

# CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MARCOS

*Daniel Pereira Guimarães<sup>1</sup>; Elena Charlotte Landau<sup>2</sup>; Ruibran Januário dos Reis<sup>3</sup>*

**Resumo** – A bacia hidrográfica do Rio São Marcos, abrangendo áreas dos Estados de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, possui importância relevante na produção agrícola, geração de energia hidráulica e fornecimento de água para abastecimento humano e industrial. Para a diminuição dos riscos de conflitos pelo uso da água na bacia, a Agência Nacional de Águas instituiu o marco regulatório do uso da água, onde o volume outorgado para a irrigação agrícola foi estipulado em 8,6 m<sup>3</sup>/s, suficiente para a irrigação de 63.500 hectares. Os resultados mostraram a existência de 1.445 corpos d'água na bacia, ocupando uma superfície total de cerca de 32.000 hectares, e a existência de 1.005 pivôs de irrigação, ocupando uma área de 87.670 hectares.

**Palavras-Chave** – irrigação, pivôs centrais, conflitos de uso da água.

## CHARACTERIZATION OF THE SÃO MARCOS RIVER BASIN

**Abstract** - The basin of the São Marcos River includes areas from the Brazilian States of Goiás, Minas Gerais and Distrito Federal, having a relevant importance in agricultural production, power generation and water supply for human and industrial use. To decrease the risk of conflicts related to the water use in the basin, the National Water Agency (Agência Nacional de Águas) established the regulatory framework for the use of water, where the amount of water allowed for agricultural irrigation was set at 8.6 m<sup>3</sup>/s, sufficient for the irrigation of 63,500 hectares. The results showed the existence of 1,445 water bodies in the basin, occupying a total area of about 32,000 hectares, and the existence of 1,005 irrigation pivots, occupying an area of 87,670 hectares.

**Keywords** – irrigation, center pivots, water use conflicts.

## INTRODUÇÃO

Por se tratarem de importantes Unidades de Planejamento Territorial e áreas de nascentes, captação e drenagem dos recursos hídricos, as bacias hidrográficas são fundamentais para a qualidade de vida e sustentabilidade ambiental.

A bacia hidrográfica do Rio São Marcos abrange áreas dos Estados de Goiás, Minas Gerais e Distrito Federal, e apresenta importante contribuição para a produção de alimentos, principalmente em função das enormes áreas dedicadas à agricultura irrigada, pastagens, abastecimento humano e industrial, e outros usos não-consuntivos como a geração de energia elétrica.

Florêncio *et al.* (2009) alertaram para a necessidade de uso eficiente dos recursos hídricos nessa bacia hidrográfica, e reportam os impactos da agricultura irrigada sobre o represamento de mananciais e seus impactos sobre o meio ambiente. Barbosa (2010) chamou a atenção para a

---

<sup>1</sup> Pesquisador na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. [daniel.guimaraes@embrapa.br](mailto:daniel.guimaraes@embrapa.br)

<sup>2</sup> Pesquisadora na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas/MG. [charlotte.landau@embrapa.br](mailto:charlotte.landau@embrapa.br)

<sup>3</sup> Professor no programa de Pós-graduação em Tratamento da Informação Espacial - PUC Minas. [ruibrandosreis@gmail.com](mailto:ruibrandosreis@gmail.com) \*

fragilidade dos recursos hídricos localizados no Planalto Central brasileiro, os quais, oriundos de zonas de cabeceiras dos rios, apresentam água de boa qualidade, no entanto, vazões reduzidas. Oliveira e Wehrmann (2005) reportaram o conflito pelo uso da água nessa região, em função da crescente demanda e da perda de qualidade ocasionada pela supressão dos recursos naturais e poluição dos corpos d'água. Outro fator a ser considerado é a velocidade com que as mudanças ocorrem em relação ao uso dos recursos hídricos. Silva (2004) mostrou que o uso da agricultura irrigada por pivôs centrais no Estado de Goiás aumentou de cerca de 600 hectares em 1983 para aproximadamente 130 mil hectares em 2002.

A alta demanda de água para irrigação agrícola, o abastecimento urbano, a geração de energia pelas represas de Serra do Facão, inaugurada em 2010, e a recém construída usina de Batalha, levaram a Agência Nacional de Águas (ANA) a estabelecer, através da Resolução ANA nº 562/2010, o Marco Regulatório do Uso da Água na Bacia do Rio São Marcos.

O Marco Regulatório refere-se ao conjunto de regras pactuadas entre os usuários de água na bacia hidrográfica e os órgãos gestores de recursos hídricos, para evitar os conflitos pelo uso da água. Em se tratando de uma bacia hidrográfica envolvendo duas unidades da federação (GO e MG) foram estabelecidos limites de atuação e responsabilidades para a Agência Nacional de Águas, a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (Semarh/GO) e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (Igam). Este trabalho visa estimar a demanda d'água para fins de irrigação na Bacia do Rio São Marcos, auxiliando na avaliação de possíveis conflitos de uso da água na bacia.

