

Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Minas Gerais



ISSN 1679-0154

Dezembro, 2011

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 40

Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Minas Gerais

Daniel Pereira Guimarães
Elena Charlotte Landau

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
Home page: www.cnpms.embrapa.br
E-mail: sac@cnpms.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade
Presidente: Sidney Netto Parentoni
Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau
Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros
Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro
Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa
Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa
Foto(s) da capa:

1ª edição

1ª impressão (2011): on line

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Milho e Sorgo

Guimarães, Daniel Pereira.

Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais / Daniel Pereira Guimarães, Elena Charlotte Landau. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2011.

23 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1619-0154; 40).

1. Irrigação. 2. Agricultura. 3. Sensoriamento remoto. I. Landau, Elena Charlotte. II. Título. III. Série.

CDD 631.587 (21. ed.)

© Embrapa 2011

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	9
Conclusões	13
Referências	15

Mapeamento das Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de Minas Gerais

Daniel Pereira Guimarães¹

Elena Charlotte Landau²

Resumo

O levantamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais em 2010 foi realizado através da identificação visual em mosaico formado por 35 imagens do satélite Landsat 5 TM exibido no Google Earth no formato kml (*Keyhole Markup Language*). Foram identificados 4.432 pivôs centrais ocupando uma área irrigada de 303.368 hectares em todo o estado, estando a maior concentração espacial nos municípios de Unaí (44.258 ha), Paracatu (40.179 ha) e Rio Paranaíba (12.676). Cerca de 40% da área irrigada por este sistema localiza-se nas bacias hidrográficas dos rios Paranaíba (74.330 ha) e Araguari (46.546 ha). A metodologia adotada, sobrepondo mosaicos no Google Earth, permitiu uma maior facilidade na demarcação das áreas irrigadas e a validação dos resultados em imagens de melhores resoluções nos casos em que os pivôs fossem também visualizados na plataforma Google Earth. Os resultados obtidos indicam uma forte tendência de aumento das áreas irrigadas em Minas Gerais, o que justifica o lançamento do plano diretor de agricultura irrigada pelo governo estadual.

Termos para Indexação: Imagem de satélite, mosaico, agricultura irrigada, pivô central, geoprocessamento, Google Earth.

¹Doutorado em Ciências Florestais, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45, CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG. e-mail: daniel@cnpmis.embrapa.br

²Doutorado em Ecologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45, CEP.: 35701-970, Sete Lagoas-MG. e-mail: landau@cnpmis.embrapa.br

Mapping of areas irrigated by center pivots in the Minas Gerais State, in Brazil

Abstract

The survey of the areas irrigated by center pivots in the state of Minas Gerais, in 2010, was made by visual identification of the mosaic formed by 35 Landsat 5 TM satellite images displayed on Google Earth in kml format (Keyhole Markup Language). A total of 4,432 center pivots were identified occupying an irrigated area of 303,368 hectares across the state, the largest spatial concentration are in the municipalities of Unai (44,258 ha), Paracatu (40,179 ha) and Rio Paranaíba (12,676). About 40% of the area irrigated by this methods is located in the basins of the rivers Paranaíba (74,330 ha) and Araguari (46,546 ha). The methodology, overlapping mosaics in Google Earth, allows with greater facility in the determination of irrigated areas and the validation of results in images of higher resolution where the pivots can be viewed through the Google Earth platform. The results indicate a strong trend of increasing irrigated areas in Minas Gerais, which justifies the introduction of an irrigated agriculture Master Plan by the state government.

Key-words: Satellite image mosaic, irrigated agriculture, center pivot, GIS, Google Earth

