

Variação da Área Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil entre 2013 e 2014



ISSN 1679-0154
Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 126

Variação da Área Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil entre 2013 e 2014

Elena Charlotte Landau
Daniel Pereira Guimarães
Denise Luz de Souza

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2015

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

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, 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: Vista parcial de pivôs centrais observados na

região de Mucugê-BA a partir de imagens de satélite de 18/ju-
lho/2013 – coordenadas aproximadas: 13,17oS e 41,46oW (Fonte:
Google Earth)

1ª edição

Versão Eletrônica (2015)

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

Landau, Elena Charlotte.

Variação da área irrigada por pivôs centrais no Brasil entre 2013 e 2014 / Elena Charlotte Landau, Daniel Pereira Guimarães, Denise Luz de Souza – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

28 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 126).

1. Irrigação. 2. Agricultura. 3. Sensoriamento remoto. I. Guimarães, Daniel Pereira. II. Souza, Denise Luz. III. Título. IV. Série.

CDD 631.587 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusões	23
Agradecimentos	24
Referências	24

Variação da Área Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil entre 2013 e 2014

*Elena Charlotte Landau*¹

*Daniel Pereira Guimarães*²

*Denise Luz de Souza*³

Resumo

Foram comparadas as áreas irrigadas por pivôs centrais no Brasil em 2013 e 2014, mapeadas através da identificação visual a partir de mosaicos formados por imagens do satélite Landsat 8 – OLI /TRS de 2013 e 2014, respectivamente, exibidas no programa *Google Earth*. Em 2013 foram identificados 17.878 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 1.179.176 ha. Em 2014, foi observado aumento de 11% no número de pivôs centrais e de 8% na área irrigada (19.928 pivôs centrais, 1.279.072 ha irrigados). Em 2013, praticamente 90% dos pivôs concentravam-se nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Bahia e Rio Grande do Sul, situação também observada para o ano de 2014. Em alguns Estados foi verificado aumento maior do que 20% no número de pivôs entre 2013

¹Biól., Pesquisadora: Zoneamento Ecológico-Econômico/Geotecnologias, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, charlotte.landau@embrapa.br

²Engº Florestal, Pesquisador em Agroclimatologia e Geotecnologias, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, daniel.guimaraes@embrapa.br

³Graduanda em Engenharia Ambiental na UNIFEMM e Estagiária na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG, deniseluz39@gmail.com

e 2014, como em Alagoas (133%), Santa Catarina (50%), Mato Grosso (20,07%). Em outros Estados, porém, o número de pivôs diminuiu em mais do que 20%, como é o caso do Sergipe (-100%), Pernambuco (-75%) e Maranhão (-46,61%). Em 2013, aproximadamente 45% dos pivôs centrais do Brasil concentrava-se na Região Hidrográfica do Rio Paraná; e quase 30%, na do Rio São Francisco. Em 2014, a Região Hidrográfica do Rio Paraná passou a concentrar cerca de 50% dos pivôs centrais do país. Apesar das adversidades climáticas verificadas nos últimos anos, principalmente nas áreas de Cerrado, com o aumento de incentivos econômicos para a produção de alimentos prevê-se a expansão futura das áreas irrigadas no país. Apesar do benefício potencial da irrigação para a produção agrícola, estratégias para promover o aumento da produção agrícola irrigada devem considerar restrições relacionadas com a disponibilidade, qualidade e conflitos de uso da água das bacias hidrográficas em que estão inseridas. Ações estimulando a melhoria da qualidade da água, conservação de nascentes e áreas de preservação permanente, bem como o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos, contribuirão para a melhoria da qualidade e quantidade de água disponível, fundamentais para possibilitar a sustentabilidade e expansão futura da agricultura irrigada no Brasil.

Palavras-chave: agricultura irrigada, sensoriamento remoto, Landsat 8, pivôs centrais, monitoramento.

Changes in Areas Irrigated by Center Pivots in Brazil Between 2013 and 2014

*Elena Charlotte Landau*¹
*Daniel Pereira Guimarães*²
*Denise Luz de Souza*³

Abstract

The areas irrigated by center pivots in Brazil in 2013 and 2014 were digitalized and compared through visual identification based on mosaics formed by images of the satellite Landsat 8 OLI /TRS from 2013 and 2014, displayed using the *Google Earth* program. In 2013, 17,878 center pivots were identified, occupying an irrigated area of 1,179,176 ha. In 2014, there was an increase of 11% in the number of center pivots and 8% in the irrigated area (19,928 center pivots, 1,279,072 ha irrigated). In 2013, almost 90% of the center pivots were concentrated in the states of Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Bahia and Rio Grande do Sul, which was also observed for the year 2014. In some states, it was observed an increase greater than 20% on the number of pivots between 2013 and 2014, as in Alagoas (133%), Santa Catarina (50%), Mato Grosso (20.07%). In other states, however, the number of pivots decreased by more than 20%, such as Sergipe (-100%), Pernambuco (-75%) and Maranhão (-46.61%). In 2013, approximately 45% of the central pivots of Brazil concentrated on the Hydrographic Region

of the Paraná River; and almost 30% in the São Francisco River. In 2014, the Hydrographic Region of the Parana River concentrated about 50% of the central pivots of the country. Despite the adversity climate seen in recent years, particularly in the areas of Cerrado, the increasing economic incentives for food production provides for the future expansion of irrigated areas in the country. Despite the potential benefit of irrigation for agricultural production, strategies to promote increasing agricultural production based on the increase of irrigated areas should consider constraints related to the availability, quality and water use conflicts on the watershed in which they are. Actions improving the water quality, conservation of springs and permanent preservation areas, as well as the efficient use of the resources, will contribute to improve the quantity and quality of the water available, allowing or not the sustainable future expansion of the irrigated areas in Brazil.

