

DELIMITAÇÃO E ESTUDO DAS OTTOBACIAS DE AFLUENTES DO RIO PARANÁ UTILIZANDO MDE DE IMAGENS DE RADAR ASTER GDEM

DELIMITATION AND STUDY OF OTTOBACIAS TRIBUTARIES OF PARANÁ RIVER USING DEM FROM RADAR IMAGES ASTER GDEM

Francisco F. N. Marcuzzo

CPRM / SGB – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil -
Empresa Pública de Pesquisa do Ministério de Minas e Energia - Porto Alegre/RS
francisco.marcuzzo@cprm.gov.br

Murilo R. D. Cardoso

Mestrando - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais -
Goiânia/GO
murilo.cardoso@me.com

RESUMO

Novas técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento que utilizam Sistemas de Informações Geográficas têm sido amplamente utilizadas para estudos hidromorfológicos e geomorfológicos, fomentando a necessidade de mais pesquisas visando a sua consolidação. O presente estudo objetivou delimitar, codificar, caracterizar e calcular as áreas de drenagem e perímetros das ottobacias formadoras da sub-bacia hidrográfica 63 (afluentes do rio Paraná nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul). No desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados relativos aos rios das ottobacias, malha hidrográfica e o Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizando imagem de radar ASTER. Com base em um modelo hidrológico gerado a partir do MDE da sub-bacia 63, na escala de 1:100.000, delimitando-se seu perímetro e área de drenagem. Com os resultados alcançados conclui-se que o método de classificação e codificação de bacias hidrográficas pelo método de ottobacias, no nível 6 de codificação, pode ser adotado por entidades que trabalham com mapeamento fluviométrico para fins de planejamento e gestão dos recursos hídricos, por tratar-se de um método apropriado, baseado na hierarquia fluviométrica, topografia da área drenada e na topologia da rede de drenagem. Observa-se também a codificação de bacias com a economia de dígitos, na informação de topologia embutida nos dígitos, sendo de fácil implementação por técnicas de Sensoriamento Remoto e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica.

Palavras-chave: Recursos hídricos, SIG, hidromorfologia, bacia hidrográfica, geomorfologia.

ABSTRACT

New techniques of remote sensing using Geographic Information Systems have been widely used for hydromorphological and geomorphological studies, promoting the need for more research seeks to consolidate. This study aimed to define, encode, describe and calculate the drainage areas and perimeters of ottobacias forming the sub-basin 63 (tributaries of the Parana River in São Paulo and Mato Grosso do Sul). In developing this work we used data on the rivers of ottobacias, mesh and watershed Digital Elevation Model (DEM) using ASTER radar image. Based on a hydrological model generated from the digital elevation model (DEM) of the 63 sub-basin, on a scale of 1:100,000, delimit its perimeter and area drenagem. Com the results obtained it was concluded that the method classification and codification of watersheds by method ottobacias, level 6 coding, can be adopted by organizations working with

fluviometric mapping for planning and management of water resources, because it is an appropriate method, based on hierarchy fluviometric, topography of the area drained and the topology of the drainage network. There is also the encoding of basins with the economy of digits in the topology information embedded in the digits, by being easy to implement techniques and tools of Remote Sensing GIS.

Keywords: Water resources, GIS, hidromorphology, watershed, geomorphology.

Introdução

Em um país com extensas redes hidrográficas como o Brasil e de uma população crescente, que consome cada vez mais água, tanto em nível pessoal quanto em níveis de produção industrial, pecuária e agrícola, é impossível gerir os recursos hídricos em uma escala proporcional ao tamanho do território brasileiro. Sendo assim esse estudo propõe, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, delimitar bacias em escalas regionais e locais. Para esse fim, a sub-bacia 63 na região hidrográfica do rio Paraná foi escolhida como área teste.

Segundo Rodrigues et al. (2010) os produtos ASTER GDEM são o resultado de um consórcio entre a NASA, o Ministério da Economia, Comércio e Indústria do Japão (METI), o Centro de Dados e Análise dos Recursos da Terra (*Earth Resources Data Analysis Center - ERSDAC*) e o Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey - USGS*) para construção de um modelo digital de elevação global de livre acesso (NASA, 2012; USGS, 2012; ERSDAC, 2012).

