

IV-139 – EXTRAÇÃO AUTOMÁTICA DE DRENAGEM UTILIZANDO DADOS SRTM DA SUB-BACIA DO RIBEIRÃO LARANJAL NOVA ANDRADINA/MS

Thiago Farias Duarte⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Especialista em Gestão Ambiental.

Maurício Stefanos

Biólogo pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Professor Assistente da UFGD/FCBA em Dourados/MS.

Renata Porto Morais Bronaut

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Especialista em Gestão Ambiental. Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Ana Elisa Martinelli Finazzi

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Av. Sen. Filinto Müller, 67- 3345-7000
e-mail: eng.thiagoduarte@gmail.com

RESUMO

O conhecimento preciso e atualizado da rede de drenagem natural, pertencente a uma bacia hidrográfica, é de suma importância para o cumprimento de normativas legais que objetivam a manutenção e proteção dos recursos hídricos. Estudos envolvendo recursos naturais, dentre eles recursos hídricos, vêm sendo realizados por meio das geotecnologias disponíveis. Este trabalho busca uma técnica de geração e atualização da rede de drenagem de forma automática, além de confrontar os resultados produzidos em laboratório com a realidade de campo. Foram utilizados os dados da missão espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) e o SIG ArcGis 9 (ESRI, 1999) para a geração automática da drenagem. Também foram utilizadas as imagens do satélite CBERS-2 (*China-Brazil earth resources satellite*), cartas topográficas da Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro (DSG) e levantamento de pontos de controle GPS (*Global Positioning System*) em campo. As drenagens geradas automaticamente em laboratório, foram comparadas na escala 1:100.000 e 1:50.000 com as verdades adotadas para esse trabalho, com bons resultados apresentados na escala 1:100.000. A rede de drenagem extraída automaticamente a partir dos dados SRTM, mostrou-se uma ferramenta útil para uma possível atualização da hidrografia e para a fiscalização por parte dos órgãos competentes em relação ao cumprimento das leis vigentes. Além da rapidez e eficiência na extração da drenagem através do SIG e da coerência entre a drenagem oficial das cartas DSG e a extraída automaticamente.

PALAVRAS-CHAVE: Extração Automática de Drenagem, SRTM e Geotecnologias.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da rede de drenagem de uma área é de fundamental importância para a obtenção de forma manual ou digital de uma bacia hidrográfica. Segundo VALERIANO e MORAES (2001), a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica tem grande importância para a caracterização do relevo, além de outros fatores como seus divisores de águas, a formação geológica, o clima, a vegetação, a textura e permeabilidade do solo, a ocupação e uso da bacia que estão diretamente ligados a ela.

TUCCI (2004) descreve Bacia Hidrográfica como uma área topograficamente definida de captação natural da água da precipitação, sendo esta drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, que faz os escoamentos convergirem para um único ponto de saída, seu exutório.

O conhecimento dos locais de cursos d'água e uma posterior caracterização da bacia hidrográfica são ferramentas valiosas para diversas atividades, como a determinação de áreas de risco de erosão do solo, transporte de poluentes, áreas propícias a inundação, identificação das áreas de preservação permanente (APP), liberação de outorgas e cobrança de uso dos recursos hídricos, entre outros.

Normativas legais como o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651 (BRASIL, 2012) e as regulamentadas pelas resoluções CONAMA 302/02, 303/02 e 369/06 (BRASIL, 2002a, 2002b, 2006), e a Lei 9.433/97 que regulamenta sobre os recursos hídricos ressaltam a reserva legal como necessária ao uso sustentável dos recursos naturais e que a vegetação ciliar deve estar presente nas nascentes, margens de rios, córregos, lagos e represas como APPs, e claramente mostram a importância da localização dos cursos d'água.

Atualmente, a concatenação dos dados nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) como ferramentas de fiscalização e produção de trabalhos relacionados a recursos naturais tem colaborado para a otimização de tempo e recursos. Dois exemplos de dados de sensoriamento remoto disponíveis gratuitamente são: as imagens do satélite CBERS-2 (*China-Brazil earth resources satellite*), disponibilizados aos brasileiros sem nenhum custo através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e os dados do radar interferométrico da missão espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), fornecidos livremente no site da *National Aeronautics and Space Administration of the United States of America* (NASA).