Keywords: irrigated agriculture, remote sensing, Landsat 8, *Google Earth*, monitoring.

Introdução

A irrigação de culturas agrícolas é uma prática utilizada para complementar a disponibilidade da água provida naturalmente pela precipitação, proporcionando ao solo teor de umidade suficiente para suprir as necessidades hídricas das plantas (SETTI et al., 2001). Esta favorece a obtenção de aumentos significativos de produtividade de diversas culturas agrícolas, contribuindo para reduzir a expansão de plantios em áreas com cobertura vegetal natural, aumentar a duração do período anual de plantios e a produção agrícola. Nos casos do milho e da soja, por exemplo, estima-se que a adoção de sistemas de irrigação

pode proporcionar um aumento de produtividade de 57% e 60%, respectivamente (PIVOT, 2013). Dependendo das condições de temperatura, em muitas regiões a irrigação por pivôs centrais possibilita a sucessão de até três cultivos irrigados ao longo do ano agrícola, como plantio de milho, feijão e olerícolas (SILVEIRA, 2011).

No caso das culturas irrigadas de soja, milho, café, feijão e outras, o sistema de irrigação mais utilizado é o pivô central, em que a área é irrigada por um sistema móvel, constituído por uma barra com aspersores que se movimenta em torno de um ponto central fixo. A barra pode movimentar-se em torno do eixo, tanto no sentido horário quanto no anti-horário, formando uma área irrigada com formato circular. Além de água, a estrutura também é usada para a aplicação de fertilizantes, inseticidas e fungicidas (BRAGA; OLIVEIRA, 2005; IBGE, 2007). O sistema chegou ao Brasil na década de 1970, tendo se consagrado como sistema de irrigação nas décadas seguintes, impulsionado, principalmente, por programas governamentais como o PROINE (Programa de Irrigação do Nordeste), PROFIR (Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação) e o PRONI (Programa Nacional de Irrigação), dado o custo relativamente baixo, a facilidade de operação e a eficiência entre 70 e 90% no uso da água (CHRISTOFIDIS, 2002; SCHMIDT et al., 2004).

Conforme Christofidis (2005), a área ocupada pela agricultura irrigada no Brasil responde por aproximadamente 42% da produção total de alimentos. De acordo com Sandri e Cortez (2009), no final da primeira década de 2000 ocorreu uma acentuada expansão da irrigação por pivôs centrais no Brasil, principalmente nos Estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais

e Bahia, motivada pelas facilidades operacionais e de controle da lâmina de irrigação, com custos competitivos pelo menor dispêndio de mão-de-obra e pela possibilidade de se obter alta eficiência de aplicação e distribuição de água.

Com o crescente interesse no aumento da produção agrícola no país, é provável que o número de pivôs centrais venha aumentando a cada ano, sendo importante a realização de levantamentos atualizados que permitam identificar a localização geográfica e a área irrigada por pivôs centrais, possibilitando conhecer melhor a situação da agricultura irrigada no país, e o gerenciamento de outorgas solicitadas. Metodologias como as utilizadas por Ferreira et al. (2011), Guimarães e Landau (2011, 2014), Toledo et al. (2011), Guimarães et al. (2012), Landau et al. (2013, 2014), que mapearam os pivôs centrais ocorrentes em diversas épocas e Estados do Brasil, a partir de imagens de satélite de 2008 a 2013, possibilitam o mapeamento de cada pivô central, permitindo a realização de análises relacionadas com a localização geográfica e tamanho de cada um. Este trabalho objetivou analisar a variação da agricultura irrigada entre 2013 e 2014, representando um subsídio para a definição de estratégias envolvendo o uso de agricultura irrigada e políticas para gerenciamento do uso das águas nas respectivas bacias hidrográficas e políticas de gestão do uso da água nas diferentes regiões do Brasil.

Material e Métodos

Inicialmente, para cada Estado ou conjunto de Estados geograficamente próximos, foram gerados mosaicos de imagens do satélite Landsat 8-TM de 2013 e de 2014, disponibilizadas pelo USGS (United States Geological Survey)

(<http://earthexplorer.usgs.gov/>). A composição colorida das imagens foi realizada utilizando o programa livre *Hypercube* (<http://www.agc.army.mil/hypercube/>), considerando a composição de bandas 6548R, sendo a banda 8 convertida para a forma de realce de relevo, e aumento da resolução espacial para 15 m, para facilitar a visualização dos pivôs (Figura 1).

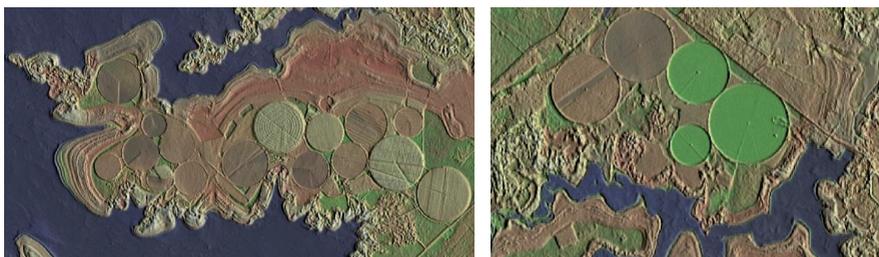


Figura 1. Realce de feições com o uso de sombras de relevo para a identificação dos equipamentos de irrigação por pivôs centrais: a) realce de pivôs inativos, b) realce de pivôs ativos e inativos.