Na avaliação visual de modelos 3D gerados através de produtos ASTER GDEM, SRTM e carta topográfica em relação a fotos do relevo, Schunemann e Novacovski (2011) verificaram que a opção da utilização dos produtos ASTER GDEM (modelo de superfície) está em vantagem quanto aos produtos SRTM (modelo de elevação), mesmo com os ruídos apresentados. Entretanto, os mesmos autores verificaram que estes produtos podem ser utilizados em escalas maiores desde que sejam aliados a outras feições de apoio, como pontos cotados, hidrografia, entre outros, e ajustadas e corrigidas imperfeições visualmente localizadas, o que torna importante o apoio de profissionais que realizem levantamentos em campo.

Senna et al. (2011), em um estudo sobre a ortorretificação de imagem CBERS-2B utilizando o MDE do ASTER, concluíram que o processo de ortorretificação com base em MDE embora seja procedimento padrão, na grande maioria dos casos pode ser substituído por um simples georreferenciamento da imagem devido aos pequenos ângulos de visada do

satélite e o TPT (Tamanho do Pixel do Terreno) de 20 m, que não provocam deslocamentos perceptíveis devido à topografia do terreno.

O Brasil possui grande disponibilidade hídrica do planeta, o que representa 12% da água doce disponível no mundo com leis relativas à proteção e manutenção desse bem mineral (MMA, 2006). A primeira lei a tratar de recursos hídricos no país foi o Código das Águas datado de 1954. Dessa data em diante, até o presente, diversas leis e instituições foram criadas para gerenciar e regular as águas do país. Uma dessas instituições, fundada em 2000, é a ANA (Agência Nacional das Águas) que hoje é a maior responsável em gerir os recursos hídricos do país (MMA, 2006). A ANA divide as regiões hidrográficas brasileiras em diversas escalas. A maior delas nas proporções das grandes regiões hidrográficas do país: Amazonas, Costeira do Norte, Tocantins, Costeira do Nordeste Ocidental, Parnaíba, Costeira do Nordeste Oriental, São Francisco, Costeira do Leste, Costeira do Sudeste, Costeira do Sul, Uruguai, Paraná e Paraguai, até a escala de otobacias de nível 6 (PNRH, 2003). Essa divisão espacial das regiões hidrográficas é de extrema valia para compreender os limites das grandes redes de drenagem do país, contudo são necessários estudos mais detalhados, em escalas maiores, para se definir planos de ações eficazes para a conservação das bacias hidrográficas.

Pinto Filho et al. (2011), concluíram com o estudo da linearidade da sub-bacia 63 que a região, localizada na grande bacia hidrográfica do Paraná, concentra um notável potencial hídrico, fazendo jus ao seu potencial hidrelétrico e por abrigar a Hidrovia do Mercosul. Na análise dos resultados obtidos, constata-se pela Relação de Bifurcação que o grau de dissecação da bacia é relativamente alto tendo em vista que varia de 2,250 a 6,444. O estudo de Pinto Filho et al. (2011) detectou que os canais da sub-bacia 63 são sinuosos e possui o valor de 439 metros para o Gradiente dos Canais analisados.

Romero et al. (2011), em um estudo da hipsometria da sub-bacia 63, detectaram que a Amplitude Altimétrica da sub-bacia 63 é de 476,5 m. A Relação de Relevo correspondeu a 1,371 e o Índice de Rugosidade a 3540,4. Os resultados do estudo de Romero et al. (2011) apontaram que a sub-bacia 63, por possuir grande variação hipsométrica em sua área, está sujeita a uma rápida concentração das águas de chuva no Rio Paraná.

Na mata Atlântica Sul-Mato-Grossense, Mello et al. (2011) verificaram que choveu mais na parte sul durante o período analisado. Os autores relataram que isso ocorreu porque no extremo sul do Mato Grosso do Sul o clima é do tipo tropical de altitude, que no Brasil sofre maior influência da massa de ar tropical atlântica, uma massa de ar quente e úmida, o que traz muita chuva para a região. Marcuzzo et al. (2012), em um estudo sobre a sazonalidade e

distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma do Cerrado do estado do Mato Grosso do Sul (onde esta inserida a maior parte da sub-bacia 63), notaram que o Cerrado Sul-Mato-Grossense tem seu ano hidrológico começando no mês de setembro, sendo de setembro a maio meses úmidos e de junho a agosto os meses secos.

