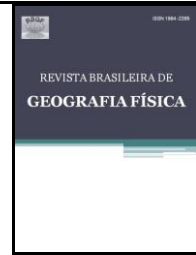




ISSN:1984-2295

# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)

## Uso de Modelo Digital de Elevação Gerados a partir do ASTER GDEM e SRTM para Caracterização de Rede de Drenagem

Julio Caetano Tomazoni<sup>1</sup>, Elisete Guimarães<sup>2</sup>, Tayoná Cristina Gomes<sup>3</sup>,  
Taisller Guimarães da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Professor da UTFPR Campus Francisco Beltrão, do Curso de Engenharia Ambiental - [caetano@utfpr.edu.br](mailto:caetano@utfpr.edu.br);

<sup>2</sup>Professora da UTFPR Campus Francisco Beltrão, do Curso de Engenharia Ambiental [guimaraes@utfpr.edu.br](mailto:guimaraes@utfpr.edu.br);

<sup>3</sup>Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental, da UTFPR Campus Francisco Beltrão - [tayonagomes@hotmail.com](mailto:tayonagomes@hotmail.com);

<sup>4</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental, da UTFPR Campus Francisco Beltrão - [taisller01@hotmail.com](mailto:taisller01@hotmail.com).

<sup>1, 2, 3 e 4</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Francisco Beltrão - Linha Santa Bárbara s/n, Caixa Postal 135, CEP 85601-970 - Francisco Beltrão – PR, Brasil. [www.utfpr.edu.br/franciscobeltrao](http://www.utfpr.edu.br/franciscobeltrao).

Artigo recebido em 19/06/2011 e aceite em 07/08/2011

### RESUMO

Este trabalho avalia a adequação do uso de modelos digitais de elevação, provenientes da manipulação de dados altimétricos da missão SRTM e do instrumento imageador ASTER, para atualização de mapas da rede de drenagem do município de Renascença PR. Para caracterização da rede de drenagem a partir de dados SRTM e ASTER utilizou-se o software SPRING 5.1.7. A rede hidrográfica, obtida por esses dois métodos foi cruzada com a malha hidrográfica extraída de cartas geográficas do exército e imagens ortorretificadas do satélite SPOT 5. Os resultados demonstram que a rede de drenagem, obtida a partir de dados SRTM e ASTER, não é satisfatória por não determinar a grande maioria dos cursos d'água de primeira e segunda ordens. Já os de terceira, quarta e quinta ordens, que são identificados, na grande maioria estão localizados fora do curso real encontrados pelas cartas do exército e imagens ortorretificadas. Os dados demonstram que a vegetação das matas ciliares são captadas pelo SRTM e ASTER e interferem nas variações de altitude e por conseguinte no mau delineamento das redes de drenagem.

Palavras chaves – Rede de drenagem; hidrografia; modelos digitais de elevação; SRTM, ASTER.

## Use of Digital Elevation Model Generated from the SRTM and ASTER GDEM for Characterization of Drainage

### ABSTRACT

This paper assesses the suitability of using digital elevation models, resulting from manipulation of altimetric mission SRTM and ASTER instrument, to update maps of the drainage network in the municipality of Renaissance PR. To characterize the drainage network from SRTM and ASTER data used the software SPRING 5.1.7. The hydrographic network, obtained by these two methods was crossed with a mesh extracted from hydrographic maps of the army and orthorectified images of the SPOT 5 satellite. The results show that the drainage system, derived from SRTM and ASTER data is not satisfactory because they do not determine the vast majority of streams of first and second orders. Already the third, fourth and fifth orders, which are identified in the vast majority are located outside the actual course of the letters found by the army and orthorectified images. The data show that the riparian vegetation are acquired by SRTM and ASTER and interfere with the variations in altitude and therefore the bad design of drainage networks.

Keywords - Drainage network; hydrography; digital elevation models; SRTM; ASTER GDEM.

### 1. Introdução

Os caminhos de escoamento de água de

chuva constituem a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica. Os dados de uma bacia hidrográfica podem ser utilizados em diversas

\* E-mail para correspondência: [caetano@utfpr.edu.br](mailto:caetano@utfpr.edu.br)  
(Tomazoni, J. C.).

atividades, tais como: estudo de relevo, determinação de áreas de risco de erosão do solo, transporte de poluentes, delimitação de áreas inundadas e estudo de bacias hidrográficas (Rosim, 1999).

As redes de drenagem são fundamentais nos trabalhos de engenharia, sendo as informações por elas geradas utilizadas em atividades como estudos ambientais, projetos de monitoramento, gerenciamento e análise dos recursos hídricos. O mapeamento automático da drenagem está entre as tarefas mais trabalhosas para a interpretação das formas da superfície do terreno. Atualmente, se podem utilizar programas que facilitam esse processo.