As imagens foram convertidas para o formato *kmz* (*keyhole mark-up language*) usando o software *Global Mapper*, para visualização na plataforma *Google Earth*. Para tal, foram georreferenciadas para o *Datum WGS84* (*World Geographic System*) e unidade das coordenadas geográficas em graus decimais. Foram considerados pivôs centrais as feições circulares identificadas na imagem, com área maior do que 2 ha (raio a partir de ~80 m). Para identificação dos pivôs foi considerada uma altitude do ponto de visão de 10 km; e para demarcação e digitalização dos polígonos correspondentes à área ocupada por cada pivô central, uma altitude de 5 km. Como a procura pelos pivôs de irrigação foi visual, finalizada a primeira fase da digitalização foi efetuada conferência para

evitar que algum pivô existente deixasse de ser mapeado. Para tanto, foi gerado um arquivo com linhas auxiliares paralelas, distantes 5 km entre si, para ser visualizada no *programa Google Earth*, junto com os pivôs. Considerando o espaço entre as linhas, seguindo cada intervalo entre as linhas auxiliares, foi verificado se havia algum pivô não digitalizado anteriormente.

Após a digitalização das áreas irrigadas correspondentes a cada ano, os arquivos gerados no formato *kml* foram convertidos para o formato *shapefile*, possibilitando o cálculo da área ocupada por cada pivô central, efetuada pelo software livre *MapWindow* (www.mapwindow.org). Para o cálculo das áreas, o arquivo digitalizado foi reprojetoado para o *Datum SAD69 (South American 1969)* e a projeção cartográfica Cônica Equivalente de Albers (*Albers Equal Conic*) considerando o Meridiano Central -54; Paralelo Padrão 1: -2; Paralelo Padrão 2: -22 e Latitude de Origem: -12, com unidade das coordenadas geográficas em metros. A partir da sobreposição espacial com o mapa de bacias hidrográficas elaborado pela Agência Nacional de Águas – ANA (divisão hidrográfica nacional) e com a malha municipal digital disponibilizada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram identificados a bacia hidrográfica e o município em que cada pivô central estava situado. No caso de pivôs centrais localizados parcialmente em bacias hidrográficas ou municípios diferentes, foram consideradas a bacia hidrográfica e o município em que se localizava a maior parte do pivô central.

Resultados e Discussão

Os pivôs centrais mapeados referentes a 2013 e 2014 podem ser visualizados através do servidor de mapas interativos do

GeoPortal da Embrapa Milho e Sorgo, integrando as bases cartográficas sobre o Brasil (<http://geoportal.cnpms.embrapa.br> > Mapas Interativos > Bases cartográficas: Brasil > Pivôs Centrais).

Em 2013, foram identificados 17.878 pivôs centrais no Brasil, ocupando uma área irrigada de 1.179.176 ha (GUIMARÃES; LANDAU, 2014). Entre 2013 e 2014, foi observado um aumento de 11% no número de pivôs centrais e de 8% na área irrigada (19.928 pivôs centrais, 1.279.072 ha irrigados) (Figuras 2 a 4, Tabela 1). Em 2013, aproximadamente 90% dos pivôs concentraram-se em seis Estados: Minas Gerais (5.573 pivôs, 366.428 ha irrigados), São Paulo (3.528 pivôs, 168.674 ha), Goiás (2.872 pivôs, 210.724 ha irrigados), Bahia (2.792 pivôs, 192.223 ha irrigados), Rio Grande do Sul (1.111 pivôs, 76.081 ha irrigados) e Mato Grosso (555 pivôs, 67.071 ha irrigados), situação também observada para 2014, em que os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Goiás apresentaram aumento maior do que 13% no número de pivôs centrais em relação a 2013 (Figuras 5 e 6, Tabela 1).

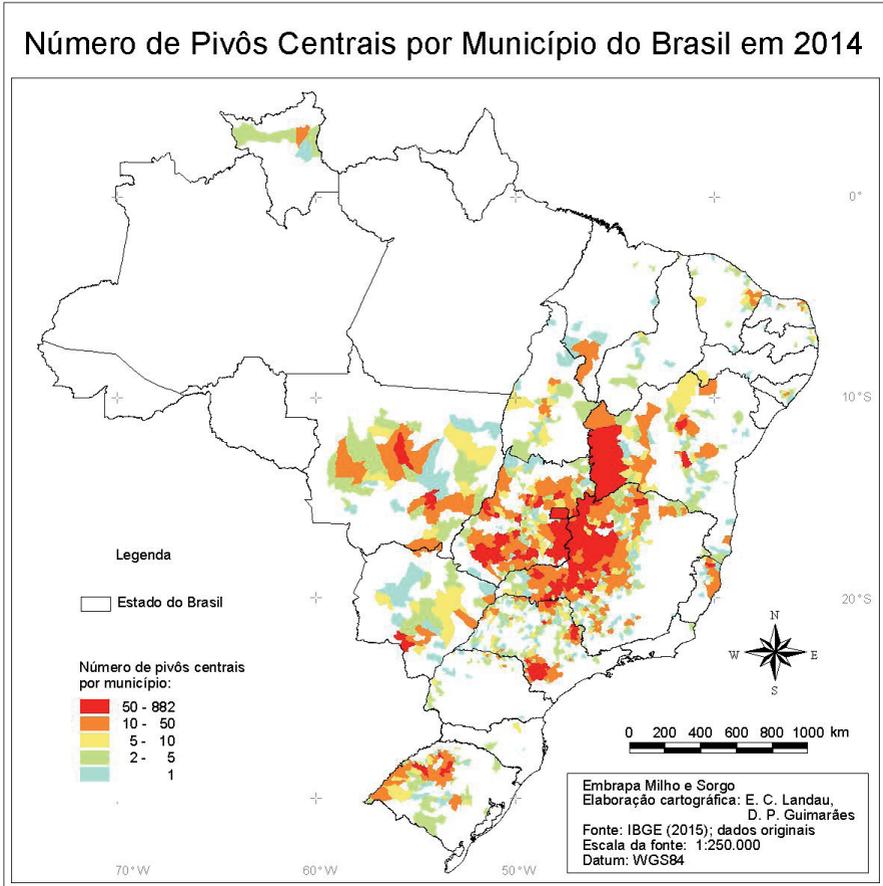


Figura 2. Representação cartográfica do número de pivôs centrais levantados por município do Brasil a partir da interpretação de imagens do satélite Landsat-8 de 2014.