Em um estudo sobre o detalhamento da área da sub-bacia 63, Cardoso et al. (2011) averiguaram que: a Área da sub-bacia 63 é de 120746,9 km²; O Comprimento da sub-bacia é de 1048,1 km; A Relação entre o Comprimento do Rio Principal e a Área da sub-bacia é de 1679,6; A Densidade dos Rios é de 0,012 rio.(km²)⁻¹; O Coeficiente de Manutenção é de 134,58 m; A Densidade de Drenagem apresentada pela sub-bacia é de 7,43; o que caracteriza a sub-bacia 63 como uma região extremamente bem drenada.

Cardoso e Marcuzzo (2012) em um estudo da morfologia areal da bacia do Rio Araguaia utilizando Modelo Digital de Elevação ASTER identificaram as bacias que ocupam maior área dentro da bacia do rio Araguaia são em ordem decrescente: de 3^a ordem ocupam uma área de 138900,19 km² (39%), as bacias de 2^a ordem ocupam uma área de 103685,74 km² (31%), as bacias de 4^a ordem ocupam uma área de 80222,77 km² (24%), as bacias de 5^a ordem ocupam uma área de 17145,14 km² (5%), as bacias de 1^a ordem ocupam uma área total de 3040,78 km² (0,9%) e a bacia de 6^a ordem ocupa uma área de 32,93 km² (0,017%).

As novas geotecnologias e produtos orbitais (disponibilizados gratuitamente) como imagens de Radar SRTM, possibilitam um levantamento mais rápido e detalhado das bacias hidrográficas (ARAÚJO et al., 2009). O uso desses produtos agilizam o processo de delimitação provendo uma dinâmica da análise dessas regiões, de modo que, a pesquisa e desenvolvimento possam acompanhar de perto o uso e a degradação das bacias hidrográficas a fim de criar formas sustentáveis de uso ou parâmetros que dê subsídio a criação e implantação de leis.

Devido à seriedade egrégia do estudo de bacias hidrográficas, a fim de se melhorar o entendimento dos afluentes da grande bacia hidrográfica do Rio Paraná, esse estudo alvitra a delimitar as sub-bacias da sub-bacia 63 utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento empregando MDE de imagens de radar ASTER GDEM.

Material e Metodologia

Caracterização Geral da Área de Estudo

A sub-bacia 63 (Figura 1) está localizada na bacia do Paraná e possui uma área de 120746 km², sendo 90641 km² (75,07%) no estado do Mato Grosso do Sul e 30105 km² (24,93%) em

São Paulo.

O perímetro total da sub-bacia 63 é de 2731,3 km, sendo 1631,2 km (59,73%) no lado Sul-Mato-Grossense e 1100,1 km (40,27%) no lado Paulista. No total a sub-bacia 63 possui 159 municípios, sendo 21 (13%) na porção Sul-Mato-Grossense e 138 (87%) na porção Paulista (Figura 1). Nota-se pela Figura 1 que a sub-bacia 63 possui uma densidade baixa de municípios no estado do Mato Grosso do Sul em comparação a parte paulista, tendo em média 4316,24 km² por município na parte Sul-Mato-Grossense e 189,34 km² por município na parte paulista.