Introdução

A população mundial atingiu, no ano de 2011, a marca de sete bilhões de pessoas, o que conduz à necessidade de conciliar a produção de alimentos com a sustentabilidade ambiental. O uso da agricultura irrigada proporciona significativos aumentos de produtividade e contribui para reduzir a expansão da fronteira agrícola sobre áreas ocupadas por vegetação natural. Segundo Christofidis (2005), a área ocupada pela agricultura irrigada no Brasil ocupa apenas 18% da área cultivada e responde por aproximadamente 42% da produção total de alimentos. Por outro lado, a agricultura irrigada é apontada como a principal fonte de captação de água disponível nos mananciais, representando mais de 70% da água consumida pela humanidade (SETTI, 2001). De acordo com Christofidis (2008), enquanto a população mundial duplicou durante a segunda metade do século XX, o consumo de água teve seu aumento quadruplicado no período. Em função de sua disponibilidade hídrica, o Brasil tem um potencial 13% superior às capacidades mundiais de incorporação de novas áreas irrigadas (CHRISTOFIDIS, 2005). Outra questão importante refere-se à eficiência do uso da água e, segundo Coelho (2005), a agricultura irrigada no Brasil tem uma eficiência de apenas 60%, o que implica em riscos de danos ambientais pela dispersão de fertilizantes e defensivos agrícolas, além do risco de salinização das terras. Nunes et al. (2006) mostram os impactos da agricultura irrigada na salinização e sodificação dos solos do perímetro irrigado de Janaúba, Minas Gerais. Bernardo (1992) apresenta análise detalhada dos principais impactos ocasionados pela agricultura irrigada no Brasil.

A tendência de escassez dos recursos hídricos, em contraponto à sua crescente demanda, tem causado sérios conflitos pelo uso da água. Lima et al. (1999) citam uma demanda por outorga da ordem

de 770 m³/s na bacia do rio São Francisco, o que corresponde a 27% da vazão média verificada na sua foz e cerca da metade da vazão mínima com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos (PRUSKI et al., 2005). Ressalta-se ainda a importância do uso da água para suprir outras atividades humanas, tais como a geração de energia, uso industrial e saneamento básico, além da necessidade de preservação dos ecossistemas aquáticos.

O monitoramento das áreas consumidoras de água é fundamental para o estabelecimento de políticas de gestão dos recursos hídricos. O Estado de Minas Gerais, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE em 2006, detinha o maior número de estabelecimentos (48,39 mil) empregando alguma prática de irrigação. Dada a importância das bacias hidrográficas existentes no estado, principalmente as do São Francisco, Paraná, Doce, Jequitinhonha e Paraíba do Sul, o governo estadual criou o Plano Diretor de Agricultura Irrigada de Minas Gerais (PAI/MG) buscando gerenciar os recursos hídricos dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental.

Esse trabalho oferece uma contribuição para o gerenciamento da agricultura irrigada em Minas Gerais, a partir do georreferenciamento dos pivôs centrais existentes no estado no ano de 2010.

Material e Métodos

As imagens do satélite Landsat TM 5 usadas neste trabalho foram obtidas gratuitamente do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponibilizadas pelo setor de Divisão de Geração de Imagens (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). O satélite Landsat TM 5 gera imagens em 7 bandas, em resolução temporal de 16 dias e espacial de 30 metros. A Figura 1 mostra a grade das 35 imagens, contendo as respectivas órbitas/pontos e datas de aquisição, usadas para a geração do mosaico de Minas Gerais, evidenciando a ocorrência

de nebulosidade e imagens anteriores a 2010 apenas para a região leste do estado, correspondendo às órbitas/pontos entre 216-71 e 216-74.

A composição colorida das imagens foi feita usando o programa Hypercube, disponibilizado gratuitamente pelo Centro de Engenharia Topográfica das Forças Armadas americanas (<http://www.tec.army.mil/Hypercube/>) e a composição de bandas 7-3-2 foi selecionada por permitir a geração de imagens em cor natural e a melhoria na facilidade de obtenção de pontos de controle para a correção geométrica.



Figura 1. Grade de imagens Landsat TM 5 empregadas para a geração de mosaico do Estado de Minas Gerais.

O programa comercial Global Mapper v.9 foi usado para as seguintes operações:

- Conversão das imagens Landsat TM 5. Imagens ortorretificadas MrSid do projeto Geocover, obtidas pelo satélite Landsat ETM 7 (14,25 metros de resolução espacial) em <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>, foram convertidas para o formato kml para sobreposição na plataforma Google Earth e coleta de pontos de controle amostral;
- Correção geométrica das imagens Landsat TM 5,
- Conversão das imagens entre os sistemas de projeção geométrica WGS-84 e Geográfica (Lat-Long),
- Recorte das imagens de acordo com os limites geográficos do estado,
- Geração de mosaico e equalização de cores entre as imagens componentes do mosaico,
- Conversão do mosaico para o formato kmz do Google Earth.