Em Fevereiro de 2000, foi lançada a *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) a partir do Centro Espacial de Kennedy, EUA, com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação (MDE) da Terra usando a interferometria. A SRTM adquiriu os dados topográficos através de um sistema de radar de abertura sintética interferométrico, sendo que os dados SRTM possuem uma resolução espacial de 30 metros para o EUA e de 90 metros para o restante do mundo e cobrem 80% da área terrestre foram mapeados (VALERIANO, 2004; PINHEIRO, 2006).

VALERIANO (2004) descreveu o uso do modelo digital de elevação SRTM como importante fonte de dados do território nacional. Através do tratamento do MDE por técnicas de geoestatísticas e técnicas digitais de manipulação de topografia, fora ampliado o detalhamento do modelo original, permitindo uma melhor interpretação de dados como drenagem, curvatura horizontal, curvatura vertical associado a tipos de solo e declividade.

HIGA (2005) avaliou a acurácia vertical do modelo SRTM com base na rede geodésica do Estado de Mato Grosso do Sul, e concluiu que os dados altimétricos fornecidos pelo SRTM, tanto para Bacia do Rio Paraguai quanto para do Rio Paraná, são muito bons e condizem com a realidade.

TORRES *et al* (2006) gerou os limites da bacia hidrográfica do rio Formoso (Bonito, MS) através de dados SRTM utilizando o *software* PCI Geomatica, versão 2002, identificando as redes de drenagem do modelo digital de elevação (MDE) e determinado o exutório do curso d'água principal, sendo este o principal dado de entrada para a geração do divisor da bacia hidrográfica em questão.

No trabalho de DIAS *et al* (2004) foi utilizado o SIG Arcview GIS com sua extensão de hidrologia e o modelo digital de elevação SRTM, na geração automática de rede de drenagem e posterior delineamento de bacias hidrográficas, concluiu-se que a integração do SIG com os dados de radar permitiu com eficiência, precisão e rapidez, delimitar áreas de contribuição pontual, além de possibilitar a automatização de processos mecânicos, facilitando o trabalho e aumentando a qualidade do produto gerado na Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.

Enquanto MARTINS *et al* (2007) fez a extração automática e caracterização da rede de drenagem e das bacias hidrográficas utilizando cartas topográficas IBGE e DSG, uma imagem Landsat (2000) e dados SRTM, os quais foram processados nos *softwares* ARCGIS 9.1 com sua extensão *Spatial Analyst Hydrology* e Global Mapper 6.0. O estudo concluiu que, comparando a rede de drenagem gerada a partir de dados SRTM com o mapeamento convencional foi verificado a sua coerência. Desta forma podendo ser equacionados problemas de desatualização e falta de informação para determinadas áreas, além da drenagem resultante poder ser utilizada em mapeamentos na escala regional.

STEFANES (2005) utilizou as imagens do sensor CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), com resolução espacial de 20 metros do satélite CBERS-2, para a identificação da vegetação de proteção a recursos hídricos e constatou que a resolução espacial das imagens CBERS-2/CCD apresentaram limitações quanto à precisão da identificação e mapeamento da vegetação das APP com área observável inferior a 10.000 m²; porém a homogeneidade da resposta espectral dos conjuntos de *pixels* adjacentes separa de forma mais eficaz as áreas de APP, mesmo possuindo área inferior a 10.000 m². Foi concluído que a imagem CBERS-2/CCD

mostrou-se eficiente para o uso em diagnósticos, caracterizações, monitoramento e fiscalização ambiental, entretanto, devem ser utilizadas com cautela e o método de tratamento deve ser analisado caso a caso.

Assim, tem-se por objetivo contribuir para o desenvolvimento de uma técnica que permita gerar e analisar as drenagens de forma automática da sub-bacia de estudo, e que tenha aplicações no planejamento na gestão de recursos hídricos.

ÁREA DE ESTUDO

A área do estudo está localizada no Município de Nova Andradina, Mato Grosso do Sul, pertencendo a bacia do Rio Paraná, com o Ribeirão Laranjal desaguando no Rio Ivinhema (**Figura 1**). A área da sub-bacia é de aproximadamente 401 Km² e encontra-se fortemente antropizada, com ocupação predominante de atividade agropecuária, destacando-se a cana-de-açúcar e a criação de bovinos.