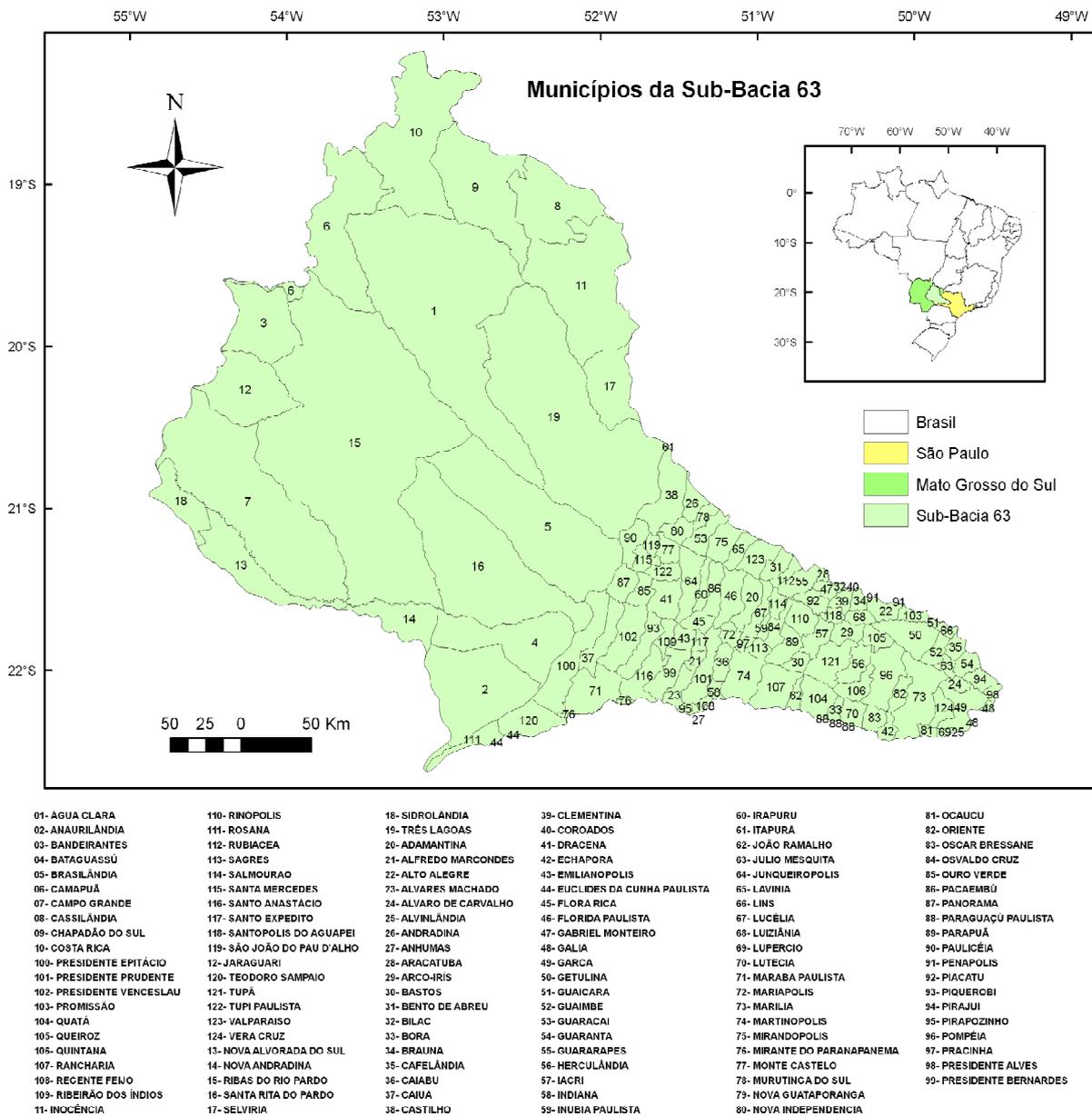


Figura 1. Localização e território dos municípios da sub-bacia 63 (Elaborado pelos autores com dados do IBGE e ANA).

Na Figura 2 observa-se o mapa altimétrico da sub-bacia 63 gerado com os dados obtidos da NASA (2012). Observa-se que a amplitude altimétrica total da sub-bacia vai de 215 a 926 m, resultando num gradiente altimétrico de 711 m. As regiões mais elevadas da sub-bacia estão localizadas no extremo noroeste da sub-bacia 63, nos municípios de Chapadão do Sul e Costa Rica, no estado do Mato Grosso do Sul (Figura 1). É possível observar através do mapa altimétrico que as regiões mais baixas estão localizadas próximas ao rio Paraná e que a hipsometria vai aumentando gradativamente à medida que distancia-se do rio e das drenagens que compõem a sub-bacia 63. Isso contribui para que todo o escoamento das chuvas deságüe no rio Paraná direta ou indiretamente, fazendo com que ocorram grandes cheias no período úmido (Figura 3).