O método mais comum de extração das redes de drenagem consiste em traçá-la a partir de fotos aéreas ou digitalizá-las a partir de cartas topográficas. Algumas técnicas nem sempre são práticas, devido a problemas de manuseio e uniformidade dos dados oriundos de vários mapas em diferentes escalas. Outro aspecto a ser observado é que as informações de drenagem obtidas a partir de cartas topográficas podem estar incompletas devido à generalização cartográfica (Delazari, 1996).

Com intuito de reduzir custos e agilizar o processo de extração das redes de drenagem, nas duas últimas décadas foram desenvolvidos vários métodos de extração automática. Os algoritmos desenvolvidos se baseiam na modelagem digital da superfície gerada a partir de grades regulares, utilizando-se de algum método de interpolação. A

grande maioria dos métodos de extração de características topográficas existentes na literatura utiliza uma grade regular ou mapa de elevação para representar as superfícies do terreno, onde amostras de pontos representando medidas de altitude ou elevação são armazenadas (Felgueiras, 1998).

Segundo Alves (2011) o algoritmo utilizado para extração automática de redes de drenagem presente no software SPRING foi desenvolvido por Soille e Gratin (1994). Nele são usadas duas aproximações distintas para definir a rede de drenagem. A primeira é uma aproximação morfológica onde pixels que pertencem à rede são definidos por morfologias locais, sendo considerada a mais comum, o coeficiente de curvatura, onde todos os pixels que têm esse coeficiente côncavo mais alto que um determinado limiar são julgados pixels de drenagem. A segunda é uma aproximação hidrológica, onde um fluxo de água é simulado sobre a superfície topográfica.

No SPRING, o método é realizado sobre uma grade regular processada a partir do método de interpolação descrito. Através da interpolação foram geradas grades hidrológicas, definindo valores de direção de fluxo que armazenam em cada pixel calculado a direção do fluxo a partir desse mesmo pixel e, valores de fluxos acumulados que em cada pixel guarda a informação de quantos outros um determinado fluxo passou até chegar nele. O reconhecimento da rede de drenagem é definido sobre a grade de fluxos acumulados

Para visualizar o resultado deve-se converter a grade para imagem com a opção de níveis de cinza (Alves, 2011).

As informações da rede de drenagem do Município de Renascença, no Sudoeste do Estado do Paraná, são as existentes em cartas geográficas do Ministério do Exército na escala E:1:50.000, elaboradas no ano de 1980, a partir de fotos aéreas de 1976. Esses documentos cartográficos estão defasados em de 35 anos.

Os documentos cartográficos desatualizados se tornam uma limitação na execução de atividades de mapeamento, que necessitam de informações cartográficas atualizadas. Tais fatos se devem por que o Brasil é um país desprovido de reconhecimento da importância dos produtos cartográficos, fruto da carência de uma consciência cartográfica.

Com o avanço tecnológico, novos produtos e metodologias surgem para a construção de bases cartográficas e potencializam a supressão dos vazios cartográficos, bem como possibilitam a atualização dos documentos já existentes. Imagens oriundas de sensores a bordo de plataformas orbitais e softwares específicos, voltados para a cartografia digital, têm aberto a possibilidade dos usuários gerarem seus próprios produtos cartográficos. É importante observar que os produtos cartográficos novos também possuem limitação, sobre a qual é associada uma escala máxima determinada pelo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC),

que é um indicador da qualidade cartográfica dos documentos no Brasil (Rodrigues, et al., 2010).

Com o advento de sensores orbitais, modelos de elevação, que permitem a determinação da rede de drenagem puderam ser extraídos através da interferometria. Este processo é o modo de operação de alguns sensores imageadores de microondas, como o exemplo do SRTM - *Shuttle Radar Topographic Mission*, ou da estereoscopia, através de sensores ópticos que adquirem imagens com retrovisada, a exemplo do ASTER/Terra - *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer* (Fückner et al., 2009).

Segundo Alves (2011), o SRTM é a Missão Topográfica por Radar do Ônibus Espacial Endeavour. A operação projetada e financiada pela Agência Espacial Americana (Nasa), Agência Americana de Inteligência Aeroespacial (NGA), em colaboração com a Agência Espacial Italiana (ASI) e o Centro Aeroespacial Alemão (DLR), foi realizada em fevereiro de 2000.

A missão SRTM foi realizada para adquirir dados de altimetria de todo o globo terrestre a partir de sensores ativos (radar). A resolução original das imagens geradas é de 30 metros; porém, para a América do Sul a NASA liberou imagens com resolução de 90 metros. O produto é georreferenciado ao datum WGS84, em coordenadas geográficas decimais e pode ser obtido via Internet. As Imagens SRTM do Brasil foram tratadas pela

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e disponibilizadas gratuitamente na internet através do endereço eletrônico: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm> (Alves, 2011).

