

## Uso de imagens do satélite ResourceSat\_LISS3 para estimativa da demanda hídrica na região noroeste do Estado de Minas Gerais

Lorena Santos Cordeiro da Silva  
Antonio Augusto Aguilar Dantas  
Elizabeth Ferreira  
Joice Hermenegildo de Toledo  
Rafael Menezes Pereira

Universidade Federal de Lavras – UFLA/DEG  
Caixa Postal 3037 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil  
{lorenascordeiro, rpmenezes}@yahoo.com.br  
{auau, bethf, joicetoledo}@deg.ufla.br

**Abstract.** In this work the satellite ResourceSat\_LISS3 medium-resolution images were used to identify center pivots. The visual grading technique was employed each pivot area was quantified. The study area comprises the municipalities located in the sub-basin of Urucuia river, northwest of Minas Gerais State. The next step was to estimate water consumption for irrigation through satellite images and verify their relationship to urban consumption, establishing the total water demand in the region. In order to estimate the water consumption for irrigation, the Blaney&Cridle equation was used to calculate evapotranspiration. These values were corrected for each crop type, multiplying by the specific crop coefficient, considering all the cultures in an intermediary stage of development or production. The urban consumption was obtained from IBGE database. In the study area were found 230 center pivots, covering an area of 19,522.5 ha. The water consumption for irrigation in the months of June and July, which had the lowest rainfall, were 11,895,604 m<sup>3</sup>.month<sup>-1</sup> and 12,705,302 m<sup>3</sup>.month<sup>-1</sup> respectively, and the consumption of water for human supply was of 293,730 m<sup>3</sup> in June and 303,521 m<sup>3</sup> in July. Based on the results obtained, it is possible to state that the consumption of water for irrigation is 41 times higher than human consumption, proving the high water demand for irrigation.

**Palavras-chave:** remote sensing, irrigated agriculture, water resources, medium-resolution images, sensoriamento remoto, agricultura irrigada, recursos hídricos, imagem de média resolução.

### 1. Introdução

O uso racional da água e a sua distribuição geográfica são dados importantes para a avaliação da disponibilidade hídrica em uma sub-bacia e para a análise da viabilidade de ampliação do perímetro irrigado. Em certas regiões agrícolas, o grande número de equipamentos do tipo pivô central instalados proporciona uma alta na demanda dos mananciais e uma tendência de alteração entre o consumo de água para irrigação e o consumo para abastecimento humano (Sano et al., 2005).

A água para irrigação de culturas é provavelmente um dos mais importantes usos da água, sendo que 60% de toda água doce mundial vão para irrigação (USGS, 2010). No Brasil o setor de irrigação possui a maior parcela de vazão de retirada, cerca de 47% do total e 69% da vazão de consumo. Devido a esta demanda, os órgãos competentes necessitam de informações confiáveis sobre o tipo de cultura instalada, área plantada e distribuição espacial dentro de uma determinada região para tomada de decisões, planejamento, definição de prioridades e liberação de financiamentos (Sá et al., 2007). Imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento permitem reduzir os custos, o trabalho e o tempo para levantamentos destes dados (Moreira, 2001; Mendes e Cirilo, 2001). A identificação dos equipamentos do tipo pivô central e classificação são atividades relevantes especialmente porque constituem uma informação essencial para estudos ambientais e do impacto resultante das atividades antrópicas (Vitousek et al., 1997). Além disso, sua localização se torna importante na verificação e validação do sistema de irrigação, contribuindo para o direcionamento de uma agricultura bem planejada, conservando e otimizando os recursos naturais.

Com o objetivo de determinar a variação da área irrigada por pivôs centrais entre os anos de 1992 e 2002 no Distrito Federal e verificar sua importância em relação ao consumo humano, Sano et al. (2005) observou um aumento no número de equipamentos e na área irrigada; entretanto, o consumo de água para irrigação foi menos representativo do que o consumo para abastecimento humano.