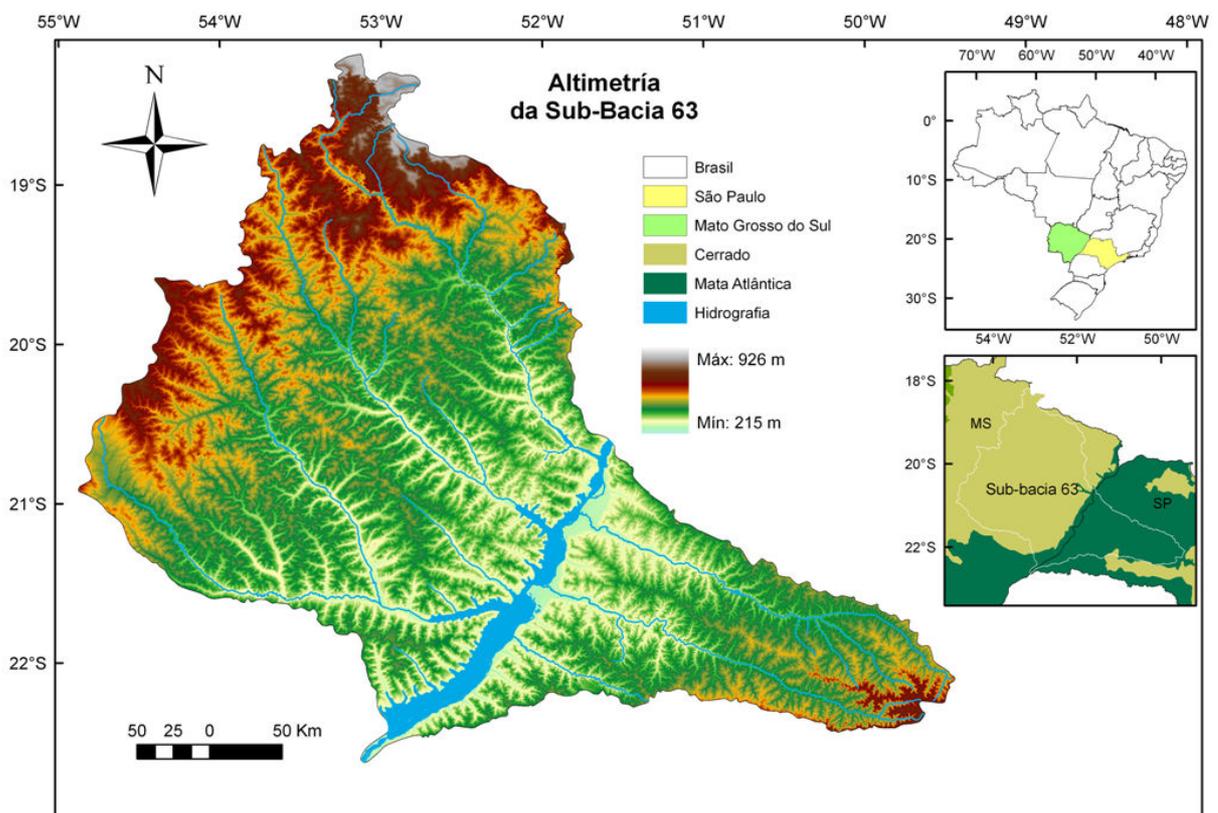


Figura 2. Altimetria da sub-bacia 63 (Elaborado pelos autores com dados da NASA e ANA).

Processamento das Imagens ASTER e Geração das Bacias de Drenagem

Neste trabalho foram utilizadas imagens de radar ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) com resolução de 30 metros baixados gratuitamente do site da NASA. O sistema de referência para todo o trabalho foi o WGS84.

Essas imagens, baixadas em quadrantes, foram mosaicadas em uma só e depois recortadas com o limite da sub-bacia 63 determinada pela Agência Nacional de Águas.