Os princípios do produto SRTM foram desenvolvidos, no início dos anos 1980. A altitude de um ponto, na superfície terrestre pode ser determinada, a partir da diferença de fase entre reflexões de um mesmo sinal de radar, captado por dois receptores distantes um do outro. No caso da missão SRTM, os canais principais de transmissão e recepção para as bandas C e X foram posicionados na área de carga do ônibus espacial Endeavour, enquanto que as antenas secundárias (somente recepção) foram colocadas, na extremidade de um mastro retrátil de 60 m de comprimento (Grohmann et al., 2008).

Deve-se levar em conta, que o resultado das técnicas empregadas na missão SRTM é a geração de Modelos Digitais de Elevação (MDEs), pois os sinais de radar são refletidos, por exemplo, pelo dossel das árvores, em áreas densamente florestadas e não pelo terreno subjacente. Os termos Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Numérico de Terreno (MNT) devem ser reservados para casos onde o modelo é produzido a partir de valores de altitude do nível do solo, obtidos, por exemplo, em mapas topográficos (curvas de nível), levantamentos por GPS, ou por altimetria a laser (Grohmann et al., 2008).

Os produtos ASTER GDEM (*Global Digital Elevation Model*), constituem

informações altimétricas derivada do instrumento estéreo ao longo da órbita do Satélite TERRA - EOS (*Earth Observing System*) AM 1 (ENGESAT, 2010).

Os dados ASTER GDEM, são produzidos através de um consórcio entre o METI - *Ministry of Economy, Trade and Industry*, do Japão e a NASA - *National Aeronautics and Space Administration*, dos Estados Unidos, para construção de um modelo digital de elevação global de livre acesso. A partir do dia 29 de junho de 2009, modelos digitais de elevação, construídos a partir de pares estereoscópicos de imagens oriundas da plataforma EOS AM-1 com o instrumento ASTER, sensor VNIR, foram disponibilizados gratuitamente e sem restrições (Rodrigues et al., 2010).

O produto é uma informação altimétrica derivada do instrumento estéreo ao longo da órbita do sensor ASTER, que adquire imagens no infravermelho próximo (0,78 a 0,86 Micrometros), nas bandas 3 N (Nadir) e 3 B (Back), as quais permitem gerar por processo digital de autocorrelação entre os 2 canais, um MDE (modelo digital de elevação) relativo (sem pontos de controle), ou um MDE calibrado (com pontos de controle de apoio). A precisão relativa de localização vertical e horizontal, sem pontos de controle é de até 50 m. A precisão absoluta de localização vertical e horizontal, com pontos de controle é respectivamente de até 20 metros e até 30 metros. A área recoberta por cada imagem e MNT isoladamente: 60 por 60 Km ou 3.600

Km<sup>2</sup>. O tamanho do MDE final é de 2500 linhas por 2500 colunas. A resolução horizontal é de 30 metros. A resolução vertical é de 10 metros. (ENGESAT, 2010).

O GDEM foi criado com o processamento e correlacionamento de 1,3 milhões de arquivos de cenas ASTER, de imagens ópticas, cobrindo a superfície terrestre entre as latitudes de 83°N e 83°S. Ao todo o mosaico possui 22.895 imagens de 1° por 1°. As especificações quanto ao formato de saída são: GeoTIFF (Geographic Tagged Image File Format), 16 bits, 1m por ND (nível digital), georreferenciado no sistema geoidal WGS84/EGM96, com coordenadas geográficas, níveis digitais especiais de -9999 para pixels sem dados e 0 para corpos de água marítimos (Rodrigues et al., 2010).

As principais aplicações são: topografia até a escala 1:50.000 e curvas de nível com 20m de equidistância; modelos de declive; modelagem de bacias hidrográficas e drenagens; cartografia; geomorfologia; pedologia e outras ciências do solo; estudos de uso e ocupação de solos, em áreas urbanas e rurais e todas as aplicações derivadas.

O MDE é usado como dado na ortocorreção de imagens de satélites e fotos aéreas em geral. Para alcançar a precisão absoluta máxima de 7 m, horizontal e verticalmente é recomendado, deve-se gerar o MNT ASTER com pontos de apoio.