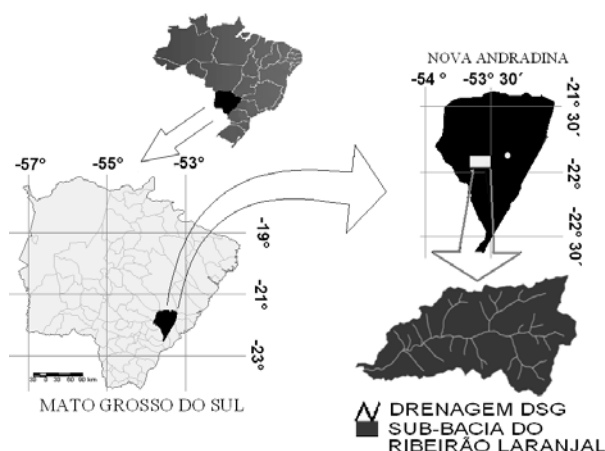


Figura 1 – Localização do Município de Nova Andradina e da sub-bacia de estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os dados SRTM-1, juntamente com o SIG ArcGis 9 (ESRI, 1999) usado na extração da drenagem.

Base de dados, Sistemas de Projeção e de Coordenadas e Datum utilizados

Adotou-se o sistema de projeção UTM (Universal Transversa de Mercator), Datum horizontal SAD 69 (*South American Datum of 1969*) e fuso 22 Sul.

Os dados utilizados estão descritos a seguir:

- Carta topográfica da Diretoria de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro (DSG), folha Santa Sofia, Douradinho, Nova Andradina e Ivinhema, todas na escala 1:100.000;
- Imagens CBERS-2 órbitas/ponto 162/124 e 162.125 de 06 de junho e 23 de agosto de 2006, respectivamente (INPE, 2006);
- Base vetorial digital da hidrografia da Bacia do Rio Ivinhema;
- Dados SRTM-1 SF.22 de fevereiro de 2000.

Processamento dos dados

DADOS RASTER

As cartas DSG, imagens CBERS-2 e os dados SRTM, são dados digitais raster, e para seu processamento foi utilizado o *software* ERDAS 8.6 (ERDAS, 2002). Através deste logiciais foi gerado o mosaico das cartas DSG,

depois recortado o retângulo da área de interesse. Estes procedimentos também foram realizados nas imagens CBERS-2, com exceção da reprojeção. O MDE SRTM foi recortado nas mesmas coordenadas do retângulo da área de interesse.

DADOS VETORIAIS

Para a geração e manipulação dos dados vetoriais foi utilizado o SIG ArcGIS 9 (ESRI, 1999) e as extensões *Hydrology Modeling* e *Geoprocessing Wizard*, essências para a geração da hidrografia.

A partir do recorte do mosaico das cartas DSG gerou-se o retângulo envolvente da área de interesse. Cruzou-se a base vetorial da hidrografia da bacia do Rio Ivinhema e o polígono gerado; sendo produzidos somente os vetores da hidrografia da área de estudo.

Para a geração automática da drenagem foram utilizadas várias funções da extensão *Hydrology Modeling*. A sequência das funções utilizadas para a geração automática da drenagem (**Figura 2**) será descrita a seguir:

- Inicialmente é escolhida a função *Fill Sinks* (preencher drenagem), esta operação tem a finalidade de corrigir o MDE original, através do recálculo dos *pixels* existentes, para que não ocorram valores iguais entre eles. A correção dos *pixels* evita possíveis problemas de depressões que poderiam trazer imperfeições ao MDE e impedimentos à geração do escoamento, seu produto é o MDE corrigido;
- Na função *Flow Direction* (direção de fluxo) é utilizado o MDE corrigido como raster de entrada, para que seja feito nesta operação o cálculo da direção do fluxo do escoamento da água para cada *pixel*, gerando assim uma grade digital com os valores de declividade;
- Depois de gerado a direção do fluxo, deve-se usar a função *Flow Accumulation* (fluxo acumulado) para determinar quais os *pixels* que terão o maior acúmulo de escoamento superficial em função da direção do fluxo gerada;
- A última função é a *Stream Network*, sendo esta a responsável pela geração das feições da rede de drenagem em função do fluxo acumulado e do fluxo direção, através da seleção dos *pixels* com alto fluxo acumulo. O detalhamento das feições da rede de drenagem a ser gerada pode variar conforme a necessidade do operador, sendo que quando menor o número de células escolhidas, maior o detalhamento da drenagem.