Com o MDE (Modelo Digital de Elevação) delimitado pelo recorte da sub-bacia 63, deu-se início a delimitação das suas sub-bacias através de um programa SIG (Sistema de Informação Geográfica). O primeiro passo foi extrair a drenagem. A extração da drenagem foi feita utilizando o acúmulo das feições do MDE, as regiões mais baixas e/ou para onde se direciona o fluxo hipsométrico. O contorno do “acúmulo” representa a hidrografia, ou seja, o curso do rio. Contudo, essa hidrografia pode ser gerada em diversas escalas pré-estabelecidas pelo usuário do programa SIG. Quanto maior o valor estabelecido pelo usuário, menor o número de feições e conseqüentemente, menor será a escala. Gerada a rede hidrográfica da área de estudo, no caso desse trabalho na escala 1:100000, delimitou-se as suas respectivas sub-bacias (Figura 3). A delimitação foi feita semi-automaticamente utilizando um programa SIG onde o usuário informa para o programa onde se encontra o exutório do curso d’água do qual deseja extrair a bacia e o programa gera a bacia para aquele determinado curso d’água.

Resultados e Discussão

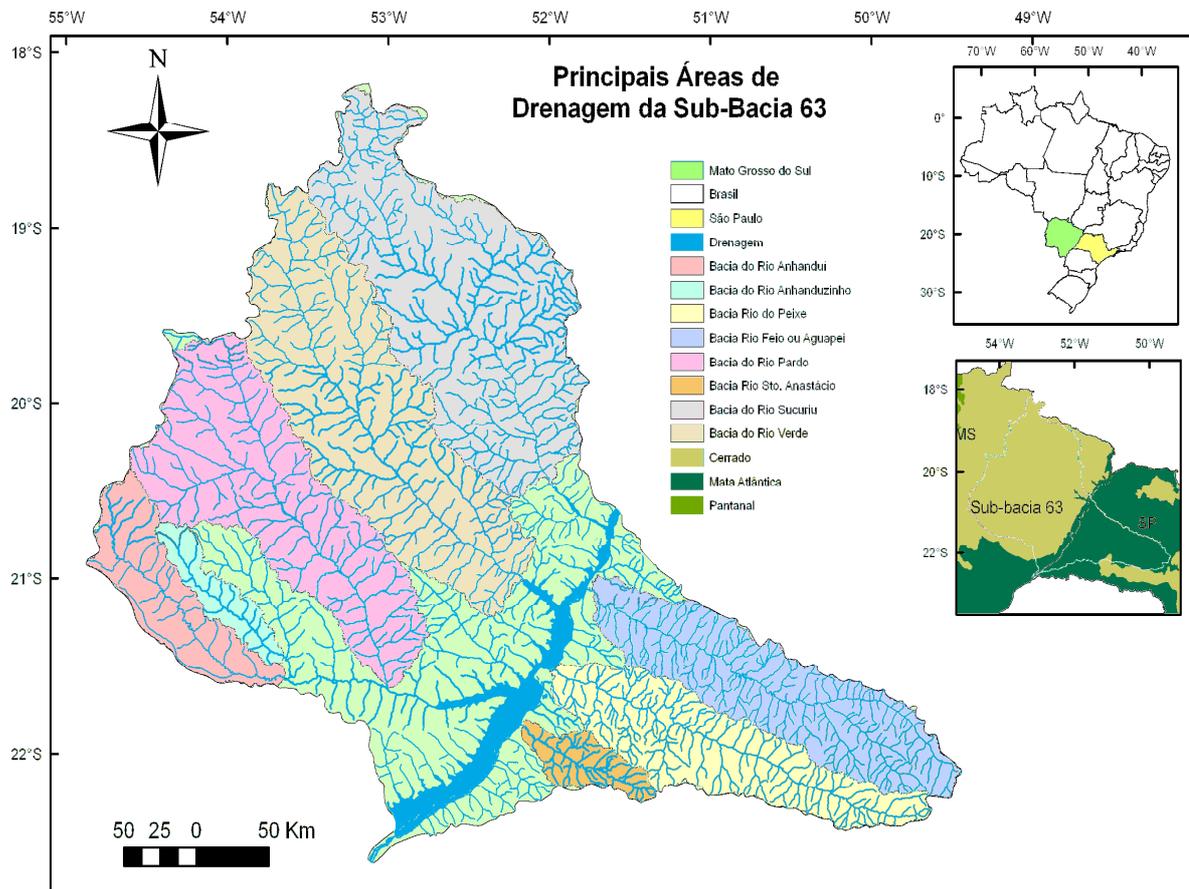
Delimitação, área e perímetro das principais sub-bacias dos afluentes da sub-bacia 63

No total foram geradas oito sub-bacias levando em consideração os principais cursos d’água da região da sub-bacia 63: sub-bacias do rio Anhaduí, sub-bacia do rio Anhanduzinho, sub-bacia do rio do Peixe, sub-bacia do rio Feio ou Aguapei, sub-bacia do rio Pardo, sub-bacia do rio Santo Anastácio, sub-bacia do rio Sucuriú e sub-bacia do rio Verde (Figura 3).