Sá et al. (2007) quantificou o avanço da área irrigada entre 1986 e 2006 nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA e observou a expansão da agricultura irrigada que pode resultar em variações no clima e no balanço hídrico.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi estimar a demanda de água para cada cultura em municípios sobre a bacia do Rio Urucuia no noroeste de Minas Gerais e tentar estabelecer o consumo rural e urbano.

## 2. Metodologia de trabalho

### 2.1 Caracterização da área

A sub-bacia do Rio Urucuia possui uma área de aproximadamente 25.135 km<sup>2</sup> e está inserida na mesorregião noroeste do estado de Minas Gerais (Figura 1).

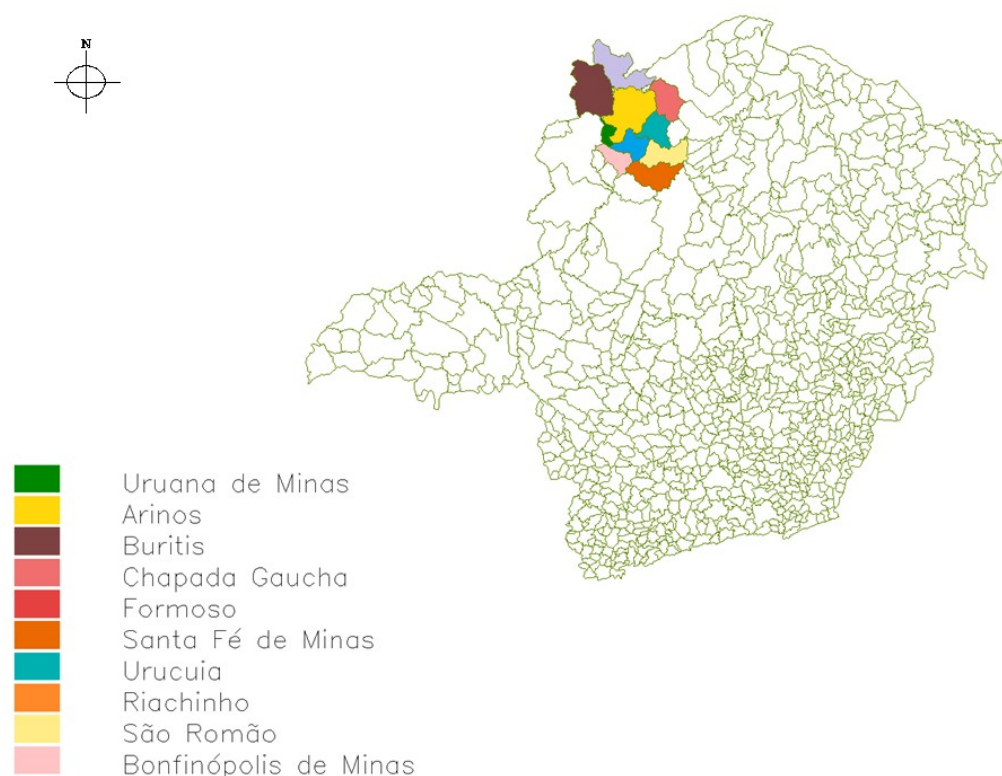


Figura 1. Imagem recortada com a área de estudo no Estado de Minas Gerais.

Foram avaliados 10 municípios componentes da bacia: Formoso, Buritis, Arinos, Chapada Gaúcha, Riachinho, Urucuia, Santa Fé de Minas, São Romão, Uruana de Minas e Bonfinópolis de Minas. A temperatura média anual é 23°C na região. O clima, com base nos índices de umidade de Thornthwaite é considerado subúmido e subúmido seco (C2 e C1 respectivamente), necessitando de atenções especiais pelos usuários e gestores públicos dos recursos naturais que normalmente se refletem na disponibilidade dos recursos hídricos naturais, relevando a importância dos sistemas irrigados na região.