O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial do uso dos produtos SRTM e ASTER GDEM na construção e atualização

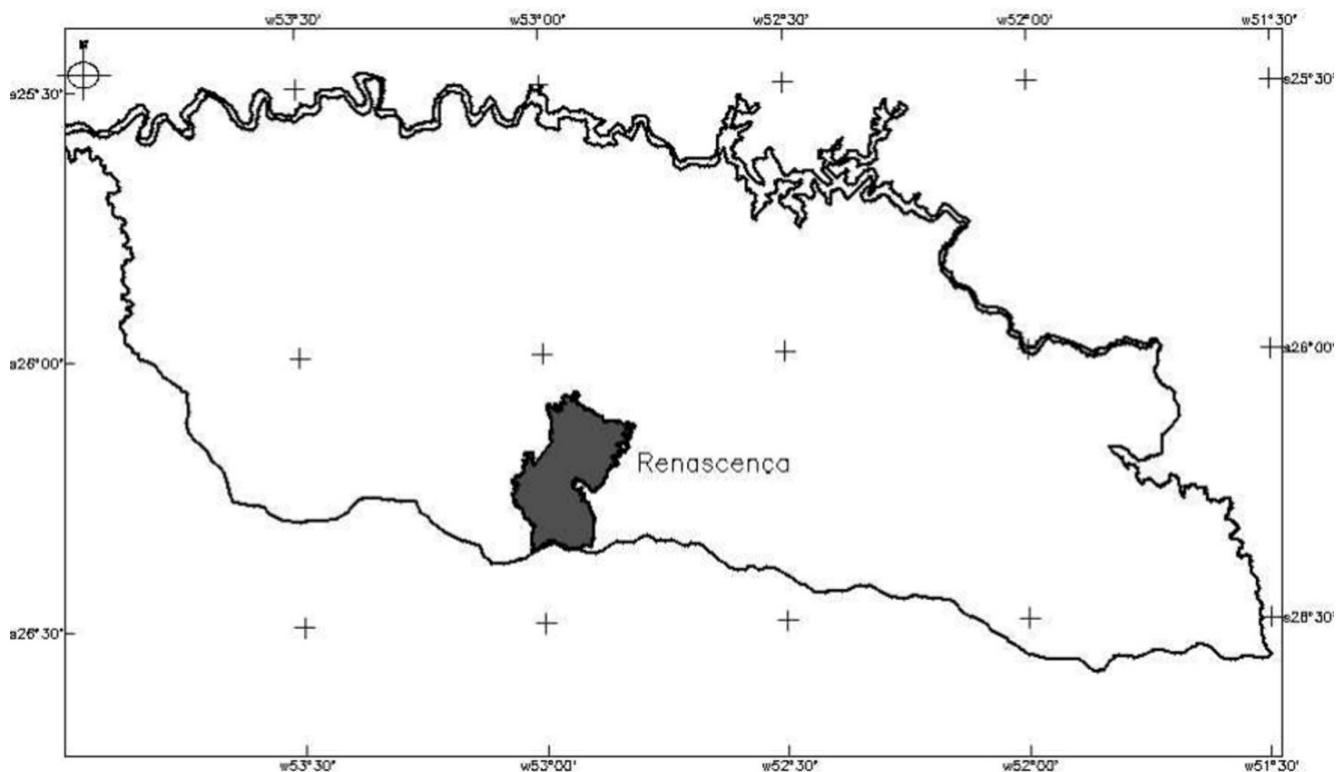
de mapas da rede de drenagem do Município de Renascença PR.

## 2. Material e Métodos

A área escolhida para o trabalho corresponde ao município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná (Figura 1), cujos pontos extremos estão assim caracterizados: ponto extremo norte localizado a 26°04'12''S e 52°55'48''O; ponto extremo sul localizado a 26°22'08''S e 53°01'39''O; ponto extremo oeste localizado a 26°14'06''S e 53°04'02''O; e ponto extremo leste localizado a 26°08'17''S. A área total do município é de 42.529,23 ha.

Foram utilizados, neste estudo, três conjuntos distintos de MDEs. O primeiro gerado a partir de curvas de nível da Carta Geográfica, o segundo obtido com os dados do SRTM e o terceiro do ASTER GDEM. As Cartas geográficas são referenciadas ao datum planimétrico Córrego Alegre e datum altimétrico de Imbituba-SC. As imagens SRTM e ASTER GDEM referenciado ao sistema WGS84.

Os dados altimétricos fornecidos pelo SRTM e ASTER GDEM foram correlacionados, com modelos digitais gerados a partir das Cartas Geográficas elaboradas pelo Ministério do Exército Brasileiro e imagens ortoretificadas do satélite SPOT5, com intuito de confirmar o potencial de uso destes produtos, no mapeamento sistemático da rede de drenagem de outros municípios do Sudoeste do Paraná.



**Figura 1.** Localização do Município de Renascença no Sudoeste do Estado do Paraná.

Para o processamento dos dados SRTM foram adquiridas imagens tratadas pela Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e disponibilizadas gratuitamente na internet. Para o processamento de imagens ASTER efetuou-se download das mesmas do Site <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>.