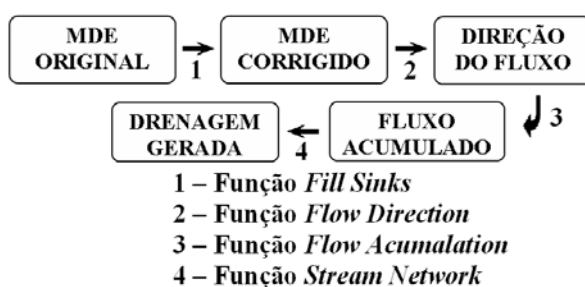


Figura 2 – Sequência numerada das funções utilizadas para a extração automática de drenagem.

Foram geradas várias drenagens com diferentes níveis de detalhamento. A seguir fez-se a exclusão dos corpos d'água que não pertencem a sub-bacia do Ribeirão Laranjal. Este mesmo processo foi repetido para as hidrografias extraídas do mosaico das cartas DSG.

As funções da extensão *Hydrology Modeling* utilizadas para a geração automática da rede de drenagem, consideram que toda a água precipitada na área utilizada, transforma-se em escoamento superficial e não sofre nenhuma interceptação, evaporação ou perda por infiltração (ESRI, 2007).

LEVANTAMENTO DE DADOS EM CAMPO

Para a visita a campo, foram confeccionados *layouts* com o mosaico CBERS-2 (Qual sensor??) de fundo e a drenagem extraída das cartas DSG e as geradas automaticamente. Foram utilizados quinze pontos de controle com o GPS, sendo em sua maioria em áreas de nascente, mantendo-se sempre um erro inferior a 15 metros, sendo fotografado o entorno dos pontos de controle.

Os pontos GPS marcados, juntamente com a drenagem das cartas DSG e as imagens CBERS-2, foram as referências utilizadas para a averiguação da confiabilidade da rede de drenagem gerada automaticamente através do MDE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPARAÇÃO ENTRE A DRENAGEM DSG E AS DRENAGENS SRTM

Foram geradas automaticamente drenagens com os níveis de detalhamento entre 200 e 150, com intervalo de 10 em 10. Estas drenagens SRTM foram comparadas com a drenagem das cartas DSG, que é um dado oficial e adotado como a referência padrão, a fim de averiguar a coerência dos vetores gerados. Neste processo de verificação foram adotadas as escalas 1:100.000 e 1:50.000, sendo obtido os seguintes resultados;

- Na escala 1:1000.000 as drenagens comparadas apresentaram-se coerentes quanto as feições dos corpos d'água, existindo em alguns locais um deslocamento entre as drenagens DSG e SRTM;
- Na escala 1:50.000 também foi encontrado uma boa coerência entre as feições dos corpos d'água, porém deslocamentos entre as drenagens comparadas foram observados.

Com o intuito de descobrir o motivo dos deslocamentos encontrados entre as drenagens comparadas em alguns locais da sub-bacia em estudo, nas escalas adotadas, foi utilizado o mosaico das imagens CBERS-2 da área estudo, para comparar as drenagens DSG e SRTM com a vegetação ciliar existente.

Quando sobreposto às drenagens SRTM no mosaico CBERS-2, fica evidente que a drenagem gerada automaticamente margeia a vegetação ciliar existentes nos corpos d'água (**Figura 3 / A e B**) e em outros locais a drenagem se encaixa dentro da vegetação ciliar (**Figura 3 / C e D**).

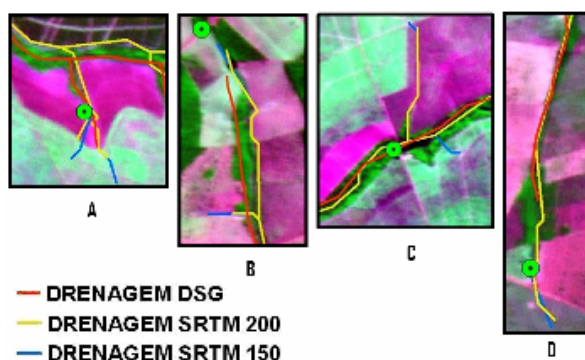


Figura 3 – Comparação entre as drenagens DSG e SRTM, com a imagem CBERS-2 de fundo. Retângulos A e B: Drenagem SRTM margeando a vegetação ciliar existente, e os retângulos C e D com a drenagem SRTM encaixada na vegetação ciliar e próxima a drenagem DSG.