## 2.2 Processamento dos dados

Foram utilizadas 4 cenas do satélite de média resolução ResourceSat\_LISS3 (IRS), cuja resolução temporal é de 24 dias e espacial de 23,5 metros. As órbitas pontos que compõem a área de estudo são 329-087, 329-088, 330-088 e 331-089 dos dias 13/06/2010 e 02/07/2010. Estas imagens foram adquiridas no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. O período foi escolhido dentro da estação seca, antes do período das chuvas da região, nesta época o efeito da vegetação nas proximidades dos pivôs é mínima, além das necessidades de irrigação serem máximas. Sobre a imagem realizou-se a composição 543/RGB, correspondendo às bandas do infravermelho médio, infravermelho próximo e do verde. Na identificação dos pivôs centrais existentes empregou-se a ferramenta de traçado elipse e a área específica de cada um deles bem como sua área total foi estimada. O *software* utilizado para registro, georreferenciamento, mosaicagem das imagens e recorte da área de estudo foi o ENVI 4.7 (*Environmental Visualizing Images*).

A quantidade de água utilizada para o abastecimento da população, como também as áreas plantadas foram obtidas no IBGE (2007).

A área abrangente de cada cultura foi estimada com base na área total de todas as culturas, sendo utilizado o máximo valor do coeficiente de cultura para o cálculo da evapotranspiração.

Com base nas áreas irrigadas e considerando todas as principais culturas irrigadas por meio de pivô central, estimou-se o consumo total de água por estes sistemas através do cálculo de evapotranspiração pela fórmula de Blaney Cridlle (Equação 1) e os valores foram corrigidos para cada tipo de cultura multiplicando-se pelo coeficiente de cultura específico (Equação 2).

$$ET_o = c \left[ (0,457 * T + 8,13) \frac{P}{100} \right] \quad (1)$$

Onde:

$ET_o$  = evapotranspiração potencial de referência, em mm.mês<sup>-1</sup>;

$c$  = coeficiente regional de ajuste da equação;

$T$  = temperatura média mensal, em °C; e

$P$  = porcentagem mensal das horas anuais de luz solar.

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (2)$$

Onde:

$ET_c$  = evapotranspiração da cultura, em mm.mês<sup>-1</sup>;

$ET_o$  = evapotranspiração potencial de referência, em mm.mês<sup>-1</sup>;

$K_c$  = coeficiente de cultura

Para o cálculo da evapotranspiração potencial de referência, os valores de temperatura foram tomados da Estação Meteorológica de Santa Fé de Minas, sendo 19,7°C para o mês de junho e 20,5°C em julho. Utilizou-se o coeficiente regional de ajuste de 0,75 e os valores de  $P$  foram tabelados, de acordo com Bernardo et al. (2008).

Com os valores de evapotranspiração da cultura para estimativa da demanda hídrica fez-se a comparação com o consumo para abastecimento urbano.

### 3. Resultados e discussão

A localização e identificação dos pivôs centrais, através da interpretação visual apresentaram confusa visualização em certas regiões. A vegetação situada nas proximidades dos pivôs se mostrou semelhante às culturas irrigadas, como pode ser observado na Figura 2.



Figura 2. Identificação de pivôs centrais em área de vegetação similar a cultura irrigada. Órbita-ponto 330-088, composição 543/RGB.

Através da classificação visual foram delimitados 230 pivôs centrais nos municípios na sub-bacia Urucuia, totalizando uma área de 19.522,5 ha. Esta área representa 77% do total de área da sub-bacia.

Quanto à distribuição dos pivôs nos municípios, pode ser observado que 30% deles se localizam no município de Buritis, já o município de Santa Fé de Minas não apresentou equipamentos instalados. Na Tabela 1 podem ser visualizados os números de pivôs centrais por município como também sua área total e estimativa da população em 2009.

Tabela 1. Estimativa populacional, número de pivôs centrais e área total irrigada por municípios

| Município             | Estimativa da população (2009) | Pivôs centrais visualizados | Área Irrigada total (ha) |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Arinos                | 18.153                         | 2                           | 103,16                   |
| Bonfinópolis de Minas | 5.869                          | 39                          | 3.457,4                  |
| Buritis               | 22.465                         | 70                          | 6.075,7                  |
| Chapada Gaúcha        | 11.368                         | 3                           | 190,1                    |
| Formoso               | 6.857                          | 39                          | 2.202,6                  |
| Riachinho             | 8.437                          | 6                           | 415,7                    |
| Santa Fé de Minas     | 4.129                          | 0                           | 0                        |
| São Romão             | 9.713                          | 38                          | 4.344,6                  |
| Uruana de Minas       | 2.747                          | 4                           | 386,7                    |
| Urucuia               | 12.203                         | 29                          | 2.346,2                  |

Os municípios avaliados possuem uma população estimada de 76.441 habitantes e seu consumo hídrico urbano chega a 9.791 m<sup>3</sup>.dia<sup>-1</sup>.

