma análise prospectiva para o caso da UHE de Furnas. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABRH, 2003, CD-ROM.

VALERIANO, M.M. – **Modelo Digital de Elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul**. INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE-10550-RPQ/756, São José dos Campos, 72p., 2004

## AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa permitindo realizar este trabalho.