

Irrigação por Pivôs Centrais no Estado da Bahia - Brasil



ISSN 1679-0154
Dezembro, 2014

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 107

Irrigação por Pivôs Centrais no Estado da Bahia - Brasil

Daniel Pereira Guimarães
Elena Charlotte Landau
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 (*Imagem de satélite Landsat 8, órbita-ponto 220-68, de 10/08/2014, mostrando áreas irrigadas por pivôs centrais entre os municípios de Luís Eduardo Magalhães e Riachão das Neves na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano*).

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

Guimarães, Daniel Pereira.

Irrigação por pivôs centrais no Estado da Bahia – Brasil / Daniel Pereira Guimarães, Elena Charlotte Landau, Denise Luz de Souza. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2014.

37 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 107).

1. Irrigação. 2. Agricultura. 3. Produtividade. 4. Equipamento de irrigação. I. Landau, Elena Charlotte. II. Souza, Denise Luz de. III. Título. IV. Série.

CDD 631.587 (21. ed.)

© Embrapa 2014

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusões	27
Agradecimentos	28
Referências	28

Irrigação por Pivôs Centrais no Estado da Bahia - Brasil

Daniel Pereira Guimarães¹

Elena Charlotte Landau²

Denise Luz de Souza³

Resumo

Foram mapeadas as áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado da Bahia em 2013, através da identificação visual, com base no mosaico formado por imagens do satélite Landsat 8-TM de 2013, exibido no programa Google Earth. Foram identificados 2.792 pivôs centrais, ocupando uma área irrigada de 192.223,48 ha. A maior concentração de pivôs centrais ocorreu nos municípios de Mucugê (471 pivôs, 32.106,78 ha), Barreiras (338 pivôs, 34.714,68 ha), São Desidério (321 pivôs, 33.488,18 ha), Ibicoara (206 pivôs, 11.635,03 ha), João Dourado (169 pivôs, 969,32 ha) e Luís Eduardo Magalhães (167 pivôs, 14.955,29 ha). Mais de 90% das áreas irrigadas por pivôs centrais localizaram-se nas bacias hidrográficas dos

¹Engenheiro Florestal, D.Sc. em Manejo Florestal, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, daniel.guimaraes@embrapa.br

²Bióloga, DSc. Pesquisadora em Zoneamento Ecológico-Econômico, Geotecnologias e Agroclimatologia na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, charlotte.landau@embrapa.br

³Graduanda em Engenharia Ambiental na UNIFEMM e Estagiária na Embrapa/CNPMS, Sete Lagoas, MG, deniseluz39@gmail.com

Rios Grande (49,48%), Corrente (17,84%) e Paraguaçu (23,73%). O tamanho dos pivôs variou entre 2,00 ha e 349,96 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 gerenciamento eficiente dos recursos hídricos contribuirão para a melhoria da qualidade e quantidade de água disponível e são fundamentais para a sustentabilidade e expansão da área irrigada no Estado.

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

Distribution of Areas Irrigated by Center Pivots in The State of Bahia – Brazil

Daniel Pereira Guimarães¹

Elena Charlotte Landau²

Denise Luz de Souza³

Abstract

The areas irrigated by center pivots in 2013 in the State of Bahia (Brazil) were digitized through visual identification based on a mosaic formed by images of the satellite Landsat-TM 8 from 2013, displayed using the Google Earth program. 2,792 center pivots were identified, covering an irrigated area of 192,223.48 ha. The highest concentration of center pivots occurred in the municipalities of Mucugê (471 pivots, 32.106,78 ha), Barreiras (338 pivots, 34.714,68 ha), São Desidério (321 pivots, 33.488,18 ha), Ibicoara (206 pivots, 11.635,03 ha), João Dourado (169 pivots, 969.32 ha) and Luís Eduardo Magalhães (167 pivots, 14.955,29 ha). More than 90% of irrigated areas were located at the Grande (49,48%), Corrente (17,84%) and Paraguaçu (23,73%) River Basins. The size of the pivots ranged between 0.22 ha and 349.96 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 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 the future expansion of irrigated areas in the State or not.