No ambiente Google Earth, procedeu-se à identificação visual dos pivôs centrais e à delimitação das áreas com a ferramenta de adição de polígonos.

O programa gratuito MapWindow (www.mapwindow.org) foi usado para as operações:

- Importação dos polígonos editados no Google Earth para o formato vetorial (shapefile),
- Conversão dos vetores para a projeção UTM/WGS84,
- Cálculo da área dos pivôs (hectares),
- Fusão da “shapefile” resultante da vetorização dos pivôs com as bases cartográficas representativas das bacias hidrográficas (<http://www.igam.mg.gov.br/>) e da malha municipal de 2005 (www.ibge.gov.br) do Estado de Minas Gerais.

Resultados e Discussão

Dois aspectos básicos devem ser diferenciados entre a metodologia adotada neste trabalho e aquelas normalmente usadas para esse tipo de análise. O primeiro se deve ao uso de programas de baixo custo ou gratuitos, enquanto são usualmente empregados SIGs comerciais de alto custo. O segundo diz respeito ao uso da plataforma Google Earth para coleta de pontos amostrais e delimitação das áreas de interesse, que neste trabalho correspondem aos pivôs centrais. Deve-se ressaltar que o Google Earth é um produto resultante da união dos produtos gerados pelo projeto SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e o projeto Geocover, ambos da Agência Espacial Americana (NASA), o que corresponde ao uso de imagens ortorretificadas moldadas sobre um sistema referencial geocêntrico que vem sendo sistematicamente atualizado com a inserção de imagens de alta resolução. Silva e Nazareno (2009) avaliaram a precisão dos pontos amostrais coletados na plataforma Google Earth em Goiânia-GO e consideraram como compatíveis ao PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) Classe A compatível com a escala 1:5000 e nível de confiabilidade de 90%. Oliveira et al. (2009) analisaram a confiabilidade dos pontos de controle coletados no Google Earth de uma altura relativa de 5.900 metros sobre o solo e encontraram uma PEC Classe B compatível com a escala de 1:15000. Embora a coleta de pontos de controle na plataforma Google Earth para o georreferenciamento de imagens não seja usual, os procedimentos adotados conduzem à essa recomendação para levantamentos em larga escala. Toledo et al. (2011) usaram pontos de controle obtidos de imagens do Projeto Geocover (Landsat ETM 7 do ano 2000, com resolução espacial de 14,25 metros) para o levantamento das áreas irrigadas por pivôs centrais em Minas Gerais, em 2008. Vale lembrar que a compactação das imagens para o formato MrSid apresenta perda na qualidade e dificulta a localização dos pontos de controle.

Braga e Oliveira (2005) optaram por coletar os pontos de controle em imagens Landsat ETM 7 de 2002 para proceder o levantamento dos pivôs centrais no município de Miguelópolis, São Paulo. Em ambos os casos, as imagens Landsat ETM 7 foram ortorretificadas com correções altimétricas baseadas no modelo de elevação digital do SRTM, portanto, similar ao relevo adotado na plataforma Google Earth. Crepani e Medeiros (2005) chamam a atenção para a importância do uso de softwares e produtos de sensoriamento remoto (imagens, vetores) gratuitos no gerenciamento ambiental.

O mosaico resultante das 35 imagens Landsat TM 5 e sua disponibilização na plataforma Google Earth é apresentado na Figura 2. A ocorrência de nebulosidade foi verificada apenas na região Nordeste, afetando a visualização das imagens órbita-ponto 216-71 e 216-72, o que pôde ser contornado com a interpretação das imagens existentes no Google Earth, relativas ao ano de 2008. A Figura 3 demonstra a qualidade das imagens Landsat TM 5 com a composição de bandas 7-3-2 (cor natural) para a identificação das áreas irrigadas por pivôs centrais e as mudanças na quantidade de pivôs observados na imagem de 2010 (Landsat) sobreposta à imagem disponibilizada pelo Google Earth (2008) na região de Unai, Minas Gerais.



Figura 2. Mosaico do estado de Minas Gerais gerado a partir de imagens Landsat TM 5 com visualização na plataforma Google Earth.