O primeiro passo, para realização do estudo foi à criação de um banco de dados/projeto, em ambiente Spring 5.1.7, abrangendo todo o território do município de Renascença. O banco de dados/projeto foi referenciado ao datum horizontal SAD69. Na sequência procedeu-se o registro do arquivo raster das Cartas geográficas MI2861/2, MI2861/4, MI2862/1 e MI2862/3, E:1:50000, que abrangem a área de estudos. Em seguida

realizou-se o processo de importação desses arquivos, para o banco de dados/projeto já mencionado, com a conversão do datum planimétrico de Córrego Alegre, para SAD69. As imagens das cartas foram armazenadas em um modelo de dados de imagem e serviram como plano de fundo para digitalização das curvas de nível e rede de drenagem. Na sequência criou-se um plano de informação, em uma categoria em modelo de dados MNT, e procedeu-se a digitalização das curvas de nível das cartas geográficas. Criou-se um plano de informação, em uma categoria em modelo de dados temático, e procedeu-se a digitalização da rede de drenagem das cartas geográficas; a rede de drenagem foi atualizada com base em imagens ortoretificadas do satélite SPOT5.

Procedeu-se o download das imagens SRTM, em formato GeoTIFF sem pontos de controle, 16 bits. O ND (nível digital) dos pixels dessas imagens são valores de altitude. A matriz dessa imagem foi incorporada ao banco de dados/projeto, por importação direta e foram armazenadas em uma categoria de dados de MNT. No processo de importação procedeu-se a conversão do datum planimétrico de WGS84, para SAD69.

Efetou-se o download das imagens ASTER GDEM, em formato GeoTIFF sem pontos de controle, 16 bits. O ND (nível digital) dos pixels dessas imagens são valores de altitude. A matriz dessa imagem foi incorporada ao banco de dados/projeto, por importação direta e foram armazenadas em uma categoria de dados de MNT.

Para se extrair a rede de drenagem de forma automática de dados SRTM, criou-se uma grade de fluxos acumulados. Essa grade foi gerada, a partir de uma matriz altimétrica de PI (plano de informação) de categoria MNT, cuja origem é a imagem SRTM, através da ferramenta Processos Hidrológicos / Geração de Grades. Este procedimento gerou um PI LDD (grade de direções de fluxo) e um PI ACM (grade de fluxos acumulados) em categoria MNT previamente selecionada. Estes PIs são constituídos por uma matriz e uma imagem em tons de cinza 32 Bits.

Após gerar o PI que contém a grade de fluxos acumulados, a partir deste gerou-se a Grade de Drenagem. Para isso utilizou-se a

ferramenta MNT / Processos Hidrológicos / Rede de Drenagem. Para que o Spring considerasse todos os valores da grade de fluxos usou-se, no campo “Limite de Saída” o menor valor da grade o valor igual a 1.

Criada a grade de Drenagem, gerou-se uma imagem para alterar o contraste e possibilitar a visualização de toda a rede. Para isso, selecionou-se o PI que continha a rede de drenagem e através da ferramenta MNT/Geração de Imagem criou-se, em uma categoria de imagem, um PI com a imagem da rede de drenagem em formato 32 Bits. Em seguida, para melhorar a visualização da rede de drenagem alterou-se o contraste da imagem através da ferramenta Imagem/Contraste. Utilizando esta imagem como plano de fundo vetorizou-se a rede de drenagem, gerando um PI em categoria temática.

Para se extrair a rede de drenagem de forma automática dos dados ASTER GDEM, o procedimento foi o mesmo usado para o SRTM, a diferença está apenas na resolução das matrizes e imagens geradas para o SRTM de X(90m) e Y(90m) e para o ASTER GDEM de X(30m) e Y(30m).

### 3. Resultados e Discussão

O algoritmo para extração automática de redes de drenagem existente no software SPRING, usa duas aproximações específicas. A primeira é uma aproximação morfológica, onde os pixels que pertencem à rede são definidos por morfologias locais, sendo a mais comum considerada o coeficiente de

curvatura, onde todo o pixel que têm o coeficiente côncavo mais alto, que um determinado limiar é julgado pixels de drenagem. A segunda é uma aproximação hidrológica, onde um fluxo de água é simulado sobre a superfície topográfica.

Neste estudo, em ambiente SPRING foram processadas a partir do método de interpolação, grades regulares oriundas dos sistemas SRTM (resolução X90m e Y90m) e ASTER GDEM (resolução X30m e Y30m). Sobre essas foram geradas as grades hidrológicas, definindo valores de direção de fluxo, que estão armazenados em cada pixel e calculado a direção do fluxo a partir desse mesmo pixel e, valores de fluxos acumulados, que em cada pixel guarda a informação, por quantos outros um determinado fluxo passou até chegar nele. O reconhecimento da rede de drenagem foi definido sobre a grade de fluxos acumulados, onde para visualizar o resultado converteu-se a grade para imagem com a opção níveis de cinza.

As imagens geradas a partir da grade de fluxos acumulados são 32 Bits, apresentando resultados diferentes para dados oriundos do SRTM e ASTER GDEM.

Na imagem SRTM, com resolução 90m, poucos fluxos de drenagem foram identificados, pois uma grande parte possui valores de nível de cinza próximos. Utilizando a técnica de realce de contraste melhorou-se a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano, definindo melhor a razão entre os seus níveis

de cinza médios. A manipulação do contraste permitiu uma melhor visualização dos fluxos de drenagem, pois produziu uma diferença significativa entre os valores de nível de cinza.

As imagens SRTM, apresentam dificuldades na localização exata dos rios, quando esses estão providos de matas ciliares, pois, a vegetação arbórea existente, muitas vezes cobre o canal dos rios, dando a impressão que estes locais são mais elevados, do que as áreas em torno, conforme demonstrado nas Figuras 2, 3 e 5.

Essa deficiência nas imagens SRTM foram constatadas por Valeriano & Abdon (2007), quando estudaram o Pantanal Matogrossense. Naquela ocasião perceberam, que a vegetação forma de cordões distribuídos pela planície, acompanhando a direção do escoamento das águas, são chamados regionalmente por cordilheiras, que interfere na variações de altitude diferenciadas nas cartas de topografia geradas com os dados SRTM.

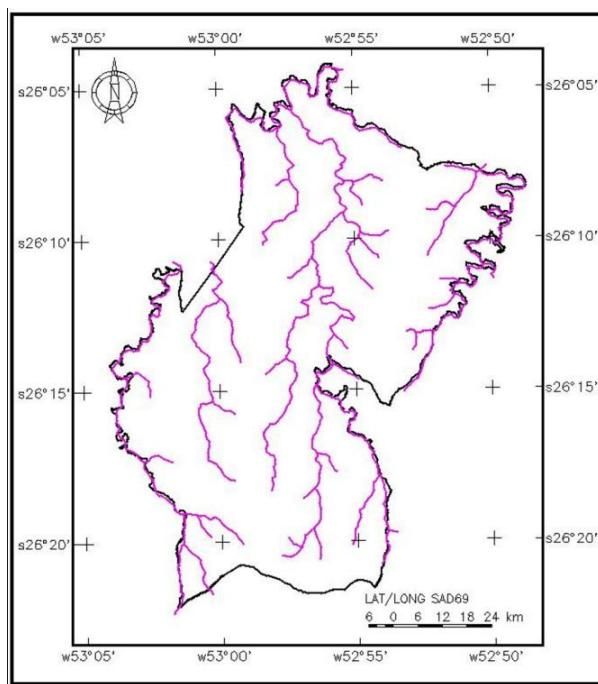
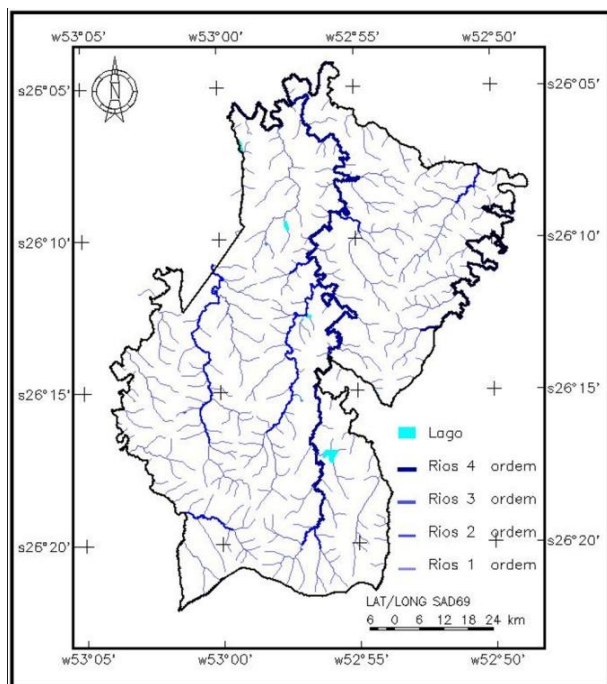
Analisando as Tabelas 1 e 2, verifica-se que através da Carta/Imagem SPOT5, foi possível identificar um total de 648,4618 km de rios em todo o município de renascença, predominando os rios de 1ª ordem, seguidos pelos de 2ª, 4ª e 3ª.

Na Tabela 1, constata-se que através do SRTM, identificou-se um total de 253,4618 km de rios em todo o município de renascença, predominando os rios de 2ª, seguidos pelos de 3ª, 4ª e 1ª ordens. Nessa



mesma tabela percebe-se, que as extensões de canais determinadas pelo SRTM, correspondem para rios de 3ª, 2ª, 4ª e 1ª ordens, respectivamente a 95,6 %, 76,82 %, 48,54 % e 5,47 %, do que foi determinado através da Carta/Imagem SPOT5. Analisando

ainda se os canais determinados pelos dois métodos correspondem aos mesmos locais no terreno, constatou-se que em apenas 3,44 km, ou 1,35 %, de um total de 253,9235 km, o local dos rios coincidem.