## MATERIAL E MÉTODOS

A delimitação da bacia hidrográfica do Rio São Marcos foi realizada a partir do MDE (modelo de elevação digital do terreno) versão SRTM- 4, disponibilizado pelo Consórcio para Informações Espaciais CGIAR-CSI, contendo as correções de distorções conforme os procedimentos descritos por Gamache (2004) no site de download: <http://srtm.csi.cgiar.org>. As melhorias da versão 4 incluem a correção de falhas amostrais (*void filled*), o uso de interpoladores eficientes e DEM's auxiliares.

As análises consistiram na aplicação do método TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Models) proposto por Tarboton (1997) e incorporado como *plugin* no software livre MapWindow ([www.mapwindow.org](http://www.mapwindow.org)). As funções de processamento adotadas seguiram os critérios descritos em Watershed (2011): preenchimento de falhas do SRTM (*fill pits*), determinação da exposição solar do terreno (*slope*), direção do fluxo da água no terreno (*flow direction*), determinação das áreas de contribuição (*contributing area*), definição da rede de drenagem de acordo com a metodologia proposta por Strahler (1952). A conversão dos formatos *grid* para *shapefiles* representativas das bacias e redes hidrográficas foram também efetuadas pelo uso do software MapWindow.

A conversão das cartas do IBGE referentes aos municípios pertencentes à bacia hidrográfica para o formato *kml* (*Keyhole Markup Language*) permitiu a visualização na plataforma *Google Earth* e identificação dos principais cursos d'água.

A identificação dos corpos d'água (lagos, lagoas e represas) e áreas de agricultura irrigada por pivôs centrais foi efetuada a partir de imagens do satélite IRS ResourceSat tomadas em 07/03/2013,

cenos de ponto-órbita P6\_329/89 e P6\_329/90. O trabalho consistiu em gerar uma imagem colorida a partir da combinação das bandas 5 (infravermelho médio), 4 (infravermelho próximo) e 2 (verde) e a retificação para permitir as correções geométricas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Figura 1 apresenta a delimitação da bacia hidrográfica do Rio São Marcos entre os Estados de Goiás e Minas Gerais, a rede hidrográfica e a localização das áreas irrigadas por pivôs centrais. A área da bacia hidrográfica foi calculada em 121.396 hectares. Foram digitalizados 905 cursos d'água tributários do Rio São Marcos, 1.445 corpos d'água (lagos, lagos e represas) e 1.005 pivôs centrais usados na irrigação agrícola. A Figura 2 mostra o mosaico de imagens IRS ResourceSat sobre a área da bacia hidrográfica. Verifica-se que a maior concentração de áreas irrigadas situa-se na porção norte da bacia hidrográfica, coincidindo com as principais áreas de nascentes alimentadoras do Rio São Marcos.

A Figura 3 mostra a classificação dos corpos d'água em função da superfície do espelho d'água e indica a existência de um enorme número de lagos de pequenas dimensões, cujo uso prioritário é a dessedentação de animais e consumo humano, sendo que cerca de mil lagos apresentam áreas inferiores a 1 hectare. As represas de Serra do Facão e a represa de Batalha, cujo lago iniciou o enchimento recentemente, apresentaram áreas de 18.555,8 hectares e 7.596,8 hectares, respectivamente. A área total ocupada por corpos d'água atingiu cerca de 32.000 hectares.

A Figura 4 mostra a classificação dos pivôs de irrigação em função de suas dimensões e evidencia uma área irrigada de 87.670 hectares irrigados, valor bastante superior aos 63.500 hectares pactuados pelo marco regulatório da Agência Nacional de Águas para a bacia hidrográfica do Rio São Marcos. O tamanho médio dos pivôs de 87 hectares indica a predominância de equipamentos novos e produtores rurais com alta capacidade tecnológica em seus empreendimentos.