Keywords: irrigated agriculture, remote sensing, Landsat 8, 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 os cultivos 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. 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, 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 representa apenas 18% da área cultivada, respondendo 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 obter alta eficiência de aplicação e distribuição de água.

Em termos geográficos, de acordo com Landau et al. (2013b), as Microrregiões do Estado da Bahia com maior percentagem de estabelecimentos rurais com pivôs centrais em 2006 eram Barreiras e Seabra. 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 destes por estabelecimento, a área destinada à agricultura irrigada ou a localização deles 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 pivôs centrais, 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), Landau et al. (2013a, 2014), que mapearam os pivôs centrais ocorrentes nos Estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e no Distrito Federal, 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. 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 da Bahia, identificando 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.

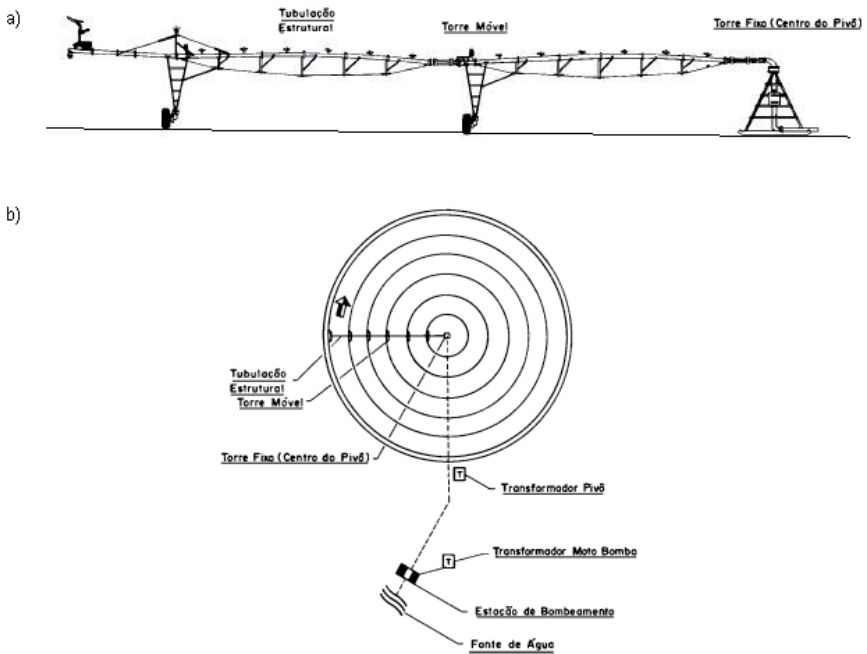


Figura 1. Desenho esquemático mostrando como funciona um pivô central, formado por um conjunto de barras com aspersores que giram em torno de um eixo, irrigando uma área com formato circular: a) vista lateral de um pivô central, b) esquema de instalação de um pivô central em campo (Fonte: Adaptado de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

Material e Métodos

Inicialmente, foi gerado um mosaico de imagens do satélite Landsat 8-TM, de 2013, disponibilizadas pelo USGS (U. S. Geological Survey) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). A composição colorida das imagens foi realizada utilizando o programa gratuito 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 de 15 m, para facilitar a visualização dos pivôs. As imagens foram convertidas para o formato kml (keyhole mark-up language) para visualização na plataforma Google Earth usando o software Global Mapper. Para tal, foram georreferenciadas para o Datum WGS84 (World Geographic System) e unidade das coordenadas geográficas em graus decimais. Considerando 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. Foram considerados pivôs centrais as feições circulares identificadas na imagem, com área maior do que 2 ha (raio a partir de ~80 m).

Após a digitalização das áreas irrigadas, o arquivo gerado no formato kml foi convertido 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 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) 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 partir da sobreposição espacial com o mapa de declividade gerado a partir da base disponível em Gamache (2004), seguindo metodologia apresentada em Guimarães et al. (2008) e considerando classes de aptidão agrícola propostas por Ramalho Filho e Beek (1995), foi observada a declividade predominante no local em que cada pivô central estava situado.

Resultados e Discussão

Foram identificados 2.792 pivôs centrais no Estado da Bahia, ocupando uma área irrigada de 192.223,48 ha (0,34% da área do Estado). Foram observados pivôs em 82 (19,66%) municípios do Estado. Quase 90% das áreas irrigadas por pivôs centrais em 2013 concentraram-se nas Microrregiões de Barreiras (49,11%, 94.400,39 ha), Seabra (24,17%, 46.455,43 ha) e Santa Maria da Vitória (16,11%, 30.963,03), estando a primeira e a terceira situadas na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano, e a segunda localizada na Mesorregião do Centro-Sul Baiano. Os municípios com maior concentração de pivôs centrais foram: Mucugê (471 pivôs, 32.106,78 ha), Barreiras (338 pivôs, 34.714,68 ha), São Desidério (321 pivôs, 33.488,18 ha), Ibicoara (206 pivôs, 11.635,03 ha), João Dourado (169 pivôs, 969,32 ha) e Luís

Eduardo Magalhães (167 pivôs, 14.955,29 ha) (Figuras 2 e 3 e Tabela 1).

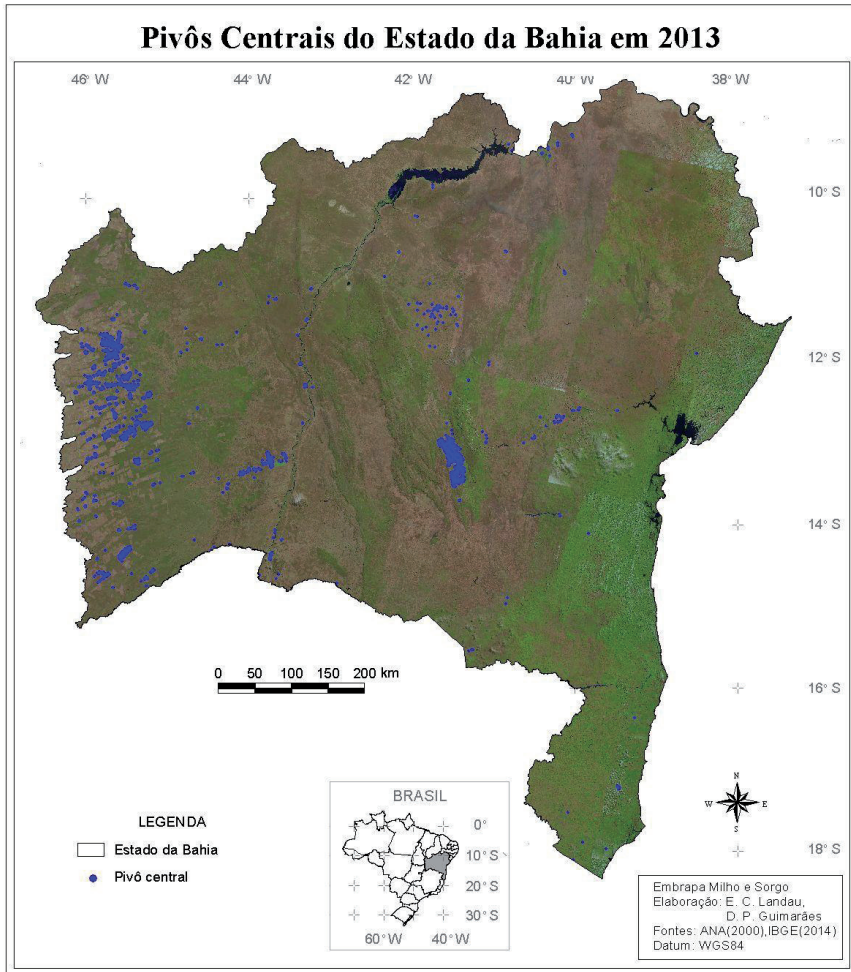


Figura 2. Mosaico de imagens do satélite Landsat, evidenciando a localização geográfica dos pivôs centrais do Estado da Bahia em 2013.