É provável que nos locais onde as drenagens SRTM margeiam a vegetação ciliar existente, sejam mata galeria. Na mata galeria as copas das árvores cobrem o canal de drenagem e considerando o MDE sensível à presença de objetos na superfície, provavelmente fez com que o programa intérprete que as laterais das matas de galeria, seriam canais de drenagem (**Figura 4A**).

Nos casos em que o programa delineou a drenagem SRTM dentro da vegetação ciliar, foi devido às copas das árvores presentes na vegetação ciliar estarem distantes, deixando assim o canal de drenagem exposto (**Figura 4B**) ou devido à vegetação ciliar ser estreita e baixa (**Figura 3D**). Estas características favoreceram a correta geração automática da drenagem sobre o espelho de água do corpo d'água, por ser o local de menor cota.

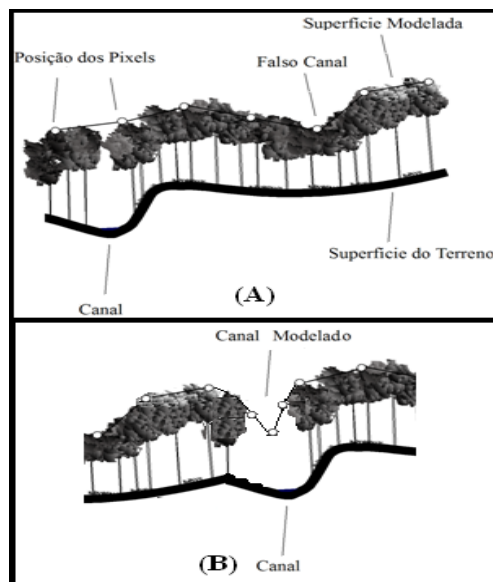


Figura 4 – (A) Local com mata galeria, onde o MDE ao modelar a superfície gera um falso canal de drenagem; (B) Local onde o canal de drenagem está exposto, permitindo a correta modelagem do MDE.

O mosaico CBERS-2 mostrou-se confiável para a identificação do fim do canal de escoamento superficial e o início do corpo d'água, pois a drenagem SRTM considera os canais delineados de escoamento superficial. Comparação entre as Drenagens DSG e SRTM com os Pontos GPS.

Os resultados gerados foram comparados com as seguintes referências: a hidrografia das cartas DSG, as imagens CBERS-2 e os pontos GPS (Global Positioning System) levantados em campo.

Os locais escolhidos para a marcação dos pontos, foram antecipadamente selecionados, levando em consideração as características das drenagens SRTM em relação à drenagem DSG. Nos locais escolhidos existiam diferenças no formato e comprimento dos corpos d'água, onde a drenagem SRTM gerou corpos d'água não presentes na drenagem DSG e com as feições das drenagens comparadas estavam quase sobrepostas.

Com os pontos GPS marcados em campo, já inseridos no SIG, fez-se a análise entre a posição dos pontos com a drenagem DSG e as drenagens SRTM, com o mosaico CBERS-2 ao fundo. Nesta análise foi constatado que:

- Os pontos GPS estão marcados estão próximos às drenagens comparadas;
- Nos locais onde o ponto marcado estava sobre área de nascente, foi observado que a drenagem SRTM gerou canais de drenagens mais longos que o existente na drenagem DSG, na maioria dos casos;
- Corpos d'água gerados automaticamente e que não estavam presentes na drenagem DSG, tiveram sua existência confirmada;
- Foram identificados corpos d'água presentes na drenagem DSG e que não existem mais, mesmo assim a geração automática delineou esses locais como canais de drenagem.

CONCLUSÕES

A drenagem das cartas DSG, apesar de terem sido confeccionadas a mais de 40 anos, apresentaram dados confiáveis, e a gerada automaticamente a partir dos dados SRTM mostrara-se coerente quando comparados com a drenagem oficial das cartas DSG, com a escala 1:100.000 apresentando melhor resultado.

O nível de detalhamento 150 apresentou melhores resultados, pois gerou a rede com maior densidade de canais de drenagem.

Os canais de drenagem superficial delineadas automaticamente pelo MDE, poderiam ser considerados áreas de importância para a proteção dos recursos hídricos, como uma possível obrigatoriedade de cobertura vegetal ou implantação de curvas de nível com o intuito de uma maior proteção das nascentes contra a degradação provocada principalmente pela erosão.