A localização dos pivôs centrais em relação às bacias hidrográficas de Minas Gerais é apresentada na Figura 4, evidenciando a maior concentração desses equipamentos de irrigação (cerca de 40% do total) nas bacias dos rios Paranaíba e Araguari. Nota-se que esses sistemas de irrigação praticamente não são usados em regiões com relevos acidentados, como a Zona da Mata, Mucuri e o Vale do Jequitinhonha. A metodologia adotada para a delimitação dos pivôs centrais com a identificação visual e uso das ferramentas de adição de polígonos do Google Earth oferece maiores facilidades que as técnicas que se baseiam unicamente nas imagens de satélite. O uso de técnicas de classificação automática aparentemente pouco contribui para esse tipo de mapeamento. Braga e Oliveira (2005) evidenciam a necessidade de edição vetorial das áreas alvo de interesse em função da diversidade de padrões existentes nas áreas cobertas pelos pivôs, ocasionadas pela condição do pivô (cultivado ou não), sistema de plantio (plantio direto ou convencional), tipo de cultura e fase da cultura agrícola. Ressalta-se ainda a enorme quantidade de pivôs que não apresentam as estruturas circulares típicas desse dispositivo em função do espaço físico destinado à suas instalações. A Tabela 1 mostra a distribuição dos pivôs em função do município de instalação e a Tabela 2 em função da bacia hidrográfica. Embora os municípios de Unaí e Paracatu sejam os locais de maior concentração de pivôs centrais de Minas Gerais, as bacias dos rios Preto e Paracatu são menos impactadas pela presença dos equipamentos de irrigação, os quais se localizam em maior proporção nas regiões desses municípios que se encontram na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba, o que pode ser observado na Tabela 2.



Figura 3. Alterações no número de pivôs centrais observadas na imagem disponibilizada pelo Google Earth (2008) (acima) e na imagem Landsat TM 5 de 2010 (abaixo) na região de Unaí, MG.

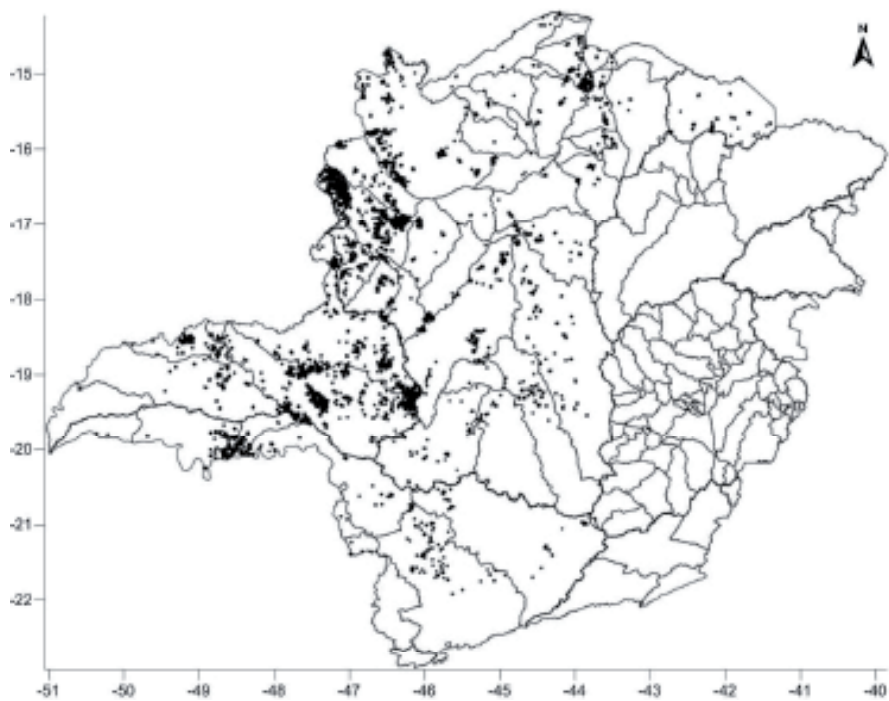


Figura 4. Localização dos pivôs centrais em Minas Gerais no ano de 2010 em relação às bacias hidrográficas.

Tabela 1. Distribuição dos pivôs centrais no Estado de Minas Gerais em função do município-sede.