De toda a área de drenagem da sub-bacia 63 (Tabela 1), os rios que apresentaram maior área de drenagem, em ordem decrescente (STRAHLER, 1957), foram: rio Sucuriú, no estado do Mato Grosso do Sul, com 22722,6 km²; rio Verde, no estado do Mato Grosso do Sul, com 21079,2 km²; rio Pardo, no estado do Mato Grosso do Sul, com 16750,9 km²; rio Feio ou Aguapei, no estado de São Paulo, com 12133,4 km²; o rio do Peixe, no estado de São Paulo, com 10209,1 km²; rio Anhaduí, no estado do Mato Grosso do Sul, com 5797,9 km²; rio Anhanduzinho, no estado do Mato Grosso do Sul, com 2223,7 km²; rio Santo Anastácio, no estado de São Paulo, com 2083,9 km².

Tabela 1. Nome dos principais rios, área de drenagem e perímetros da sub-bacia 63.

Nome do Rio Principal	UF	Área de Drenagem	Perímetro
		---- km ² ----	---- km ----
Anhaduí	MS	5797,9	593,2
Anhanduzinho	MS	2223,7	392,0
Pardo	MS	16750,9	959,9
Verde	MS	21079,2	1051,4
Sucuriu	MS	22722,6	1094,6
Aguapei ou Feio	SP	12133,4	801,4
Peixe	SP	10209,1	783,6
Santo Anastácio	SP	2083,9	307,9

**Figura 3.** Principais áreas de drenagem da sub-bacia 63.

Densidade de Drenagem (Dd) da Sub-Bacia 63

Foi calculada também, a densidade da drenagem da sub-bacia 63 e seus afluentes Segundo Villela e Mattos (1975), esse índice pode variar de $0,5 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$ em bacias com drenagem pobre a 3,5 ou mais nas bacias excepcionalmente bem drenadas. Valores baixos de densidade de drenagem estão geralmente associados a regiões de rochas permeáveis e de regime pluviométrico caracterizado por chuvas de baixa intensidade ou pouca concentração da precipitação.

As bacias da sub-bacia 63 se apresentaram extremamente bem drenadas, com todos os valores da densidade de drenagem acima de 3,5. As bacias mais bem drenadas foram em ordem decrescente: a bacia do rio Anhaduí ($7,3 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$), a bacia do rio Anhanduizinho ($7 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$), a bacia do rio Pardo ($6,8 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$) a bacia do rio Verde ($6,4 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$), a bacia do rio Sucuriu ($6 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$), a bacia do rio do Peixe ($4,5 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$), a bacia do rio Aguapei ou Feio ($4,3 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$) e a bacia do rio Santo Anastácio ($3,9 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$).

Tabela 2. Densidade e comprimento de drenagem da sub-bacia 63.

Nome do Rio Principal	UF	Densidade de Drenagem	Comprimento da Drenagem
		---- $\text{km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$ ----	----- km -----
Anhaduí	MS	7,3	798,7
Anhanduizinho	MS	7,0	319,1
Pardo	MS	6,8	2451,2
Verde	MS	6,4	3299,2
Sucuriu	MS	6,0	3759,4
Aguapei ou Feio	SP	4,3	2829,0
Peixe	SP	4,5	2258,4
Santo Anastácio	SP	3,9	534,5

Conclusões

No total foram analisadas as oito principais sub-bacias hidrográficas da sub-bacia 63 na região hidrográfica do rio Paraná. As sub-bacias, ainda que sejam uma subdivisão de uma sub-bacia, demonstraram áreas ainda assim muito extensas como nos casos da sub-bacia do rio Sucuriu ($22722,6 \text{ km}^2$) e do rio Verde ($21079,2 \text{ km}^2$), provando o quanto a região de estudo é bem provida de redes de drenagem extensas.