**Figura 2.** Mapa Hidrográfico Gerado com Base na Carta Geográfica e Imagem SPOT5 Ortoretificada.

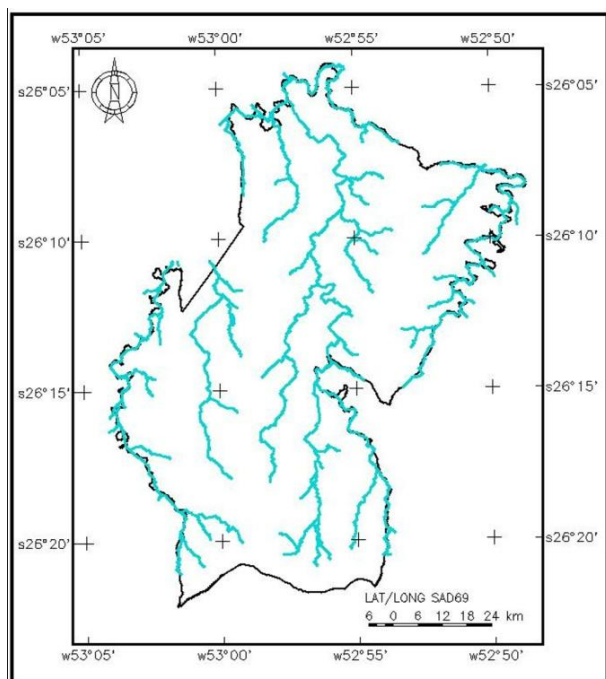
**Figura 3.** Mapa Hidrográfico Gerado com Base no SRTM.

A distribuição gratuita, na rede mundial de computadores, dos dados de elevação do sensor ASTER iniciada em Junho de 2009, possibilita a especializações de redes de drenagem com maior detalhamento, devido à melhor resolução espacial em relação aos dados SRTM.

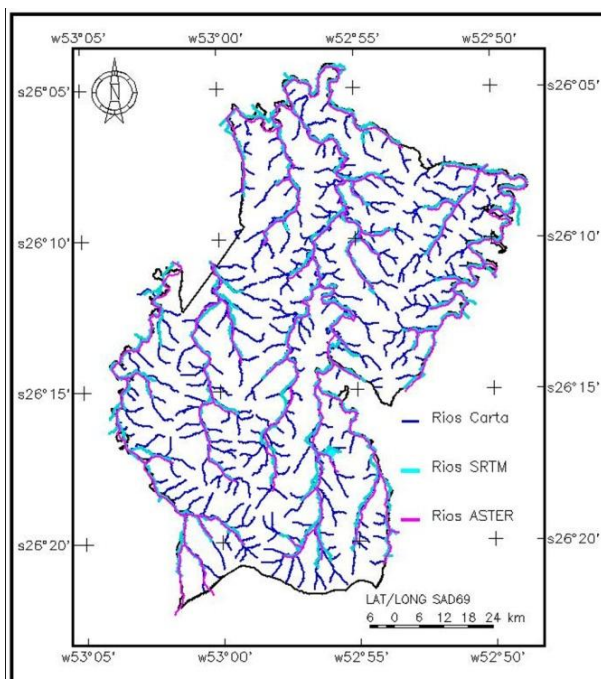
Para o município como um todo, o traçado da rede de drenagem tanto a partir do MDE SRTM como do MDE ASTER apresentou uma aproximação pouco satisfatória, em relação aos rios traçados a

partir da carta topográfica/Imagem SPOT5, conforme pode ser observado nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

Tais disparidades também foram constatadas com a rede de drenagem obtida do ASTER GDEM, certamente, também, pela interferência da vegetação. Uma vez que a leitura desse sistema imageador se remete a resposta do topo de qualquer objeto presente no solo e não da superfície terrestre, onde se encontra o leito dos rios no gradiente da superfície.



**Figura 4.** Mapa Hidrográfico Gerado com Base no ASTER GDEM.



**Figura 5.** Mapa Hidrográfico Gerado com Base na Carta/SPOT5 (azul), SRTM (lilas) e ASTER GDEM (ciano).

**Tabela 1.** Extensão de Rios do Município de Renascença, determinados através da Carta/Imagem Spot5 e MDE SRTM.

Classe de rio	Carta/Imagem	SRTM (km)		Coincidência dos canais	
	SPOT5 (km)	km	%	km	%
1ª ordem	329,2925	18,0238	5,47	0,205	0,06
2ª ordem	127,0630	97,6126	76,82	1,220	0,96
3ª ordem	95,6943	91,4883	95,60	1,585	1,65
4ª ordem	96,4120	46,7986	48,54	0,430	0,45
Total	648,4618	253,9235	39,16	3,440	1,35