Município	N Pivôs	Área ha	Município	N Pivôs	Área ha	Município	N Pivôs	Área ha
Unaí	471	44258	Morada Nova de Minas Campo Florido	42	2960	Araguari	17	1225
Paracatu	570	40179	Uruçuia	29	2774	Frutal	18	1200
Rio Paranaíba	227	12676	Tupaciguara	32	2614	Prata	15	1139
Jaíba	128	9660	Formoso	31	2472	Carmo do Paranaíba	17	1109
Perdizes	113	7474	Indianópolis	43	2452	Três Marias	19	1100
Buritiz	78	7056	Manga	28	2421	Formiga	14	1098
Guarda-Mor	124	6771	Uberlândia	31	2290	Serra do Salitre	24	1061
Santa Juliana	97	6612	Itacarambi	26	2275	São Gonçalo do Abaeté	14	915
Uberaba	83	5662	Jequitaiá	25	2144	Capitão Enéas	18	912
Romaria	64	5133	Várzea da Palma	24	2072	Chapada Gaúcha	11	898
Conceição das Alagoas	89	5073		25	2034	Montes Claros	13	882

Tabela 1. Distribuição dos pivôs centrais no Estado de Minas Gerais em função do município-sede. Cont.

Município	N Pivôs	Área ha	Município	N Pivôs	Área ha	Município	N Pivôs	Área ha
Bonfinópolis de Minas	53	4633	Sacramento	26	2029	Estrela do Sul	15	862
Monte Alegre de Minas	55	4544	Matias Cardoso	34	1960	Iraí de Minas	17	839
São Romão	38	4528	Cabeceira Grande	23	1830	Carmo do Rio Claro	21	838
Campos Altos	76	4182	Monte Carmelo	26	1816	Bom Despacho	31	837
Presidente Olegário	67	4123	Centralina	35	1789	Corinto	11	753
Lagoa Grande	65	4044	Pedrinópolis	24	1560	Rio Pardo de Minas	14	751
João Pinheiro	45	3817	Pedras de Maria da Cruz	19	1549	Paraopeba	22	738
Buritizero	42	3807	Verdelândia	23	1538	Janaúba	15	714
Patrocínio	56	3690	Lassance	19	1519	Água Comprida	8	695
Coromandel	41	3401	Pirapora	22	1451	Vazante	12	686
Planura	44	3352	São Gotardo	36	1404	Aifenas	17	671
Ibia	69	3341	Taiobeiras	23	1342	Iguatama	8	654
Brasilândia de Minas	31	3282	Januária	17	1337	Araporá	15	634
Patos de Minas	71	3216	Pirajuba	18	1329	Papagaios	14	626
Nova Ponte	47	3085	Varição de Minas	21	1317	Outros	486	23654

Tabela 2. Distribuição dos pivôs centrais no Estado de Minas Gerais em função da bacia hidrográfica.

Bacia Hidrográfica	Área ha	N Pivôs
Rio Paranaíba	74330	1013
Rio Araguari	46546	756
Rio Paracatu	36362	483
Rio São Francisco	36090	539
Rio Urucuia	31163	347
Rio Grande	20677	332
Rio Escuro	9072	150
Rio Preto	8321	103
Rio das Velhas	5467	86
Rio Pardo	5368	86
Rio Verde Grande	5335	84
Outros	29069	453
Total	303368	4432

A área média dos pivôs observada em Minas Gerais, 68 hectares, está compatível com os levantamentos feitos por Toledo et al. (2011) e muito superior aos valores encontrados por Schmidt et al. (2004), que encontraram uma área média de apenas 35,39 hectares. O número de pivôs encontrado apresenta tendências de forte crescimento no estado, embora as metodologias de análise não tenham sido confrontadas. O levantamento do IBGE (2007), através do Censo Agropecuário, indicava uma área irrigada por pivôs centrais no estado de 166.691 hectares. O levantamento realizado por Toledo et al. (2011), usando imagens de 2008, identificou 3.781 pivôs ocupando uma área de 254.875 hectares enquanto o levantamento atual mostra a existência de 4.432 pivôs e uma área irrigada de 303.368 hectares. Os acréscimos existentes entre o atual levantamento e os resultados de Toledo et al. (2011) podem

ser atribuídos à crescente produção agrícola do país, impulsionada pelos altos valores das *commodities* agrícolas no mercado internacional e aumento da demanda pelo mercado interno. Por outro lado, os resultados são bastante divergentes dos obtidos pelo censo agropecuário realizado pelo IBGE, o que mostra a tendência do agricultor em sonegar informações para censos oficiais pelo temor de penalidades tributárias.