O mosaico das imagens CBERS-2 é uma boa referência para a definição do início do corpo d'água, podendo ser utilizada na correção dos vetores que apresentam canais de escoamento superficial.

Com os resultados obtidos, pode-se concluir que o uso do SIG ArcGis 9 (ESRI, 1999) juntamente com dados matriciais, demonstrou-se rápida e eficiente na extração automática da rede de drenagem. Mostrando ser uma importante ferramenta para a atualização da rede de drenagem, como também possibilitando uma fiscalização mais precisa dos órgãos competentes quanto ao cumprimento das leis relacionadas a rede de drenagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL; **Lei Federal nº 12.651**, de 17 de outubro de 2012– Institui o Código Florestal Brasileiro.
2. BRASIL; **Lei Federal nº 9.433**, de 08 de janeiro de 1997 – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
3. BRASIL; **Resolução CONAMA nº 302**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno (2002a).
4. BRASIL; **Resolução CONAMA nº 303**, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (2002b).
5. BRASIL; **Resolução CONAMA nº 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (2006).
6. CBERS 2 CCD canais 2, 3 e 4; São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem de Satélite**. Órbita 162 ponto 124. Arquivo Digital 2006.
7. CBERS 2 CCD canais 2, 3 e 4; São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagem de Satélite**. Órbita 162 ponto 125. Arquivo Digital 2006.
8. DIAS, L. S. O.; ROCHA, G. A.; BARROS, E. U. A.; MAIA, P. H. P. **Utilização do radar interferométrico para delimitação automática de bacias hidrográficas**. Bahia Análises & Dados. Salvador, v.14, n.2, p. 265-271, set 2004.
9. DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Santa Sofia**. Folha SF. 22-V-C-IV. Escala 1:100.000. 1973.
10. DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Douradinho**. Folha SF. 22-V-C-V. Escala 1:100.000. 1974.
11. DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Ivinhema**. Folha SF. 22-Y-A-I. Escala 1:100.000. 1973.
12. DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Nova Andradina**. Folha SF. 22-Y-A-II. Escala 1:100.000. 1973.
13. ERDAS Inc. **Erdas Imagine version 8.6**. Erdas Inc. Atlanta – Geórgia. 2002. 1 CD ROM.
14. ESRI Inc. **ARCGIS DESKTOP HELP 9**, disponível em <http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1>. Último acesso em 22 de outubro de 2007.
15. ESRI Inc. **ArcGis MAP 9**. Environmental Systems Research Institute Inc. Nova Iorque - Califórnia. 1999. 2 CDs ROM.

16. HIGA, L. T. **Avaliação da acurácia vertical do Modelo SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION com base na Rede geodésica do Estado de Mato Grosso do Sul.** Trabalho de conclusão de curso. Curso de Graduação de Engenharia Ambiental – UFMS. 2005. 15p.
17. MARTINS, E. S. F.; SOUZA FILHO, P. W. M.; COSTA, F. R.; ALVES, P. J. O. **Extração automatizada e caracterização da rede de drenagem e das bacias hidrográficas do nordeste do Pará ao nordeste do Maranhão a partir de imagens SRTM.** In: Anais XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, *INPE*, p. 6824 - 6834.
18. PINHEIRO, E. S. 2006. **Comparação entre dados altimétricos e SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION, cartas topográficas e GPS: numa área com relevo escarpado.** Revista Brasileira de Cartografia, 58 pg.
19. STEFANES, M. **Estudo de caso: Utilização do satélite CBERS 2 para caracterização da cobertura vegetal do solo.** Dissertação do programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – UFMS, 94p. Campo Grande – MS, dezembro de 2005.
20. VALERIANO, M. M.; MORAES, J. F. L. **Extração de rede de drenagem e divisores por processo digital de dados topográficos.** In: Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Foz do Iguaçu, Brasil, 21-26 abril 2001. *INPE*, p. 517 – 524.
21. 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.
22. TORRES, T. G.; PARANHOS FILHO, A. C.; TERUYA Jº, H.; CORRÊA, L. C.; GARCEZ, A. J. S.; COPATTI, A. **Utilização dos dados SRTM na geração dos limites da bacia hidrográfica o rio Formoso (Bonito, MS).** In: Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/ *INPE*, p.145-154.
23. TUCCI, C. E. M. - **Hidrologia, Ciência e Aplicação.** Rio Grande do sul, Ed. UFRGS/ABRH, 2004.