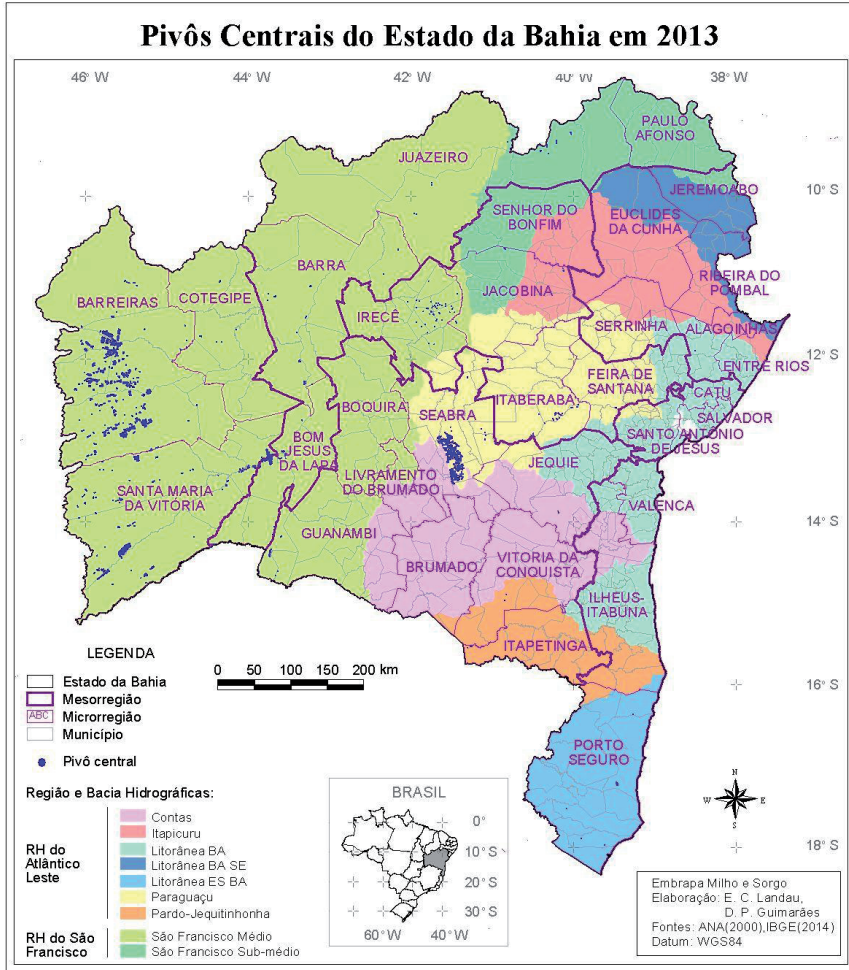


Figura 3. Localização geográfica dos pivôs centrais em 2013 em relação às principais regiões e bacias hidrográficas, mesorregiões, microrregiões e municípios do Estado da Bahia Brasil.

Tabela 1. Municípios do Estado da Bahia com maior área ocupada por pivôs centrais em 2013.

Município	Microrregião	Número de pivôs centrais	Área ocupada por pivôs centrais (ha)
Barreiras	Barreiras	338	34.714,68
São Desidério	Barreiras	321	33.488,18
Mucugê	Seabra	471	32.106,78
Luís Eduardo Magalhães	Barreiras	167	14.955,29
Jaborandi	Santa Maria da Vitória	118	12.426,23
Ibicoara	Seabra	206	11.635,03
Riachão das Neves	Barreiras	54	9.293,04
Correntina	Santa Maria da Vitória	79	8.356,62
Cocos	Santa Maria da Vitória	52	4.889,42
Serra do Ramalho	Bom Jesus da Lapa	46	3.836,88
Santana	Santa Maria da Vitória	30	2.561,79
São Félix do Coribe	Santa Maria da Vitória	29	1.843,30
Formosa do Rio Preto	Barreiras	18	1.836,76
Juazeiro	Juazeiro	28	1.467,23
Itaberaba	Itaberaba	28	1.289,31
Malhada	Guanambi	17	1.281,08
Boninal	Seabra	17	1.175,25
Barra	Barra	15	1.115,65
Muquém de São Francisco	Barra	11	1.093,20
João Dourado	Irecê	169	696,32