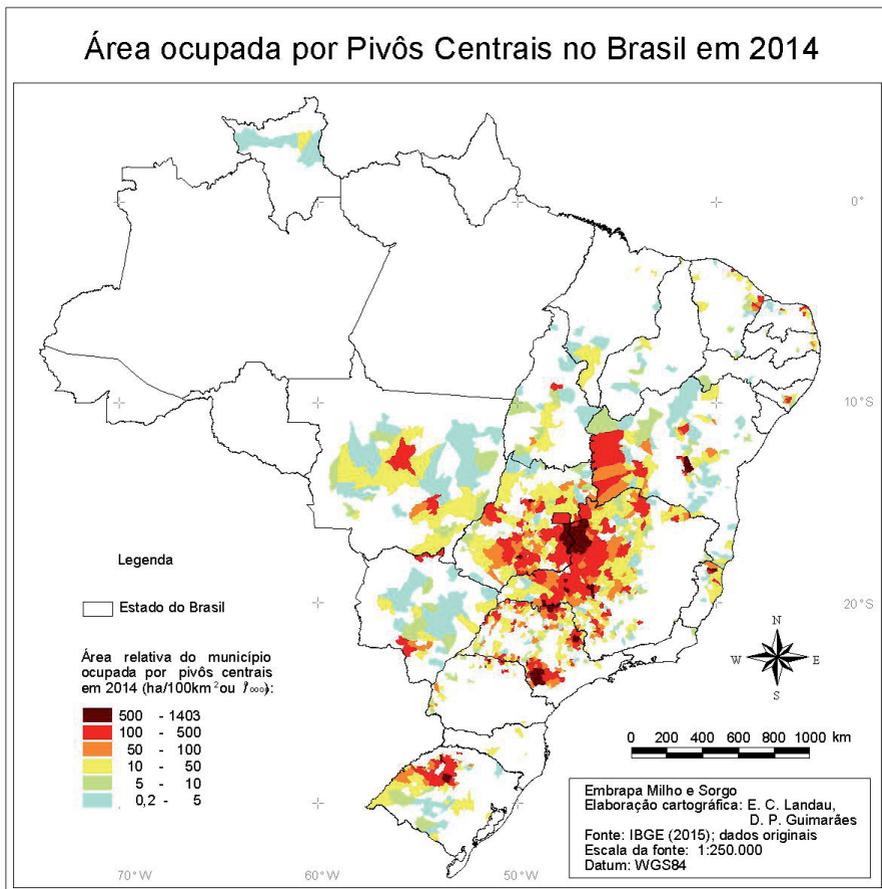


Figura 3. Representação cartográfica da área relativa de cada município do Brasil ocupada por pivôs centrais em 2014.

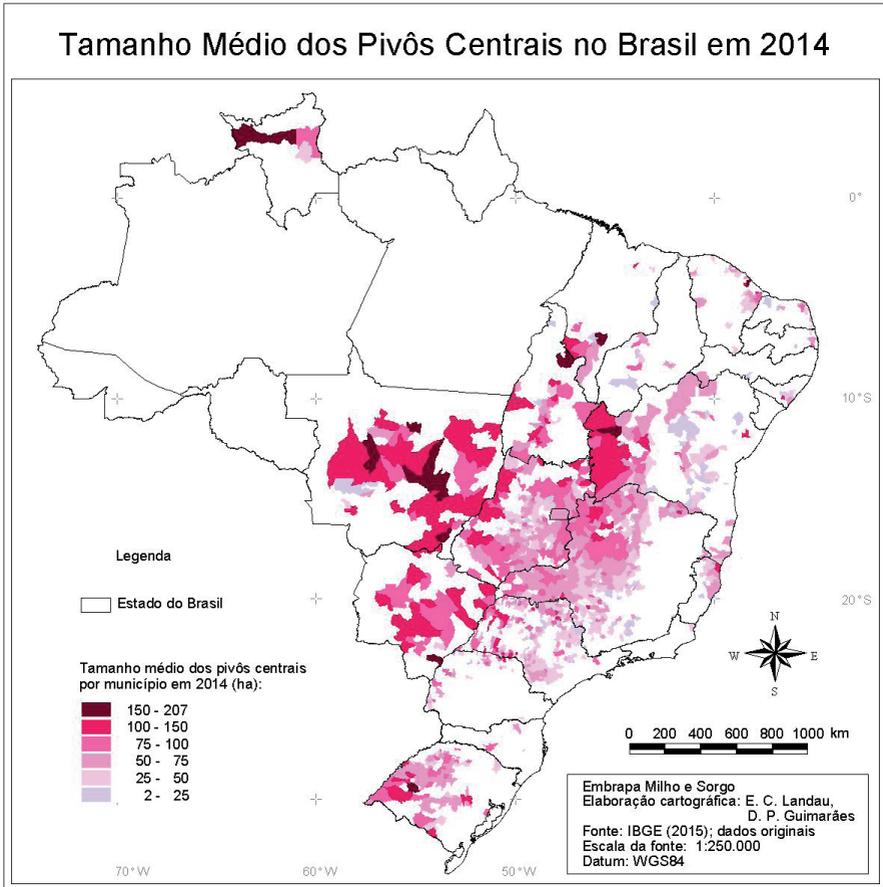


Figura 4. Representação cartográfica do tamanho médio dos pivôs centrais levantados por município do Brasil em 2014.

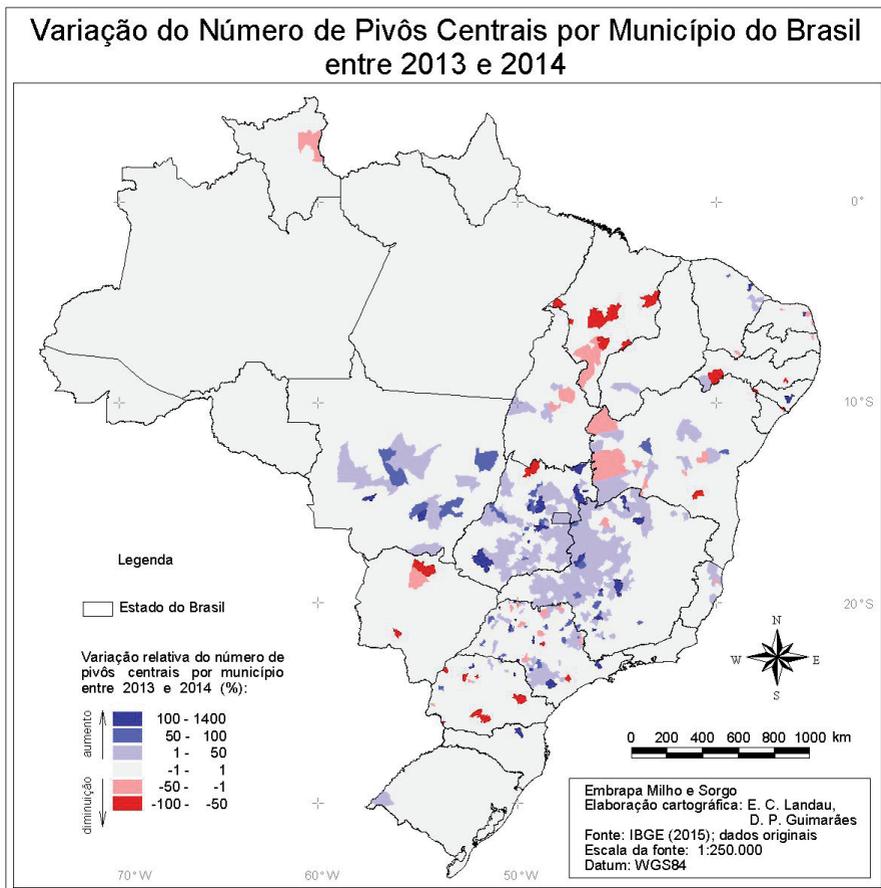


Figura 5. Variação relativa do número de pivôs centrais levantados por município do Brasil para 2013 e 2014.

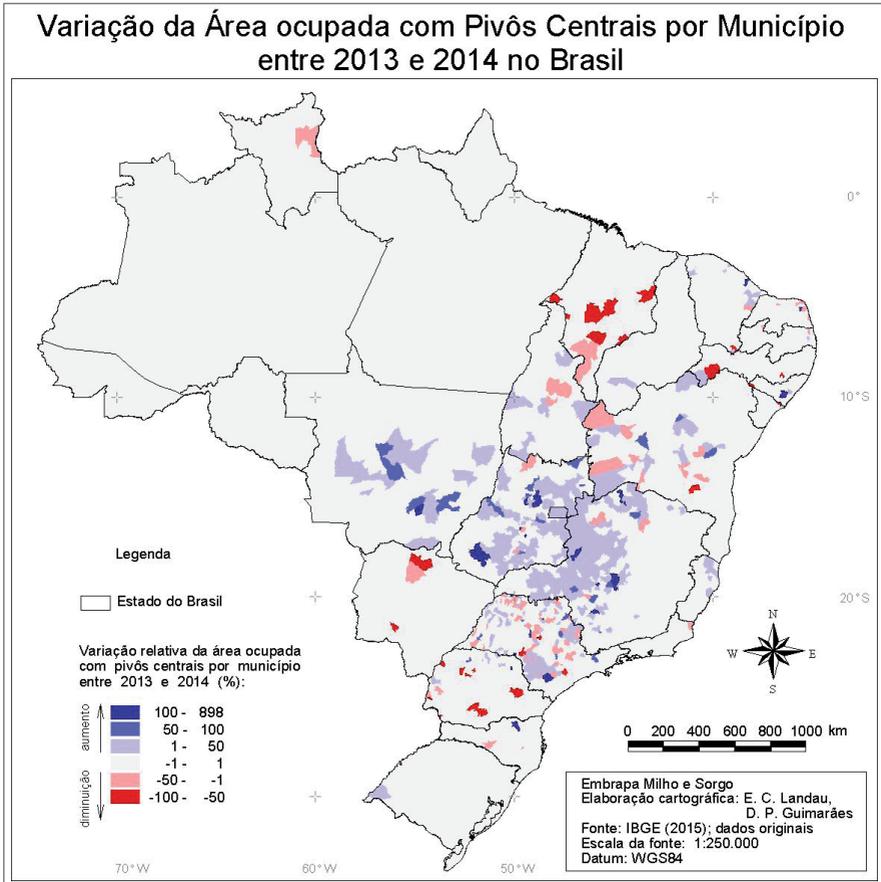


Figura 6. Variação relativa da área ocupada por pivôs centrais nos municípios do Brasil entre 2013 e 2014.

Tabela 1. Variação do número de pivôs centrais e da área ocupada por estes por Unidade da Federação do Brasil entre 2013 e 2014, em ordem decrescente de área ocupada por pivôs centrais.

Unidade da Federação	2013			2014			Comparação: 2013 x 2014	
	Número de pivôs centrais	Área ocupada por pivôs centrais (ha)	Área relativa ocupada por pivôs centrais (%)	Número de pivôs centrais	Área ocupada por pivôs centrais (ha)	Área relativa ocupada por pivôs centrais (%)	Varição no número de pivôs centrais (%)	Varição da área ocupada por pivôs centrais (%)
MG	5.573	366.428,13	0,02	6.318	406.020,57	0,02	13,37	10,80
GO	2.872	210.724,12	0,02	3.318	233.833,44	0,02	15,53	10,97
BA	2.792	192.223,48	0,01	2.999	201.521,58	0,01	7,41	4,84
SP	3.528	168.674,19	0,06	4.025	179.827,27	0,06	14,09	6,61
MT	553	67.071,14	0,02	664	80.106,70	0,02	20,07	19,44
RS	1.111	76.081,30	0,06	1.112	76.137,64	0,06	0,09	0,07
MS	245	25.882,30	0,02	277	29.983,98	0,02	13,06	15,85
ES	278	12.807,81	0,04	293	13.609,87	0,04	5,40	6,26
DF	218	13.212,38	0,01	225	13.478,66	0,01	3,21	2,02
TO	114	10.758,92	0,03	119	10.918,38	0,03	4,39	1,48
PR	156	9.201,84	0,15	170	9.662,30	0,16	8,97	5,00
CE	131	7.857,37	0,07	154	9.180,78	0,08	17,56	16,84
MA	118	7.531,35	0,01	63	4.308,67	0,00	-46,61	-42,79
RN	50	2.578,03	0,08	55	3.284,30	0,11	10,00	27,40
AL	21	775,13	0,12	49	1.981,18	0,31	133,33	155,59
RR	20	2.001,42	0,01	17	1.713,88	0,01	-15,00	-14,37
PI	23	1.180,90	0,03	27	1.266,36	0,03	17,39	7,24
PB	23	1.035,29	0,11	23	1.135,03	0,12	0,00	9,63
SC	6	393,82	0,05	9	548,97	0,07	50,00	39,40
PE	36	2.333,52	0,02	9	467,43	0,00	-75,00	-79,97
RJ	2	86,37	0,04	2	84,58	0,04	0,00	-2,07
SE	8	336,78	0,18	0	0,00	0,00	-100,00	-100,00
Total	17.878	1.179.175,61		19.928	1.279.071,57			

Entre 2013 e 2014, em alguns Estados, foi observada variação considerável no número de pivôs. Os que apresentaram maior aumento no número de pivôs no período foram: Alagoas (133%), Santa Catarina (50%), Mato Grosso (20,07%), Ceará (17,56%), Piauí (17,39%), Goiás (15,53%), São Paulo (14,09%), Minas Gerais (13,37%), Mato Grosso do Sul (13,06%) e Rio Grande do Norte (10%). Outros Estados, porém, apresentaram diminuição no número de pivôs centrais entre 2013 e 2014, como é o caso de Sergipe (-100%), Pernambuco (-75%), Maranhão (-46,61%) e Roraima (15%) (Figuras 5 e 6, Tabela 1). Em 2013 e 2014, não foram identificados pivôs centrais nas imagens de satélite dos Estados do Pará, Amazonas, Rondônia, Amapá e Acre.

Em termos de área relativa ocupada por pivôs centrais, as Unidades da Federação com maior área relativa ocupada por pivôs centrais foram: Sergipe (0,18%), Paraná (0,15%), Alagoas (0,12%) e Paraíba (0,11%). Já em 2014, os Estados com maior área relativa ocupada por pivôs centrais foram: Alagoas (0,31%), Paraná (0,16%), Paraíba (1,12%) e Rio Grande do Norte (0,11%) (Figura 3, Tabela 1).

Quanto ao tamanho médio dos pivôs centrais por Estado, observou-se aumento em mais do que 5% nos Estados do Rio Grande do Norte (15,81%), Paraíba (9,63%), Alagoas (8,54%) e Maranhão (7,15%), indicando um provável crescimento no nível tecnológico nesses Estados, ou retirada de pivôs centrais menores. Por outro lado, em outros Estados, foi observada diminuição do tamanho médio dos pivôs centrais, quais sejam: São Paulo (-6,55%), Santa Catarina (-7,07%), Piauí (-8,65%) e Pernambuco (-19,87%) (Figura 4, Tabela 2). Os maiores aumentos no número de pivôs centrais foram observados em

bacias hidrográficas das Regiões Hidrográficas do Atlântico Nordeste Oriental (+122% na Bacia do Litoral AL PE, 101,94% na bacia Litoral CE), do Paraguai (+88,67% na do Planalto Paraguai) e do Atlântico Sudeste (+48,3% na do Paraíba do Sul).

Tabela 2. Variação do tamanho médio dos pivôs centrais entre 2013 e 2014 por Unidade da Federação do Brasil, em ordem decrescente de área ocupada por pivôs centrais.

Unidade da Federação	2013			2014			Comparação: 2013 x 2014	
	Área ocupada por pivôs centrais (ha)	Tamanho médio dos pivôs centrais (ha): média ± desvio padrão		Área ocupada por pivôs centrais (ha)	Tamanho médio dos pivôs centrais (ha): média ± desvio padrão		Varição da área ocupada por pivôs centrais (%)	Varição no tamanho médio dos pivôs centrais (%)
MG	366.428,13	65,75 ± 37,12		406.020,57	64,26 ± 38,17		10,80	-2,26
GO	210.724,12	73,37 ± 37,79		233.833,44	70,47 ± 38,73		10,97	-3,95
BA	192.223,48	68,85 ± 47,46		201.521,58	67,20 ± 50,67		4,84	-2,40
SP	168.674,19	47,81 ± 33,03		179.827,27	44,68 ± 32,62		6,61	-6,55
MT	67.071,14	121,29 ± 41,54		80.106,70	120,64 ± 41,80		19,44	-0,53
RS	76.081,30	68,48 ± 34,52		76.137,64	68,47 ± 34,50		0,07	-0,02
MS	25.882,30	105,64 ± 25,47		29.983,98	108,25 ± 27,35		15,85	2,46
ES	12.807,81	46,07 ± 19,78		13.609,87	46,45 ± 20,57		6,26	0,82
DF	13.212,38	60,61 ± 31,39		13.478,66	59,91 ± 31,38		2,02	-1,16
TO	10.758,92	94,38 ± 73,82		10.918,38	91,75 ± 72,49		1,48	-2,78
PR	9.201,84	58,99 ± 30,74		9.662,30	56,84 ± 33,10		5,00	-3,64
CE	7.857,37	59,98 ± 30,38		9.180,78	59,62 ± 32,80		16,84	-0,61
MA	7.531,35	63,83 ± 32,96		4.308,67	68,39 ± 32,70		-42,79	7,15
RN	2.578,03	51,56 ± 24,15		3.284,30	59,71 ± 32,77		27,40	15,81
AL	775,13	36,91 ± 14,48		1.981,18	40,43 ± 20,64		155,59	9,54
RR	2.001,42	100,07 ± 53,96		1.713,88	100,82 ± 56,07		-14,37	0,74
PI	1.180,90	51,34 ± 23,79		1.266,36	46,90 ± 24,48		7,24	-8,65
PB	1.035,29	45,01 ± 26,21		1.135,03	49,35 ± 28,00		9,63	9,63
SC	393,82	65,64 ± 35,69		548,97	61,00 ± 30,50		39,40	-7,07
PE	2.333,52	64,82 ± 17,42		467,43	51,94 ± 28,67		-79,97	-19,87
RJ	86,37	43,19 ± 0,22		84,58	42,29 ± 0,62		-2,07	-2,07
SE	336,78	42,10 ± 27,98		0,00	0,00 ± 0,00		-100,00	
Total	1.179.175,61			1.279.071,57				

Em termos de bacias hidrográficas, 26,28% dos pivôs centrais situa-se na Bacia do Médio Rio São Francisco (na Região Hidrográfica do Rio São Francisco); 19,09% na Bacia do Alto Paranaíba; 8,42% na do Rio Grande e 7,54% na do Paranapanema, as três últimas na Região Hidrográfica do Rio Paraná (Tabela 3). Na Bacia do Médio São Francisco, a maioria dos pivôs concentra-se nas sub-bacias do Grande São Francisco 1 e Paracatu 2 (respectivamente, 8,07% e 8,04% dos pivôs do Brasil). Na Bacia do Alto Paranaíba, concentram-se nas sub-bacias dos Rios São Marcos e Paranaíba 2 (respectivamente, 7,99% e 5,05% dos pivôs do país). Na Bacia do Paranapanema, concentram-se na sub-bacia do Rio Paranapanema 5 (6,48% dos pivôs do Brasil).

Apesar de transcorrido apenas um ano entre os levantamentos comparados, verificou-se variação maior do que 5% no número de pivôs centrais do país. Embora a metodologia adotada para efetuar ambos os levantamentos tenha sido a mesma, alguns responsáveis pela identificação visual dos pivôs centrais a partir das imagens de satélite mudaram, podendo ter havido divergências na consideração de algumas áreas duvidosas como pivôs centrais num ano e não no outro. De qualquer forma, acredita-se que essas diferenças não tenham sido significativas, sendo possível considerar as mudanças identificadas neste trabalho como observações dos padrões de mudanças e tendências de variação da área ocupada por pivôs centrais no país entre 2013 e 2014.

Segundo Müller (OECD, 2013), enquanto a população mundial dobrou de tamanho, o total de áreas ocupadas pela agricultura cresceu apenas 12%, indicando o enorme ganho de produtividade. Entretanto, mesmo com o avanço da tecnologia

agrícola, o cenário para as próximas décadas representa um enorme desafio, como demonstrado em Estocolmo pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). De acordo com as últimas projeções, até 2050 a população mundial deverá alcançar 9 bilhões de habitantes (hoje somos 7 bilhões) e, com isso, a demanda por alimentos subiria 70%. No modelo atual de produção, onde as áreas irrigadas têm grande importância, o consumo de água cresceria 55% para suprir a demanda de alimentos e, se isso ocorresse, a demanda global por água poderia ser maior do que a oferta em apenas 20 anos. Christofidis (2005) considera que, em função de sua disponibilidade hídrica, o Brasil teria um potencial 13% superior às capacidades mundiais de incorporação de novas áreas irrigadas.