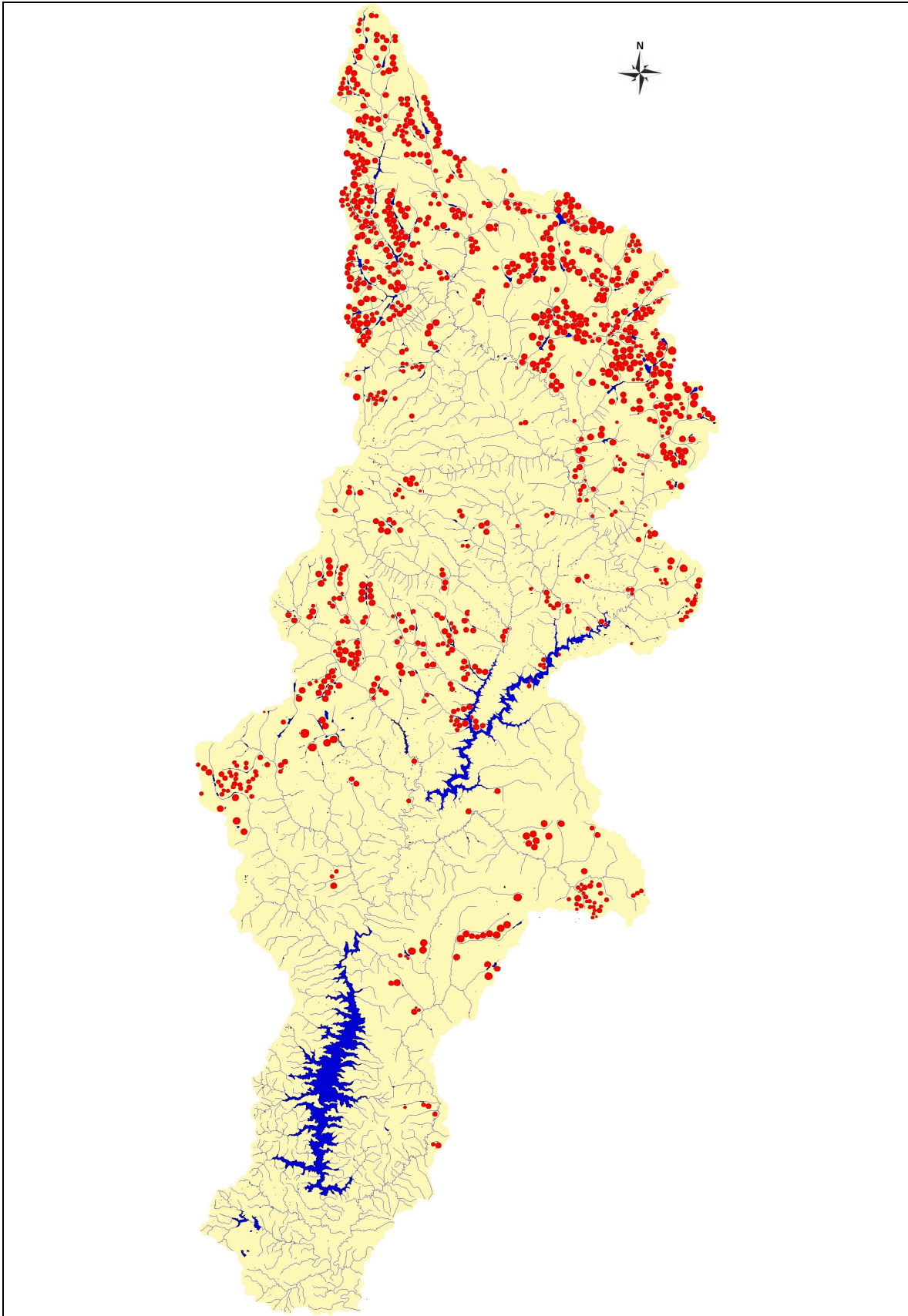


Figura 1. Delimitação, hidrografia e irrigação por pivôs na bacia hidrográfica do Rio São Marcos.



Figura 2. Mosaico de imagens IRS ResourceSat, cenas P6\_329-89 e P6\_329-90 da bacia hidrográfica do Rio São Marcos.

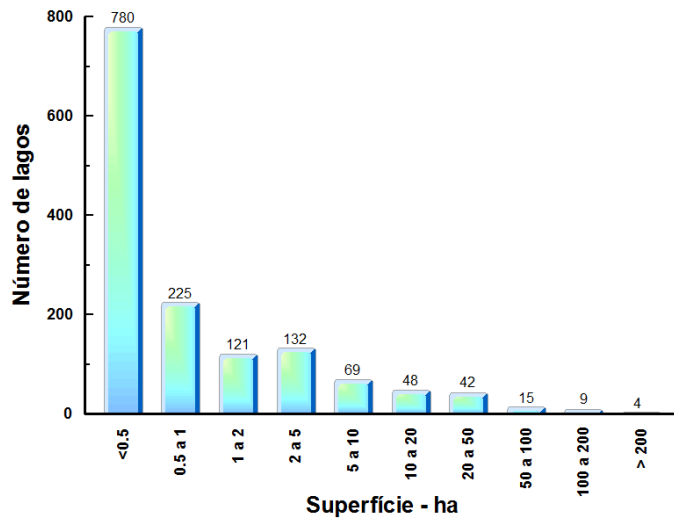


Figura 3. Distribuição dos corpos d'água na bacia hidrográfica do Rio São Marcos em função de suas dimensões.