**Tabela 2.** Extensão de Rios do Município de Renascença, determinados através da Carta/Imagem Spot5 e MDE ASTER GDEM.

Classe de rio	Carta/Imagem	ASTER GDEM (km)		Coincidência dos canais	
	SPOT5 (km)	km	%	km	%
1ª ordem	329,2925	32,9369	10,00	0,535	0,16
2ª ordem	127,0630	102,8924	80,98	1,885	1,48
3ª ordem	95,6943	98,2768	102,70	2,600	2,71
4ª ordem	96,4120	51,4778	53,39	0,815	0,84
Total	648,4618	285,5841	44,04	5,835	2,04

Analisando a Tabela 2, verifica-se que através do ASTER GDEM, identificou-se um total de 285,5841 km de cursos de rios em todo o município de renascença, predominando os rios de 2<sup>a</sup>, seguidos pelos de 3<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 1<sup>a</sup> ordens. Nesta mesma tabela percebe-se, que as extensões de cursos determinadas através das imagens ASTER, são de rios de 3<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 1<sup>a</sup> ordens, correspondendo respectivamente a 102,7 %, 80,98 %, 53,39 % e 10,00 %, do que foi determinado através da Carta/Imagem SPOT5. Analisando se os canais determinados pelos dois métodos correspondem aos mesmos locais do terreno, constatou-se que em apenas em 5,835 km, ou 2,04 %, de um total de 285,5841 km, existe coincidência.

#### 4. Conclusões

Avaliando o potencial de uso dos MDEs dos produtos SRTM e ASTER GDEM, para caracterização da rede de drenagem, constatou-se uma aproximação insatisfatória, em relação aos rios traçados a partir da carta topográfica/Imagem SPOT5.

Em todo o território do município de Renascença, tanto para o MDE SRTM, como para o MDE ASTER, os rios determinados são aqueles classificados a partir da classe de 2<sup>a</sup> ordem, apresentando maior eficiência para rios de 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> ordens. Do total de rios determinados através da Carta/Imagem SPOT5, de 648,4618 km, os dados SRTM conseguiram identificar 39,15 % destes

cursos, porém só 1,35 % destes canais tinham a mesma localização. Já para os dados ASTER GDEM, de 648,4618 km, identificou-se 44,04 % destes cursos, porém só 2,04 % destes canais tinham a mesma localização.

Considerando, a baixa eficiência do traçado da rede de drenagem utilizando MDE SRTM e MDE ASTER, sugere-se que estes produtos não sejam utilizados, para extração de rede de drenagem em escala maior do que 1:100.000.

Portanto,, que para escalas maiores do que 1:100.000, a extração da rede de drenagem deve ser determinada por digitalização direta, em cartas topográficas de escala 1:50.000 e se possível corrigida através de imagem de satélite, com resolução espacial  $\leq$  a 5 m.

#### 5. Referências

- Alves, A. O. (2011). Processos Hidrológicos – Rede de Drenagem a partir de dados SRTM. Extraído de [www.comunidadespring.com.br](http://www.comunidadespring.com.br). Acessado em 23 de fevereiro de 2011. 13p.
- ASTER GDEM (2010). <http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp>. Acesso em novembro de 2010.
- Delazari, L. S. (1996). Extração Automática de Redes de Drenagem a partir de Modelos Digitais de Terrenos. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná. 155p.

Embrapa (2010). Imagens SRTM. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>. Acessado em novembro de 2010.

ENGESAT (2010). Altimetria Aster. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/?system=news&eid=378>. Acessado em 10/11/2010.

Felgueiras, C. A. (1998). Curso de Modelagem Digital de Terrenos e Aplicações. Apostila do curso do SPRING. 180p.

Fuckner, M. A. et al. (2009). Avaliação altimétrica de modelos digitais de elevação extraídos de imagens ASTER em áreas com configuração topográfica distinta. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 683-690.

Grohmann, C. H. (2008). Aplicações dos Modelos de Elevação SRTM em Geomorfologia. Rev. Geogr. Acadêmica v.2

n.2, viii. 2008, p. 73-83.

Rodrigues, T. L. et al. (2010). Avaliação da Adequação dos Produtos ASTER GDEM no Auxílio ao Mapeamento Sistemático Brasileiro. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010, p. 1 – 5.

Rosim, S. (1999). Definição de Redes de Drenagem Utilizando Modelagem Numérica de Terrenos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Eletrônica, Instituto Tecnológico Aeroespacial. 91p.

Soille, P.; Gratin, C. (1994). An Efficient Algorithm for Drainage Network Extration on DEMs. Journal of Visual Communication and Image Representation, v.5, N.2, June, 1994. p. 181 – 189.

Valeriano, M. M. & Abdon, M. M. (2007). Aplicação de Dados SRTM a Estudos do Pantanal. Revista Brasileira de Cartografia No 59/01, Abril, 2007. p. 63 – 71.