Conforme a Figura 3 nota-se que as culturas produzidas sob pivô central nos meses analisados possuem estádios vegetativos distintos, apresentando culturas em estádios de produção, com coloração verde como também solo exposto, apresentando-se na cor branca.



Figura 3. Pivôs centrais visualizados sob diferentes estádios de vegetação em imagem IRS, órbita-ponto 331-089, composição 543/RGB.

Através do método de Blaney Criddle e o valor do coeficiente de culturas podem ser estimados os valores de evapotranspiração para avaliar a demanda de água destinada à irrigação. Considerando todas as culturas em estágio de desenvolvimento intermediário ou de produção fez-se a comparação com os dados de demanda hídrica populacional fornecido pelo IBGE.

As principais culturas produzidas sob pivô central na região são feijão, soja, arroz, milho e algodão. A Tabela 2 indica a porcentagem das principais culturas produzidas para cada município, já a demanda hídrica para irrigação e populacional por município é indicada na tabela 3.

Tabela 2. Porcentagem das principais culturas produzidas por município

| Municípios            | Principais culturas produzidas (%) |       |        |       |      |       |       |
|-----------------------|------------------------------------|-------|--------|-------|------|-------|-------|
|                       | algodão                            | arroz | feijão | milho | soja | sorgo | trigo |
| Arinos                | 0                                  | 34.3  | 5      | 32.4  | 27.8 | 0.5   | 0     |
| Bonfinópolis de Minas | 2.4                                | 0.2   | 14.9   | 31.6  | 48.4 | 2.5   | 0     |
| Buritiz               | 4.9                                | 0.8   | 10.7   | 10.7  | 68.8 | 4.2   | 0     |
| Chapada Gaúcha        | 0                                  | 10.8  | 3.6    | 8.6   | 0    | 77    | 0     |
| Formoso               | 0                                  | 4.2   | 7.7    | 21.3  | 65.9 | 1     | 0     |
| Riachinho             | 0                                  | 8.5   | 25.4   | 35.6  | 25.4 | 5.1   | 0     |
| Santa Fé de Minas     | 0                                  | 25.7  | 20.3   | 54.1  | 0    | 0     | 0     |
| São Romão             | 0                                  | 5.1   | 12.2   | 66.8  | 15.9 | 0     | 0     |
| Uruana de Minas       | 6.9                                | 2.2   | 19.3   | 22.8  | 43.4 | 4.9   | 0.5   |
| Uruçuaia              | 0                                  | 18.9  | 24.5   | 56.6  | 0    | 0     | 0     |

Tabela 3. Demanda hídrica nos meses de junho e julho/2010 para irrigação e consumo urbano

| Municípios            | Demanda hídrica em junho                       |   | Demanda hídrica em julho                       |   |
|-----------------------|--|---|--|---|
|                       | irrigação (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> ) | urbano (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> ) | irrigação (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> ) | urbano (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> ) |
| Arinos                | 51.162   | 52.350                                      | 54.645   | 54.095                                      |
| Bonfinópolis de Minas | 1.647.896                                      | 24.000                                      | 1.760.064                                      | 24.800                                      |
| Buritit               | 3.995.767                                      | 82.650                                      | 4.267.747                                      | 85.405                                      |
| Chapada Gaúcha        | 154.636  | 27.420                                      | 165.162  | 28.334                                      |
| Formoso               | 1.417.856                                      | 19.500                                      | 1.514.365                                      | 20.150                                      |
| Riachinho             | 152.291  | 16.200                                      | 162.657  | 16.740                                      |
| Santa Fé de Minas     | 0  | 9.750                                       | 0  | 10.075                                      |
| São Romão             | 2.924.531                                      | 25.500                                      | 3.123.595                                      | 26.350                                      |
| Uruana de Minas       | 147.465  | 7.800                                       | 157.503  | 8.060                                       |
| Urucua                | 1.403.995                                      | 28.560                                      | 1.499.561                                      | 29.512                                      |