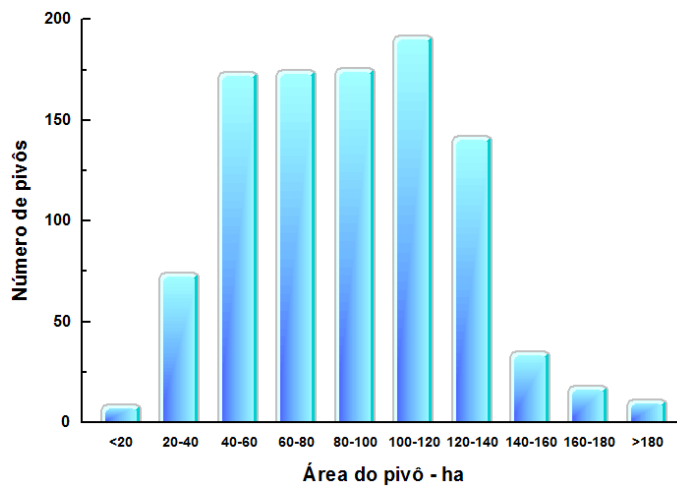


Figura 4. Distribuição dos pivôs centrais de irrigação na bacia hidrográfica do Rio São Marcos em função de suas dimensões.

## CONCLUSÕES

- A bacia do Rio São Marcos possui cerca de 32.000 hectares cobertos por cursos e corpos d'água, sendo que 26.000 hectares são destinados à geração de energia pelas represas do complexo de Furnas de Serra do Facão e Batalha.
- A bacia hidrográfica do Rio São Marcos vem sofrendo alto nível de impactos antrópicos advindos da exploração agrícola e a utilização dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica.
- A área irrigada por pivôs centrais na bacia do Rio São Marcos em março de 2013 foi de 87.670 hectares, valor bastante superior aos 63500 hectares pactuados pelo marco regulatório da Agência Nacional de Águas – ANA.
- O tamanho médio das áreas cobertas pelos equipamentos de irrigação indica a predominância do uso de equipamentos modernos e alto nível tecnológico dos empreendimentos rurais.
- Apesar da alta tecnologia empregada para o plantio de culturas agrícolas na região, a ocorrência de áreas irrigadas além do limite pactuado permite prever um alto conflito pelo uso da água na bacia do Rio São Marcos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Embrapa / Milho e Sorgo (CNPMS) pelo apoio dado para a realização deste trabalho

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. P. *Avaliação de Riscos Ambientais na Região de Sobradinho, Distrito Federal*. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília. Brasília: UCB, 2010.

COLLISCHONN, B. *Marco regulatório do uso da água na bacia do rio São Marcos*. Trabalho apresentado na Reunião CTPI/CBH realizada em Paranaíba em maio de 2011. Disponível em: [http://www.paranaiba.cbh.gov.br/Apresentacoes/15aCTPI/15aCTPI\\_MarcoRegulatoriodoSaoMarco-s-ANA.pdf](http://www.paranaiba.cbh.gov.br/Apresentacoes/15aCTPI/15aCTPI_MarcoRegulatoriodoSaoMarco-s-ANA.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2013.

FLORÊNCIO, B. A. B. ; MALVINO, E. S. ; PIMENTEL, M. R. S. ; SOUSA, P. C. ; ASSUNCAO, W. L. . USO DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO MARCOS - GOIÁS/BRASIL. In: 12 Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2009, Montevideo. 12 *Encuentro de Geógrafos da América Latina*, 2009.

GAMACHE, M. (2004). Free and Low Cost Datasets for International Mountain Cartography, [http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica\\_paper\\_web3.pdf](http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica_paper_web3.pdf).

OLIVEIRA, M. N. S. ; WEHRMANN, M. E. S. de F. . O conflito pelo uso da água no núcleo rural Santos Dumont: o caso da bacia do Ribeirão Pipiripau. In: Suzi Huff Theodoro. (Org.). *Mediação de Conflitos Socioambientais*. Rio de Janeiro: Garamond, 2005, v. , p. 135-146.

SILVA, A L M. *A utilização do geoprocessamento e do sensoriamento remoto na Secretaria da Fazenda do Estado de Goiás*. Goiás: SEFAZ-GO, 2004. Disponível em

<http://www.sefaz.go.gov.br/Geoprocessamento/GEOPROCESSAMENTO%20NA%20SEFAZ.pdf>, Acesso em fevereiro de 2012.

STRAHLER, A. N.; Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography, *Geological Society American Bulletin*, 63: 1117-1142. 1952.

TARBOTON, D. G., A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models, *Water Resour. Res.*, 33, 309–319, 1997.

WATERSHED delineation with MAPWINDOW: tutorial. 2011. 22 p. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/72753915/Mapwindow-Watershed>. Acesso em: 22 mar. 2012.