No estudo foi constatado que a densidade das redes de drenagem de todos os oito afluentes da sub-bacia 63 demonstrou-se extremamente bem drenadas com todos os valores acima de $3,5 \text{ km} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, E. P. de; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S.. **Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25 – 30 abril 2009, INPE, v. 1, p. 4631 – 4638. 2009. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/rep/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.23.07.25?languagebutton=pt-BR&mirror=dpi.inpe.br/banon/2003/12.10.19.30.54&searchsite=bibdigital.sid.inpe.br:80&searchmirror=sid.inpe.br/bibdigital@80/2006/04.07.15.50.13>>. Acesso em 18 ago. 2012.
- CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo da morfologia areal da bacia do Rio Araguaia utilizando MDE ASTER. **Revista GeoAraguaia on line**. v. 1, n. 2, 2011. Disponível em: <<http://araguaia.ufmt.br/revista/index.php/geoaraguaia/article/view/46/pdf>>. Acesso em: 19 de agosto de 2012.
- CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F.; ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Detalhamento da Área da Sub-Bacia 63 na Região Hidrográfica do Rio Paraná. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD-ROM.
- ERSDAC. Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ASTER GDEM). 2012. Disponível em: <<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>>. Acesso em: 19 de julho de 2012.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. In: [http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/]. Acesso em: 23 de outubro de 2010.
- MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; COSTA H. C. Sazonalidade e Distribuição Espaço-Temporal das Chuvas no Bioma do Cerrado do Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n.1, p. 77-86, 2012. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/62d09e7e2ae5b0c136d0c9363c68de66_4ac72359b779c1d03a0958c17f17ed65.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2012.
- MELLO, L. T. A.; MARCUZZO, F. F. N.; COSTA, H. C.; MELO, D. C. R.; CARDOSO, M. R. D. Estudo da sazonalidade e distribuição espaço-temporal das chuvas no bioma da Mata Atlântica do estado do Mato Grosso do Sul. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 4452-4459. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQTRW/3A63GMB>>. Acesso em: 15 ago. 2012.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). **Água: Manual de Uso**. Brasil. Brasília – DF. v. 1, p. 18 – 21, 2006.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). Estados Unidos, 2012. Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/>>. Acesso em: 19 de julho de 2012.
- PINTO FILHO, R. DE F.; CARDOSO, M. R. D.; ROMERO, V.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo da Linearidade da Sub-Bacia 63 na Região Hidrográfica do Paraná. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD-ROM.
- PNRH (Plano Nacional de Recursos Hídricos). Documento base de referência, novembro, 2003. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 19 de julho de 2010.

RODRIGUES, T. L.; DEBIASI, P.; DE SOUZA, R. F. Avaliação da adequação dos produtos ASTER GDEM no auxílio ao mapeamento sistemático brasileiro. In: III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife/PE. 27-30 de julho de 2010. p. 1-5. Disponível em:

<http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/CartografiaeSIG/Cartografia/A_17.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2012.

ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D.; PINTO FILHO, R. DE F.; MARCUZZO, F. F. N. Análise Hipsométrica da Sub-Bacia 63 na Região Hidrográfica do Paraná. In: XL Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA), 40, 2011, Cuiabá. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2011. Artigos. CD-ROM.

SCHUNEMANN, F. F.; NOVACOVSKI, C. Avaliação visual de modelos 3D gerados através de produtos ASTER GDEM, SRTM e carta topográfica em relação a fotos do relevo. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Anais... Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 5737-5744. Disponível em:

<<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.05.19.13/doc/p1252.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2012.

SENNA, M. C. dos S.; SILVA, C. V. de A.; DA SILVA, D. C. Ortorretificação de imagem CBERS-2B utilizando o MDE do ASTER. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Anais..., Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 2692-2699. Disponível em: <<http://www.ltid.inpe.br/sbsr2011/files/p1485.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

STRAHLER, A. N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology**. Transactions. American Geophysical Union, v. 38, 1957. p. 913-920.

USGS. United State Geological Service. Estados Unidos, 2012. Disponível em: <<https://lpdaac.usgs.gov/>>. Acesso em: 19 de julho de 2012.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, McGraw-Hill, 1975. 245p.

Recebido para publicação em 22/08/2012

Aceito para publicação em 02/04/2013