O levantamento das áreas irrigadas pode ser acessado no formato kmz para visualização no Google Earth (preferencialmente para leigos) ou no formato shp para uso em programas de sistemas de informações geográficas (SIG). O endereço para acesso via ftp é: <http://www.cnpms.embrapa.br/downloads/pivosminas/PivosMinas2010.zip>

<http://www.cnpms.embrapa.br/downloads/pivosminas/PivosMinas2010.KMZ>

Conclusões

- 1) Os resultados apresentados confirmam a viabilidade de uso de imagens de satélite para o mapeamento de áreas irrigadas por pivôs centrais. A metodologia apresentada, baseada na interação Google-SIG e no uso de programas gratuitos, ou de baixo custo, constitui importante alternativa para levantamentos dessa natureza.
- 2) Os pivôs centrais instalados em Minas Gerais apresentam tendências de altas concentrações espaciais, situando a sua maioria nas bacias do rio Paranaíba e Araguari, afluentes do rio Paraná. Embora Unaí seja o município de maior concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais, a maioria se encontra localizada na bacia do rio Paranaíba.
- 3) O Estado de Minas Gerais detinha, no ano de 2010, 4.432 pivôs centrais ocupando uma área de 303.368 hectares.

4) O georreferenciamento das áreas ocupadas pelos pivôs centrais oferece uma importante ferramenta de gerenciamento dos recursos hídricos do Estado de Minas Gerais.

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

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil.

Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 1-7, 1992.

BRAGA, A. L.; OLIVEIRA, J. C. Identificação e quantificação de áreas irrigadas por pivô central utilizando imagens. In: SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia.

Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 849-856.

CHRISTOFIDIS, D. **Água na produção de alimentos**: o papel da irrigação no alcance do desenvolvimento sustentável. Brasília: Universidade de Brasília, 2005. 29 p.

CHRISTOFIDIS, D. Água na produção de alimentos: o papel da academia e da indústria no alcance do desenvolvimento

sustentável. **Revista de Ciências Exatas**, Taubaté, v. 12, n. 1, p. 37-46, 2006.

CHRISTOFIDIS, D. Novos olhares sobre a irrigação no mundo, no Brasil e na bacia do rio São Francisco. **Revista ITEM**, Belo Horizonte, v. 78, 2008.

COELHO, E. F. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, vol. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. Imagens CBERS+ ImagensSRTM +MosaicosGeoCoverLandsat em ambiente SPRING e TerraView: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento gratuitos aplicados ao desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. 1 CD-ROM.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS, M. A. V. de (Org.). **O estado das águas no Brasil**: perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos. Brasília: MME: MMA-SRH: OMM: PNUD, 1999. p. 73-101.

NUNES, W. A. G. de A.; KER, J. C.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; BEIRIGO, R. M.;

BONCOMPANI, A. L. P. Características físicas de solos da região de Janaúba-MG, irrigados com água de poços tubulares ou do rio Gorutuba. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 1, p. 107 -118, jan./mar. 2006.

OLIVEIRA, M. Z.; VERONEZ, M. R.; TURANI, M; REINHARDT, A. O. Imagens do Google Earth para fins de planejamento ambiental: uma análise de exatidão para o município de São Leopoldo/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. 1 CD-ROM.

PRUSKI, F. F.; PEREIRA, S. B.; NOVAES, L. F.; SILVA, D. D.; RAMOS, M. M. Comportamento hidrológico na Foz do Rio São Francisco durante período de 1950 a 1999. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 13, n. 2, p. 118-123, 2005.

SCHMIDT, W.; COELHO, R. D.; JACOMAZZI, M. A.; ANTUNES, M. A. H. Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: I – Região

Sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 2/3, p. 330-333, 2004.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica: Agência Nacional de Águas, 2001.

SILVA, L. A.; NAZARENO, N. R. X. Análise do padrão de exatidão cartográfica da imagem do Google Earth tendo como área de estudo a imagem da cidade de Goiânia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1723-1730.

TOLEDO, J. H.; FERREIRA, E.; DANTAS, A. A. A.; SILVA, L. S. C.; PEREIRA, R. M. Mapeamento de sistemas de pivôs centrais no Estado de Minas Gerais a partir de imagens CBERS-2B/CCD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 331-338.

Embrapa

Milho e Sorgo



Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA