

Concentração de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de São Paulo - Brasil



Imagem de satélite Ikonos de março de 2014 disponível através do programa Google Earth, mostrando pivôs centrais situados no sul do Município de Paranapanema / SP (23,54oS, 48,71oW).

ISSN 1679-0154
Novembro 2014

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 100

Concentração de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de São Paulo - Brasil

Elena Charlotte Landau
Daniel Pereira Guimarães
Pedro Arthur de Azevedo Silva
Denise Luz de Souza

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2014

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: cnpms.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Dagma Dionísia da Silva, Maria Marta Pastina, Monica Matoso Campanha, Paulo Eduardo de Aquino Ribeiro 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: Elena Charlotte Landau

1ª edição

1ª impressão (2014): 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

Concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de São Paulo - Brasil / Elena Charlotte Landau ... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

37 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 100).

1. Irrigação. 2. Agricultura. 3. Produtividade. 4. Equipamento de irrigação. I. Landau, Elena Charlotte. II. Série.

CDD 631.587 (21. ed.)

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões	27
Agradecimentos	28
Referências	28

Concentração de Áreas Irrigadas por Pivôs Centrais no Estado de São Paulo - Brasil

*Elena Charlotte Landau*¹

*Daniel Pereira Guimarães*²

*Pedro Arthur de Azevedo Silva*³

*Denise Luz de Souza*⁴

Resumo

Foram mapeadas as áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de São Paulo em 2013, através da identificação visual, com base no mosaico formado por imagens do satélite Landsat 8 OLI /TIRS de 2013, exibido no programa *Google Earth*. Foram identificados 3.528 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 168.674,19 ha. A maior concentração de pivôs centrais ocorreu nos municípios de Guaira (314 pivôs, 13.554,24 ha), Casa Branca (264 pivôs, 11588,22 ha), Itaí (264 pivôs, 13.835,65 ha), Paranapanema (247 pivôs, 11.670,20 ha) e Itapeva (204 pivôs, 11.385,07 ha). Mais de 90% das áreas irrigadas por pivôs centrais localizaram-se nas bacias hidrográficas dos Rios

¹Bióloga, D.Sc. em Zoneamento Ecológico - Econômico, Agroclimatologia e Geoprocessamento, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, charlotte.landau@embrapa.br

²Engenheiro Florestal, D.Sc. em Manejo Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, daniel.guimaraes@embrapa.br

³Graduando em Engenharia Agrônoma na UFSJ e Estagiário na Embrapa/CNPMS, Sete Lagoas, MG, pedroarthursilva@hotmail.com

⁴Graduanda em Engenharia Ambiental na UNIFEMM e Estagiária na Embrapa/CNPMS, Sete Lagoas, MG, deniseluz39@gmail.com

Paranapanema (48,57%) e Grande (41,91%). O tamanho dos pivôs variou entre 1,60 ha e 232,34 ha. Com o aumento de incentivos econômicos para a produção de alimentos prevê-se pressão para aumento das áreas irrigadas no Estado. Apesar do benefício potencial da irrigação para a produção agrícola do país, 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 uso eficiente do recurso, contribuirão para a melhoria da qualidade e quantidade de água disponível, podendo permitir a futura expansão da área irrigada no Estado ou não.

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

Distribution of Areas Irrigated by Center Pivots in the State of São Paulo Brazil

Elena Charlotte Landau¹

Daniel Pereira Guimarães²

Pedro Arthur de Azevedo Silva³

Denise Luz de Souza⁴

Abstract

The areas irrigated by center pivots in 2013 in the State of São Paulo (Brazil) were digitalized through visual identification based on a mosaic formed by images of the satellite Landsat 8 OLI /TIRS from 2013, displayed using the Google Earth program. 3,528 center pivots were identified, covering an irrigated area of 168,674.19 ha. The highest concentration of center pivots occurred in the municipalities of Guaira (314 pivots, 13,554.24 ha), Casa Branca (264 pivots, 11,588.22 ha), Itai (264 pivots, 13,835.65 ha), Paranapanema (247 pivots, 11,670.20 ha) and Itapeva (204 pivots, 11,385.07 ha). More than 90% of irrigated areas were located at the Paranapanema (48.57%) and Grande (41.91%) River Basins. The size of the pivots ranged between 1.60 ha and 232.34 ha, with large and small pivots occurring on the different regions of the State. Considering the increasing economic incentives for food production, it is expected an increasing trend of irrigated areas. 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 water sources 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 the future expansion of irrigated areas in the State or not.

Keywords: irrigated agriculture, remote sensing, *Google Earth*

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). A agricultura irrigada permite 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). A irrigação por pivôs centrais, em muitas regiões, ainda possibilita a sucessão de até três cultivos irrigados ao longo do ano agrícola, como por exemplo, cultivos de milho, feijão e olerícolas (SILVEIRA, 2011).

No caso das culturas irrigadas de soja, milho, café, feijão e outras, um dos sistemas de irrigação mais utilizado é o

pivô central. Neste, a área é irrigada por um sistema móvel, constituído por uma barra com aspersores que se movimenta em torno de um ponto fixo (Figura 1). A barra movimenta-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, 2006). 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 representa apenas 18% da área cultivada, respondendo por aproximadamente 42% da produção total de alimentos. De acordo com Schmidt et al. (2004), o Estado de São Paulo possuía 1.305 conjuntos de irrigação por pivô central. Entretanto, conforme 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 obter alta eficiência de aplicação e distribuição de água.

Em termos geográficos, de acordo com Landau et al. (2013b), as Microrregiões do Estado de São Paulo com maior porcentagem de estabelecimentos rurais com pivôs centrais em 2006 eram: São Joaquim da Barra, Avaré, São Joaquim da Boa Vista, Itapeva e Itapetininga. Os autores basearam-se em levantamento realizado pelo IBGE, que considerou o número de estabelecimentos rurais com e sem pivôs centrais por município, não sendo possível a quantificação de pivôs centrais do Estado, pela falta de dados sobre o número de pivôs centrais por estabelecimento, a área destinada à agricultura irrigada ou a localização destes em termos de bacia/sub-bacia hidrográfica. Adicionalmente, levantamentos realizados durante censos estão sujeitos às respostas dadas pelos agricultores informantes que, muitas vezes, podem sonegar informações temendo aumento da carga tributária ou outras razões.

É provável que o número de pivôs centrais no Estado tenha aumentado consideravelmente em relação aos levantamentos anteriores, sendo importante a realização de um levantamento atualizado que permita identificar a localização geográfica e a área irrigada por pivô central, possibilitando conhecer, com maior exatidão, a situação da agricultura irrigada no Estado. Metodologias como as utilizadas por Ferreira et al. (2011), Guimarães e Landau (2011), Toledo et al. (2011), Guimarães et al. (2012) e Landau et al. (2013a), que mapearam os pivôs centrais ocorrentes nos Estados de Minas Gerais, Distrito Federal e Goiás a partir de imagens de satélite de 2008 a 2010, possibilitam o mapeamento de cada pivô central, permitindo a realização de análises relacionadas com a localização geográfica e tamanho de cada um. Apesar da existência de tecnologias para mapeamento de pivôs centrais, por ser trabalhosa e demorada a realização deste tipo de levantamento

para extensas áreas, a maioria dos Estados carece deste tipo de mapeamento. Este trabalho objetivou mapear e quantificar os pivôs centrais do Estado de São Paulo, identificando a localização, tamanho e distribuição geográfica destes por mesorregião, microrregião, município e bacia hidrográfica, 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 no Estado.

Material e Métodos

Inicialmente, foi gerado um mosaico de imagens do satélite Landsat 8 OLI /TIRS de 2013, 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 4328R, sendo a banda PAN com realce de relevo e resolução espacial de 15 m, para facilitar a visualização dos pivôs. As imagens foram convertidas para o formato *kml* (*Keyhole Markup Language*) para visualização na plataforma *Google Earth* usando o programa *Global Mapper*. Para tal, as imagens foram georreferenciadas para o *Datum WGS84* (*World Geographic System 1984*), e adotando coordenadas geográficas em graus decimais. Além disto, foi considerada uma altitude do ponto de visão de 10 km para identificação e 5 km para demarcação e digitalização dos polígonos correspondentes à área ocupada por cada pivô central do Estado.

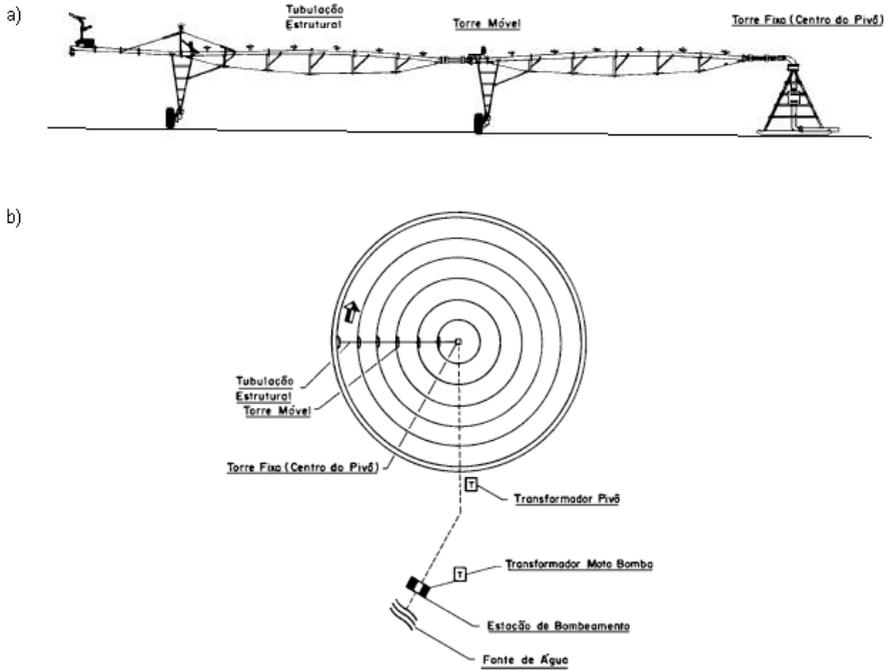


Figura 1. Desenho esquemático mostrando como funciona um pivô central, formado por um conjunto de barras com aspersores que giram em torno de um eixo central, irrigando uma área com formato circular: a) vista lateral de um pivô central, b) esquema de instalação de um pivô central em campo (Fonte: adaptado de TESTESLAF, 2014).

Após, o arquivo gerado no formato *kml* foi convertido para o formato *shapefile*, possibilitando o cálculo da área ocupada por cada pivô central, efetuada pelo programa 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 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 (2001) e com a malha municipal digital disponibilizada pelo 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. A declividade predominante do local em que o pivô central está situado foi obtida a partir da sobreposição espacial com o mapa de declividade gerado a partir da base disponível em Gamache (2009), seguindo metodologia apresentada em Guimarães et al. (2008) e considerando classes de aptidão agrícola propostas por Ramalho filho e Beek (1995).

Resultados e Discussão

Foram identificados 3.528 pivôs centrais no Estado de São Paulo, ocupando uma área irrigada de 168.674,19 ha (0,68% da área do Estado). Foram observados pivôs em 186 (28,84%) dos municípios do Estado. Quase 70% das áreas irrigadas por pivôs centrais em 2013 concentraram-se nas Microrregiões de Itapeva (21,32%), Avaré (17,03%), São Joaquim da Barra (15,81%) e São João da Boa Vista (13,05%). Os municípios com maior concentração de pivôs centrais foram: Guaíra (314 pivôs, 13.554,24 ha), Casa Branca (264 pivôs, 11.588,22 ha), Itaí (264 pivôs, 13.835,65 ha), Paranapanema (247 pivôs, 11.670,20 ha) e Itapeva (204 pivôs, 11.385,07 ha) (Figuras 2 e 3, Tabela 1). Os municípios com maior área relativa ocupada por pivôs centrais

(densidade de pivôs) foram: Casa Branca (13,39%), Itaí (12,44%), Taquarivaí (12,06%), Paranapanema (11,44%), Guaíra (10,77%) e Coronel Macedo (10,35%) (Tabela 2). As áreas de concentração de pivôs centrais no Estado, de forma geral, coincidem com o apresentado por Landau et al. (2013b), que se basearam no levantamento de estabelecimentos rurais do país com pivôs centrais realizado pelo IBGE em 2006. Já o número de pivôs centrais apresentou aumento considerável se comparado com o levantamento realizado anteriormente por Schmidt et al. (2004), que identificaram 1.305 equipamentos para o Estado no início da década de 2000, e também um aumento em torno de 10% em relação ao número de pivôs identificados em 2012 por Araújo et al. (2013) para as bacias hidrográficas dos Rios São José dos Dourados e Turvo / Grande, no Noroeste Paulista.

Mais de 90% das áreas irrigadas por pivôs centrais localizaram-se nas bacias hidrográficas dos Rios Paranapanema (48,57%) e Grande (41,91%), pertencentes à Região hidrográfica do Rio Paraná (Figura 3, Tabela 3). Na Bacia do Rio Paranapanema, os pivôs centrais concentraram-se na sub-bacia do Alto Paranapanema; já, na Bacia do Rio Grande, concentraram-se nas sub-bacias dos Rios Sapucaí / Grande, Mogi-Guaçu, Baixo Pardo / Grande e Pardo.

Tabela 1. Municípios do Estado de São Paulo com maior área ocupada por pivôs centrais em 2013.

Município	Microrregião	Número de Pivôs Centrais	Área ocupada por Pivôs Centrais (ha)
Itaí	Avaré	264	13.835,65
Guaíra	São Joaquim da Barra	314	13.554,24
Paranapanema	Avaré	247	11.670,20
Casa Branca	São João da Boa Vista	264	11.588,22
Itapeva	Itapeva	204	11.385,07
Itaberá	Itapeva	111	7.372,33
Miguelópolis	São Joaquim da Barra	143	7.248,13
Buri	Itapeva	93	5.650,41
Taquarituba	Itapeva	118	4.392,50
Angatuba	Itapetininga	74	3.254,11
Coronel Macedo	Itapeva	51	3.153,18
Morro Agudo	São Joaquim da Barra	35	3.138,24
Taquarivaí	Itapeva	56	2.809,27
Vargem Grande do Sul	São João da Boa Vista	77	2.557,84
Piraju	Ourinhos	50	2.358,92
Mococa	São João da Boa Vista	99	2.297,32
Itapetininga	Itapetininga	42	2.186,46
Pereira Barreto	Andradina	22	2.127,67
Itapura	Andradina	24	2.083,30
Aguaí	Pirassununga	47	2.071,16

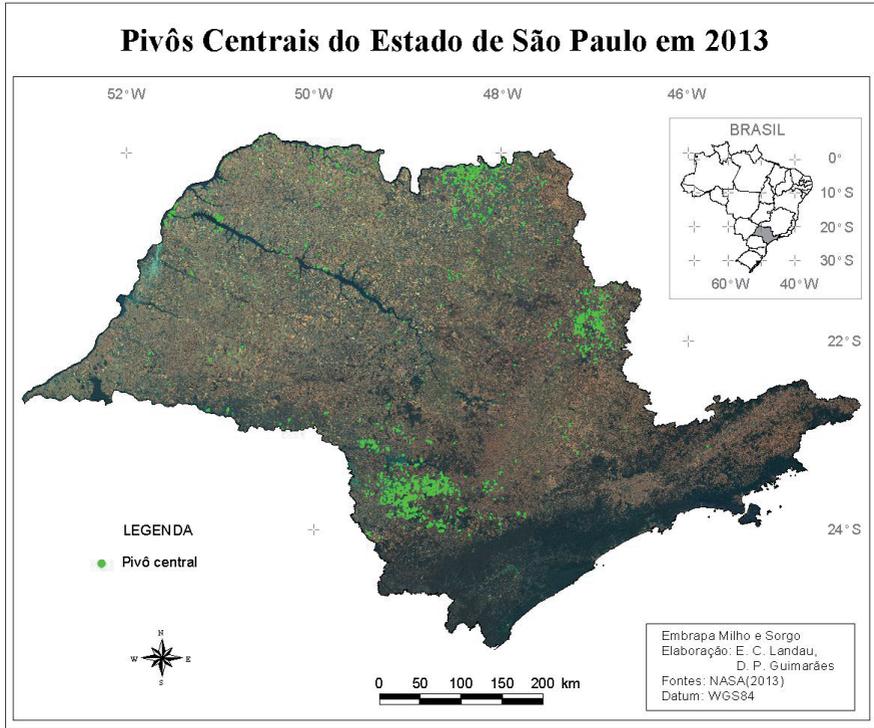


Figura 2. Mosaico de imagens do satélite Landsat 8OLI /TIRS, evidenciando a localização geográfica dos pivôs centrais do Estado de São Paulo.



Figura 3. Localização geográfica dos pivôs centrais em 2013 em relação às principais regiões e bacias hidrográficas, mesorregiões, microrregiões e municípios do Estado de São Paulo - Brasil.

Tabela 2. Municípios do Estado de São Paulo com maior área relativa ocupada por pivôs centrais em 2013.

Município	Microrregião	Área relativa do Município Ocupada por Pivôs Centrais (%)	Área Ocupada por Pivôs Centrais (ha)	Número de Pivôs Centrais
Casa Branca	São João da Boa Vista	13,39	11.588,22	264
Itaí	Avaré	12,44	13.835,65	264
Taquarivaí	Itapeva	12,06	2.809,27	56
Paranapanema	Avaré	11,44	11.670,20	247
Guaira	São Joaquim da Barra	10,77	13.554,24	314
Coronel Macedo	Itapeva	10,35	3.153,18	51
Taquarituba	Itapeva	9,82	4.392,50	118
Itobi	São João da Boa Vista	9,78	1.355,02	52
Vargem Grande do Sul	São João da Boa Vista	9,60	2.557,84	77
Miguelópolis	São Joaquim da Barra	8,77	7.248,13	143
Bernardino de Campos	Ourinhos	7,36	1.795,98	28
Itaberá	Itapeva	6,81	7.372,33	111
Itapura	Andradina	6,78	2.083,30	24
Itapeva	Itapeva	6,23	11.385,07	204
Buri	Itapeva	4,73	5.650,41	93
Piraju	Ourinhos	4,67	2.358,92	50
Santa Cruz das Palmeiras	Pirassununga	4,52	1.337,29	25
São José do Rio Pardo	São João da Boa Vista	4,49	1.882,00	150
Aguai	Pirassununga	4,38	2.071,16	47
Manduri	Ourinhos	3,79	867,28	16

Tabela 3. Localização geográfica dos pivôs centrais do Estado de São Paulo em 2013 por sub-bacia hidrográfica.

Região Hidrográfica do Brasil	Bacia Hidrográfica do(s) Rio(s)	Sub-bacia Hidrográfica do(s) Rio(s)	Número de Pivôs Centrais	Área Ocupada por Pivôs Centrais (ha)	Área Ocupada por Pivôs Centrais (%)
Atlântico Sudeste	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	1	132,74	0,08
Paraná	Aguapeí-Peixe	Aguapeí	6	779,88	0,46
		Peixe	4	449,59	0,27
	Grande	Baixo Pardo/Grande	282	15.780,46	9,36
		Mogi Guaçu	409	16.392,54	9,72
		Pardo	534	14.579,42	8,64
		Sapucai/Grande	365	17.370,14	10,30
		Turvo/Grande	145	6.562,25	3,89
Marg.Dir.Paraná	São Jose dos Dourados	29	2.253,88	1,34	
	Paranapanema	Alto Paranapanema	1.473	76.358,00	45,27
		Médio Paranapanema	78	4.351,54	2,58
		Pontal do Paranapanema	15	1.222,61	0,72
	Tietê	Baixo Tietê	106	9.102,64	5,40
		Piracicaba/Capivari/Jundiá	29	916,78	0,54
		Tietê/Batalha	15	883,65	0,52
		Tietê/Jacaré	11	497,33	0,29
		Tietê/Sorocaba	26	1.040,75	0,62
Total			3.528	168.674,19	100,00

Em relação ao relevo, conforme o esperado e também observado por Landau et al. (2013a, b) para o Estado de São Paulo e para outros Estados, notou-se maior concentração de pivôs centrais em áreas com relevo plano a moderadamente ondulado, já que declividades acima de 13% representam limitações para a mecanização na agricultura (Figura 4).



Figura 4. Localização geográfica dos pivôs centrais do Estado de São Paulo em 2013 em relação às principais bacias hidrográficas e à variação da declividade. Declividades acima de 13% representam limitações para a mecanização na agricultura.

Quanto ao tamanho dos pivôs foi observada variação considerável, ocorrendo pivôs entre 1,60 e 232,34 ha (Figuras 5 e 6). Mais da metade dos pivôs centrais do Estado (51,02%) apresentaram áreas entre 11 e 46 ha. O tamanho médio dos pivôs foi de $47,81 \pm 33,03$ ha, maior do que o observado por Schmidt et al. (2004) para o Estado de Minas Gerais, que foi de apenas 35,39 hectares; porém menor do que o observado por Guimarães e Landau (2011) para o Estado vizinho de Minas Gerais em 2010, que foi de 68 ha; e muito menor do que o tamanho médio levantado por Landau et al. (2013a) para os Estados de Goiás e Distrito Federal em 2010, que foi de $76,2 \pm 35,9$ ha.

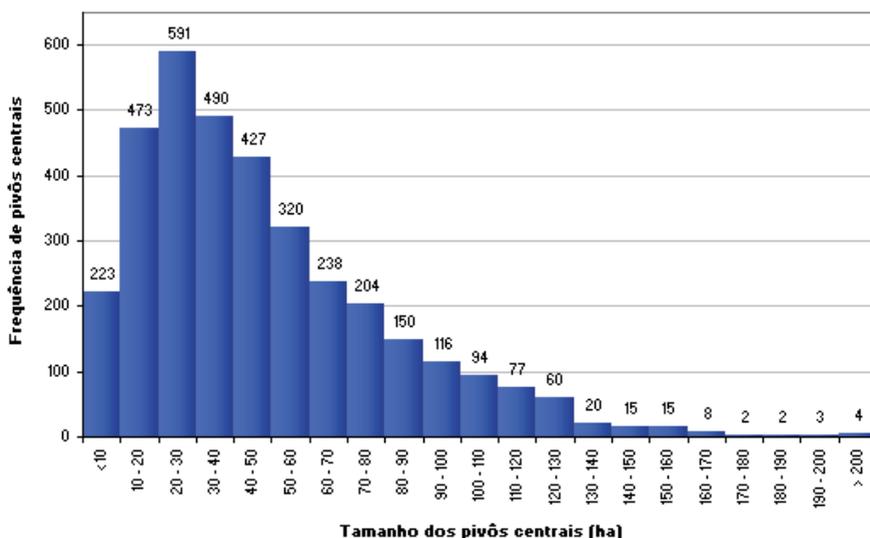


Figura 5. Variação do tamanho dos pivôs centrais do Estado de São Paulo em 2013. Os 3.528 pivôs centrais apresentaram tamanho médio de $47,81 \pm 33,03$ ha.

Não foi verificada relação entre o tamanho dos pivôs e a localização geográfica deles, ocorrendo pivôs grandes e

pequenos nas diferentes regiões de concentração de pivôs centrais do Estado de São Paulo (Figura 6).

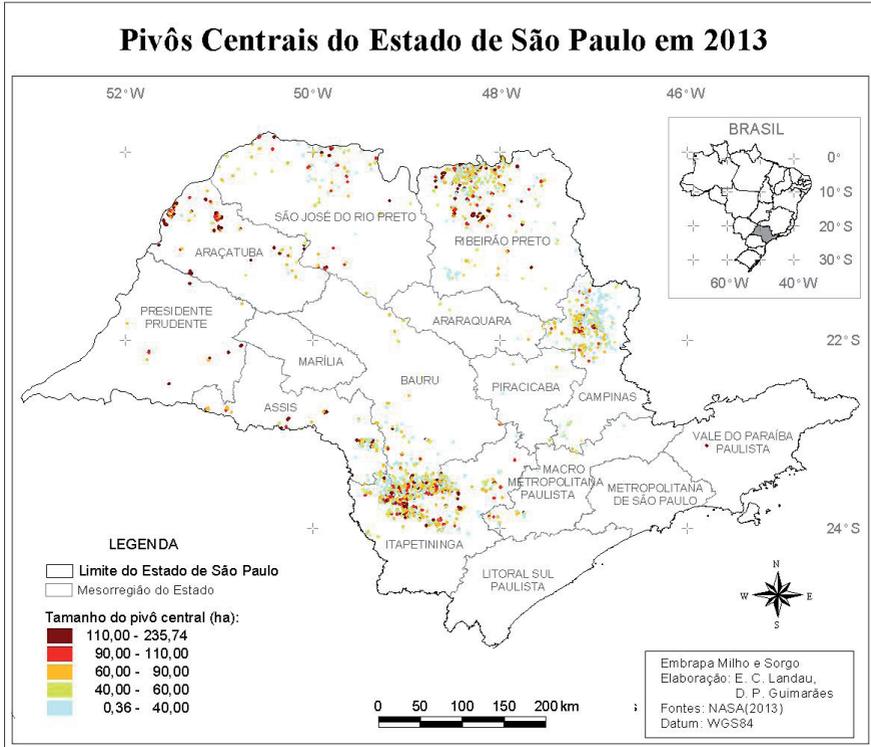


Figura 6. Variação geográfica do tamanho dos pivôs centrais do Estado de São Paulo em 2013.

Os municípios em que ocorreram os maiores pivôs centrais (maiores do que 200 ha) situam-se em Microrregiões com as maiores concentrações de pivôs centrais do Estado: Itapeva e Ituverava. Foram identificados quatro pivôs centrais com área maior do que 200 ha, situados nos municípios de Itaberá (pivôs com 235,74 e 226,42 ha), Aramina (pivô com 234,96 ha) e Itapeva (pivô com 226,05 ha). Os menores pivôs centrais também foram observados em Microrregiões em que ocorre

concentração de pivôs centrais, quais sejam: São João da Boa Vista e Jaboticabal. Foram identificados três pivôs centrais com área menor do que 2 ha, situados nos municípios de Monte Alto (pivôs com 1,60 ha), São José do Rio Pardo (pivôs com 1,90 ha) e Mococa (pivô com 1,90 ha).

A adoção de sistemas de irrigação proporciona um aumento de produtividade para diversas culturas agrícolas. Por outro lado, a agricultura irrigada demanda o uso de grande volume d'água e energia, sendo apontada como a principal fonte de captação da água disponível nos mananciais, representando mais do que 70% da água consumida pela humanidade (SETTI et al., 2001). Conforme Christofidis (2008), durante a segunda metade do século XX a população mundial dobrou, no mesmo período em que o consumo de água quadruplicou. Segundo Müller (FALEIROS, 2013), enquanto a população mundial dobrou de tamanho o total de áreas ocupadas pela agricultura cresceu apenas 12%, revelando 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. Conforme Müller (FALEIROS, 2013), diretor do Programa de Recursos Naturais da FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura), dois fatores ainda tornarão

a relação entre água e agricultura mais complicada no futuro próximo: o crescimento do consumo de proteína animal nos países em desenvolvimento e a competição pelo uso da água entre a agricultura e a energia.

Christofidis (2005) considerou que, em função de sua disponibilidade hídrica, o Brasil teria um potencial 13% superior às capacidades mundiais de incorporação de novas áreas irrigadas. Apesar disso, o uso de irrigação na agricultura demanda cuidados e técnicas especiais para o aproveitamento racional da água, evitando o desperdício e contaminação do entorno (SETTI et al., 2001; ALBUQUERQUE et al., 2010). Se utilizada de forma incorreta, além de problemas quantitativos, a irrigação pode afetar drasticamente a qualidade dos solos, assim como a dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em função do uso de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos (SETTI et al., 2001).

Em termos ambientais, as principais causas que comprometem a oferta e qualidade da água, gerando os conflitos pelo uso da água, decorrem do assoreamento e poluição de cursos e corpos d'água (rios, açudes e lagoas), causados pela erosão, mineração e uso de agrotóxicos. O assoreamento diminui a vazão dos rios, reduzindo, portanto, a disponibilidade hídrica. Tomando como exemplo, dados da Diretoria de Pesquisa do IBGE mostram que 44% dos municípios brasileiros revelaram problemas de assoreamento dos rios como a principal causa de prejuízos nas atividades pesqueiras, sendo os principais Estados prejudicados o Ceará, o Rio Grande do Norte e a Bahia (PINHEIRO et al., 2009). O assoreamento da grande maioria dos corpos d'água está associado a práticas agrícolas inadequadas nas lavouras, tais como o desmatamento das margens dos rios e o uso

indiscriminado de queimadas que prejudicam a fertilização dos solos e favorecem a erosão. Com os solos desprotegidos, a água que deveria percolar para o lençol freático torna-se veículo de sedimentos para o leito dos rios e riachos, diminuindo a vazão e carreando sedimentos e resíduos para os reservatórios (LIMA et al., 2008).

Outra questão importante a considerar representa a eficiência do uso da água (COELHO, 2005; ALBUQUERQUE et al., 2010). 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.

Embora o Brasil seja o país mais bem dotado de reservas hídricas do Planeta, estas, por sua vez, não estão distribuídas de acordo com a concentração da população. Nem sempre onde ocorrem as maiores concentrações urbanas e altas demandas estão presentes as maiores porções dessas reservas hídricas, e isso causa sérios problemas em relação à manutenção do abastecimento das regiões mais populosas (ZOLIN et al., 2011). O aumento da demanda pelo uso da água, evidenciado nos últimos anos, vem causando sérios conflitos entre os seus usuários em muitas regiões da Terra fazendo, em muitos casos, com que a água se torne fator limitante para o desenvolvimento sustentável (PRUSKI et al., 2007). Assim, a gestão dos recursos naturais no âmbito de determinadas unidades geoambientais, tais como as microbacias hidrográficas e a organização produtiva, devem ser tarefas coletivas, pois a partir de um projeto participativo e negociado seria possível fazer com que cada comunidade defina como coletar e armazenar a água de escoamento, plantio de espécies nativas em nascentes, reposição de mata ciliar, cuidados com a área de recarga dos mananciais, implantar cordões de vegetação e obras civis que impeçam o assoreamento e as diferentes formas de erosão (PINHEIRO et al., 2009).

Adicionalmente, deve-se definir: área de plantio e o uso do solo; como escolher as lavouras e os tipos de produção animal; e o destino dos seus produtos. Para tanto, será necessário que cada microbacia ou conjunto de microbacias hidrográficas conte com consórcios ou associações que concebam e promovam as intervenções necessárias, tanto em termos institucionais e organizacionais quanto no aspecto tecnológico (SILVA; PRUSKI,

1997; PINHEIRO et al., 2009), amparados na legislação vigente, como:

- Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, Arts. 84 e 85 - Política agrícola (BRASIL, 1991),
- Lei 9433/97, capítulo II, artigo 5º, inciso IV – Cobrança pelo uso de recursos hídricos (BRASIL, 1997),
- Leis relativas ao Código Florestal (BRASIL, 1965, 2012a,b).

Estima-se que o número de pivôs encontrados apresenta tendências de forte crescimento no Estado, 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 aumento 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 futura expansão 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). O monitoramento das áreas consumidoras de água é também fundamental para o estabelecimento de políticas de gestão dos recursos dentro dos princípios de sustentabilidade ambiental. 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.

Conclusões

O uso de irrigação possibilita o aumento da produtividade e produção agrícola de diversas culturas, embora possa causar impactos adversos ao meio ambiente, à qualidade do solo e da água, à saúde pública e ao aspecto socioeconômico da região, agravando conflitos regionais pelo uso da água. A crescente produção agrícola do país, impulsionada pelos altos valores das *commodities* no mercado internacional e aumento da demanda de alimentos no mercado interno provavelmente demandarão a expansão das áreas irrigadas no país. 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 de interesse.

Considerando um aumento da demanda e preocupação de escassez pelo uso da água, órgãos estaduais e federais devem buscar soluções para o uso adequado do recurso. Alguns Estados da federação, como é o caso de São Paulo, preveem a cobrança pelo uso da água, destinando os recursos arrecadados para a recuperação de áreas degradadas. Com o aumento de incentivos econômicos para a produção de alimentos prevê-se pressão para aumento das áreas irrigadas no Estado. Apesar do benefício potencial da irrigação para a produção agrícola do país, estratégias para promover o aumento 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 futura expansão da área irrigada no Estado ou não.

Agradecimentos

Agradecemos à Agência Nacional de Águas (ANA) e à Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS) pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **HidroWeb**: sistema de informações hidrológicas: arquivos digitais: bacias hidrográficas brasileiras. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=4100>>. Acesso em: 30 mar. 2013.

ALBUQUERQUE, P. E. P. de; COUTINHO, A. C.; ANDRADE, C. de L. T. de; GUIMARAES, D. P.; DUARTE, J. de O. **Manejo da irrigação em pivôs centrais no cerrado de Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 31 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 112). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31674/1/doc-112.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

ARAÚJO, E. S.; AMENDOLA, E. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Mapeamento das áreas irrigadas por sistemas de pivôs centrais entre os anos de 2006 e 2012 na região noroeste paulista. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 23., 2013, Luís Eduardo Magalhães. **Evolução e tecnologia na irrigação: anais...** Brasília, DF: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2013. 1 CD- ROM.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 1-7, 1992. Disponível em: <http://www.agr.feis.unesp.br/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

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.

BRASIL. Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 jan. 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm>. Acesso em: 01 abr. 2013.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei

nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Seção IV – Da cobrança de uso dos recursos hídricos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em: 26 mar. 2013.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965. Disponível em: <<http://www.semob.piracicaba.sp.gov.br/arquivos/Legislacao/Federal%20e%20Estadual/Lei%20Federal%204.771-65%20-%20Codigo%20Florestal.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2012a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm>. Acesso em: 25 out. 2012.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida

Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 28 maio 2012b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651.htm>. Acesso em: 20 out. 2012.

CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos. In: THEODORO, S. H. (Org.). **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**. Brasília: 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.

CHRISTOFIDIS, D. Novos olhares sobre a irrigação no mundo, no Brasil e na bacia do rio São Francisco. **Revista ITEM**, Belo Horizonte, v. 78, p. 74-77, 2008.

COELHO, E. F. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 57-60, set. 2005. Disponível em: <http://ufrb.edu.br/neas/images/Artigos_NEAS/2005_3.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

FALEIROS, G. **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.

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, Botucatu, 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.

GAMACHE, M. Free and low cost datasets for international mountain cartography. Disponível em: <http://www.parkdatabase.org/files/documents/0000_Free-and-low-cost-datasets-for-mountain-cartography_Earthlink_M-Gamache.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2009.

GLOBO RURAL. Entenda como o braço de um pivô central de irrigação gira. Vídeo (3 min). Disponível em: <<http://globo.com/rede-globo/globo-rural/v/entenda-como-o-braco-de-um-pivo-central-de-irrigacao-gira/3336969>>. Acesso em: 12 jun. 2014.

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/57934/1/bol-40.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; COSTA, T. C. e C. da. Relevô digital dos municípios brasileiros. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 75). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2009-09/21395/1/Doc_75.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2013.

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, 2013a. 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.; MOURA, L.; GUIMARÃES, D. P.; HIRSCH, A.; PIMENTA, F. M. **Concentração geográfica de pivôs centrais no Brasil.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013b. 37 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 69). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95970/1/bol-69.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2014.

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.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no Brasil**. 2008. Disponível em: <http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80ispcrr5frxoq4.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2014.

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.

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: 27 mar. 2013.

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

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. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/Vol13/v13n2p118-123.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

PRUSKI, F. F.; RODRIGUEZ, R. del G.; NOVAES, L. F. de; SILVA, D. D. da; RAMOS, M. M.; TEIXEIRA, A. de F. Impacto das vazões demandadas pela irrigação e pelos abastecimentos animal e humano, na bacia do Paracatu. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 199-210,

2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v11n2/v11n2a11.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2013.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

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.

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: 14 fev. 2012.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. **Gestão de recursos hídricos**: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais. Brasília-DF: MMA-SRH-ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 1997. 252 p.

SILVEIRA, J. M. de C. A importância da agricultura irrigada na sub-bacia Tambaú/Verde, Região Nordeste Paulista. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.apta regional.sp.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=1108&Itemid=284>. Acesso em: 22 jun. 2014.

TESTESLAF, R. Irrigação por pivô central. In: IRRIGAÇÃO: técnicas, usos e impactos. Goiânia: UFG, [2006?]. Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/uploads/68/original_09_aula_Pivo.pdf>. Acesso em: 22 jul. 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.

ZOLIN, C. A.; FOLEGATTI, M. V.; MINGOTI, R.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; PAULINO, J.; GONZÁLES, A. M. G. O. Minimização da erosão em função do tamanho e localização das áreas de floresta no contexto do Programa "Conservador das Águas". **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 35, p. 2157-2166, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n6/a30v35n6.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2013.