Dos municípios analisados, Buritit, São Romão e Bonfinópolis de Minas se destacaram pela alta demanda de água destinada à irrigação. Somente no município de Arinos, mês de junho, o consumo urbano foi superior ao consumo destinado à irrigação. Como no Brasil a irrigação representa 70% da vazão de consumo, é fácil destacar o grande aumento da irrigação, como comprovou Sano et al. (2005) e Sá et al (2007) e o alto consumo destinado à irrigação.

Confrontando estes resultados com os obtidos por Sano et al. (2005), houve uma alteração entre a demanda de água destinada à irrigação e ao abastecimento humano. O consumo de água para irrigação foi mais representativo do que o consumo para abastecimento humano.

Como a água doce vem se tornando um recurso cada vez mais escasso, é preocupante a relação entre irrigação e consumo urbano, sendo necessário um bom planejamento de gestão de recursos hídricos e principalmente um bom manejo da irrigação, para serem evitados desperdícios consideráveis e o seu melhor aproveitamento pelo solo.

#### 4. Conclusões

A utilização de imagens de satélite de média resolução ResourceSat\_LISS3 (IRS) se mostrou viável para visualização dos equipamentos pivô central, para o cálculo da evapotranspiração mensal e demanda hídrica para irrigação.

O consumo de água para irrigação por pivô central nos municípios da sub-bacia do rio Urucua se apresenta maior do que o consumo para o abastecimento urbano. Observou-se que o consumo de água para irrigação apresentou valor muito alto, 41 vezes maior do que o consumo urbano, avaliando toda a região.

O município que apresentou a menor relação demanda rural versus demanda urbana foi Arinos, com 51.162 m<sup>3</sup> para irrigação e 52.350 m<sup>3</sup> para uso urbano em junho e 54.645 m<sup>3</sup> para irrigação e 54.095 m<sup>3</sup> para uso urbano em julho.

O município que apresentou a maior relação demanda rural versus demanda urbana foi São Romão, com 2.924.531 m<sup>3</sup> para irrigação e 25.500 m<sup>3</sup> para uso urbano em junho e 3.123.595 m<sup>3</sup> para irrigação e 26.350 m<sup>3</sup> para uso urbano em julho.

#### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), processo no CAG-APQ-02004-09.

### Referências Bibliográficas

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio Alves; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de irrigação**. 8. ed. atual e ampl. Viçosa: Editora UFV, 2008. 625 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico (2009) e informações estatísticas de produção agrícola municipal de 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 22/09/2010

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Cachoeira Paulista, Divisão de Geração de Imagem (DGI). Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 09/08/2010.

Mendes, C. A. B.; Cirilo, J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2001. 536 p.

Moreira, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 250 p.

Sá, I. I. S.; Moura, M. S. B.; Sá, I. B.; Galvínio, J. D.; Ribeiro, J. G. Dinâmica da agricultura irrigada em uma área do Vale do São Francisco utilizando técnicas de sensoriamento remoto. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, (CBA), 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Embrapa, 2007. Disponível na forma de um arquivo *mword* em: [http://www.cpatsa.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/OPB1315.pdf](http://www.cpatsa.embrapa.br/public_eletronica/downloads/OPB1315.pdf). Acesso em: 01/10/2010

Sano, E.E.; Lima, J.E.F.W.; Silva, E.E.; Oliveira, E.C. **Estimativa da variação de água para irrigação por pivô central no Distrito Federal entre 1992 e 2002**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 25, p. 508-515. 2005

U. S. Geological Survey (USGS). Disponível em: <http://ga.water.usgs.gov/edu/wuir.html>. Acesso em: 01/10/2010

Vitousek, P. M.; Mooney, H. A.; Lubchenco, J.; Melillo, J. M. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**, v.277, n.5325, p.494-499, 1997.