Mesmo comparando anos consecutivos, foi observado aumento considerável no número de pivôs centrais no país, principalmente em áreas de Cerrado, apesar de 2013 e 2014 terem sido anos com estiagem prolongada nessas regiões, em que poderiam ser esperadas fortes restrições de uso d'água para fins de irrigação. Estima-se que o número de pivôs encontrados ainda apresenta tendências de forte crescimento, dada a crescente produção agrícola do país, impulsionada pelos altos valores das *commodities* agrícolas no mercado internacional e aumento da demanda pelo mercado interno.

Apesar do benefício potencial da irrigação para a produção agrícola do país, estratégias para promover o crescimento da produção agrícola baseadas no aumento de áreas irrigadas devem considerar restrições relacionadas com a disponibilidade, qualidade e conflitos de uso da água das bacias hidrográficas em que estão inseridas. Ações estimulando a

melhoria da qualidade da água, conservação de nascentes e áreas de preservação permanente, bem como o uso eficiente do recurso, contribuirão para a melhoria da qualidade e quantidade de água disponível, podendo permitir a maior expansão futura da área irrigada no país ou não. A dificuldade para a adoção dessas estratégias reside no fato de serem ações sem retorno imediato, contrariando a cultura imediatista predominante (PINHEIRO et al., 2009). A definição de estratégias de conservação e uso da água deverão considerar a quantidade, qualidade, conservação e os múltiplos usos pretendidos da água disponível por bacia hidrográfica. Assim, o monitoramento frequente das áreas consumidoras de água, como a área destinada à agricultura irrigada, é fundamental para o estabelecimento de políticas de gestão dos recursos dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental e econômica.

Conclusões

A adoção da agricultura irrigada possibilita o aumento da produtividade e produção de diversas culturas agrícolas. A crescente produção agrícola do país, impulsionada pelos altos valores das *commodities* no mercado internacional e pelo aumento da demanda de alimentos no mercado interno, provavelmente demandará a expansão ainda maior das áreas irrigadas. Mesmo comparando as áreas irrigadas entre anos consecutivos e considerando a estiagem ocorrida em 2014, principalmente nas áreas de Cerrado, a partir do monitoramento das áreas ocupadas por pivôs centrais no país foi possível verificar a expansão considerável das áreas destinadas a irrigação. Além disso, com o aumento de incentivos econômicos para a produção de alimentos, prevê-se pressão para expansão futura das áreas irrigadas no país,

principalmente nas áreas com períodos de estiagem sazonal e temperaturas que permitem o plantio de culturas agrícolas irrigadas. Apesar do benefício potencial da irrigação para a produção agrícola do Brasil, estratégias para promover o aumento da produção agrícola baseadas no aumento de áreas irrigadas devem levar em consideração restrições relacionadas com a disponibilidade e conflitos de uso da água das bacias hidrográficas em que estão inseridas, considerando o manejo integrado das bacias hidrográficas.

Agradecimentos

Agradecemos à Agência Nacional de Águas (ANA), à Embrapa Milho e Sorgo e aos graduandos Michele Clarice e Paola Evangelista pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

Referências

- 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. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.19.16.25/doc/849.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2013.
- CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, S. H. (Org.). **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Rio de Janeiro: Garamont, 2002. p. 13-28.

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

FERREIRA, E.; TOLEDO, J. H. de; DANTAS, A. A. A.; PEREIRA, R. M. Cadastro das áreas irrigadas por pivôs centrais, em Minas Gerais, utilizando imagens do satélite CBERS-2B/CCD. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162011000400015&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 25 fev. 2013.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 23 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 40). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/90277/1/bol-40.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 40 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118126/1/bol-106.pdf>>. Acesso em: 13 nov. 2015.

GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, A. O.; MARTINS, R. F. Crescimento da agricultura irrigada por pivô central no Distrito Federal. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 9., 2012, Poços de Caldas. **Como a tecnologia pode auxiliar na preservação do meio ambiente**: anais. Poços de Caldas: GSC, 2012. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa>.

br/digital/bitstream/item/71976/1/Crescimento-agricultura.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2013.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 15 jun. 2011.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; REIS, R. J. dos. **Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Goiás e no Distrito Federal-Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 35 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 77). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94389/1/bol-77.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2014.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, D. P.; SOUZA, D. L. de **Caracterização ambiental das áreas com agricultura irrigada por pivôs centrais na região do Matopiba - Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 43 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 99). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113883/1/bol-99.pdf>. Acesso em: nov 2015.

PINHEIRO, J. C. V.; CARVALHO, R. M.; FREITAS, K. S. de. Análise do suprimento atual e potencial de água potável para os Municípios cearenses. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 21, n. 2, p. 107-121, ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v21n2/a08v21n2.pdf>>. Acesso em: 27mar. 2013.

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.

OECO. ONU aponta desafio no uso da água na agricultura. Disponível em: <<http://www.oeco.com.br/reportagens/25262-onu-aponta-desafio-no-uso-da-agua-na-agricultura>>. Acesso em: 26 mar. 2013.

PIVOT. **Irrigação notícias**. Disponível em: <<http://www.pivot.com.br/irrigacao/pivo/?ir=3&id=2026>>. Acesso em: 06 mar. 2013.

SANDRI, D.; CORTEZ, D. de A. Parâmetros de desempenho de dezesseis equipamentos de irrigação por pivô central. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 271-278, 2009.

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. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v8n2-3/v8n2a26.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

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. Disponível em: <http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

SILVEIRA, J. M. de C. A importância da agricultura irrigada na Sub-bacia Tambaú/Verde, Região Nordeste Paulista. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 8, n. 2, 2011. Disponível em:

<http://www.aptaregional.sp.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1108&Itemid=284>. Acesso em: 22 jun. 2014.

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. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0498.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