Os municípios com maior área relativa ocupada por pivôs centrais são: Mucugê (12,93%), Ibicoara (11,91%), Barreiras (4,40%), Luís Eduardo Magalhães (3,72%), São Desidério (2,26%) e São Félix do Coribe (2,18%) (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. A grande concentração de pivôs centrais nos municípios de Mucugê e Ibicoara coincide com a localização do Polo Agrícola Mucugê-Ibicoara, criado após a construção da Barragem do Apertado, no Rio Paraguaçu, que resultou em grande lago artificial para uso prioritário na irrigação das áreas agrícolas do entorno,

causando mudanças na configuração agrária local (BORGES et al., 2009; MIRANDA; ALENCAR, 2012).

Tabela 2. Municípios do Estado da Bahia 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
Mucugê	Seabra	12,93	32.106,78	471
Ibicoara	Seabra	11,91	11.635,03	206
Barreiras	Barreiras	4,40	34.714,68	338
Luis Eduardo Magalhães	Barreiras	3,72	14.957,66	174
São Desidério	Barreiras	2,26	33.488,18	321
São Félix do Coribe	Santa Maria da Vitória	2,18	1.843,30	29
Riachão das Neves	Barreiras	1,59	9.293,04	54
Serra do Ramalho	Bom Jesus da Lapa	1,43	3.836,88	15
Boninal	Seabra	1,39	1.175,25	46
Jussiape	Seabra	1,36	712,29	17
Jaborandi	Santa Maria da Vitória	1,31	12.426,23	9
Santana	Santa Maria da Vitória	1,28	2.561,79	118
América Dourada	Irecê	1,10	818,09	30
Irecê	Irecê	1,00	312,25	166
João Dourado	Irecê	0,99	969,32	197
Lapão	Irecê	0,84	534,55	45
Correntina	Santa Maria da Vitória	0,69	8.356,62	133
Ponto Novo	Jacobina	0,68	317,70	79
Malhada	Guanambi	0,60	1.281,08	4
Itaberaba	Itaberaba	0,55	1.289,31	17

Mais de 90% das áreas irrigadas por pivôs centrais localizam-se nas bacias hidrográficas dos Rios Grande (49,48%), Corrente (17,84%) e Paraguaçu (23,73%), os dois primeiros situados na Região Hidrográfica do Rio São Francisco, e a Sub-bacia do R. Paraguaçu na do Atlântico Leste (Figura 3 e Tabela 3). Em termos de sub-bacias, praticamente a metade dos pivôs centrais do Estado da Bahia concentram-se na do Rio Grande.

Tabela 3. Localização geográfica dos pivôs centrais do Estado da Bahia 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 Leste	Contas	de Contas	60	3.504,94	1,82	
	Itapicuru	Itapicuru	7	374,33	0,19	
	Litorânea BA		Recôncavo Sul	1	21,24	0,01
			Recôncavo Norte e R. Inhambupe	2	109,60	0,06
	Litorânea ES BA		Extremo Sul da Bahia	17	1.084,39	0,56
	Paraguaçu		Paraguaçu	733	45.607,67	23,73
Pardo Jequitinhonha		Pardo e Jequitinhonha	10	444,93	0,23	
São Francisco	São Francisco Médio	Carinhanha 02 (Calha média do R. São Franc. na Bahia)	30	2.436,32	1,27	
		Corrente	363	34.320,07	17,85	
		Grande	912	95.108,19	49,48	
		Calha média do R.S Franc.	41	3.221,61	1,68	
		Verde e Jacaré	565	3.574,71	1,86	
		São Francisco 08 (Lago do Sobradinho)	2	137,78	0,07	
	Verde Gr 02 (Calha média do R. São Franc. na Bahia)	12	263,65	0,14		
	São Francisco Submédio		São Francisco 09 (Lago do Sobradinho)	5	280,00	0,15
			Submédio São Francisco	28	1.467,24	0,76
Salitre			4	266,81	0,14	
Total			2.792	192.223,48	100,00	

Em termos de clima, a maior concentração de pivôs é observada em áreas com clima quente semiárido, em que as temperaturas médias mensais superam os 18 °C em todos os meses do ano, ocorrendo quatro a cinco meses secos (Figura 4).

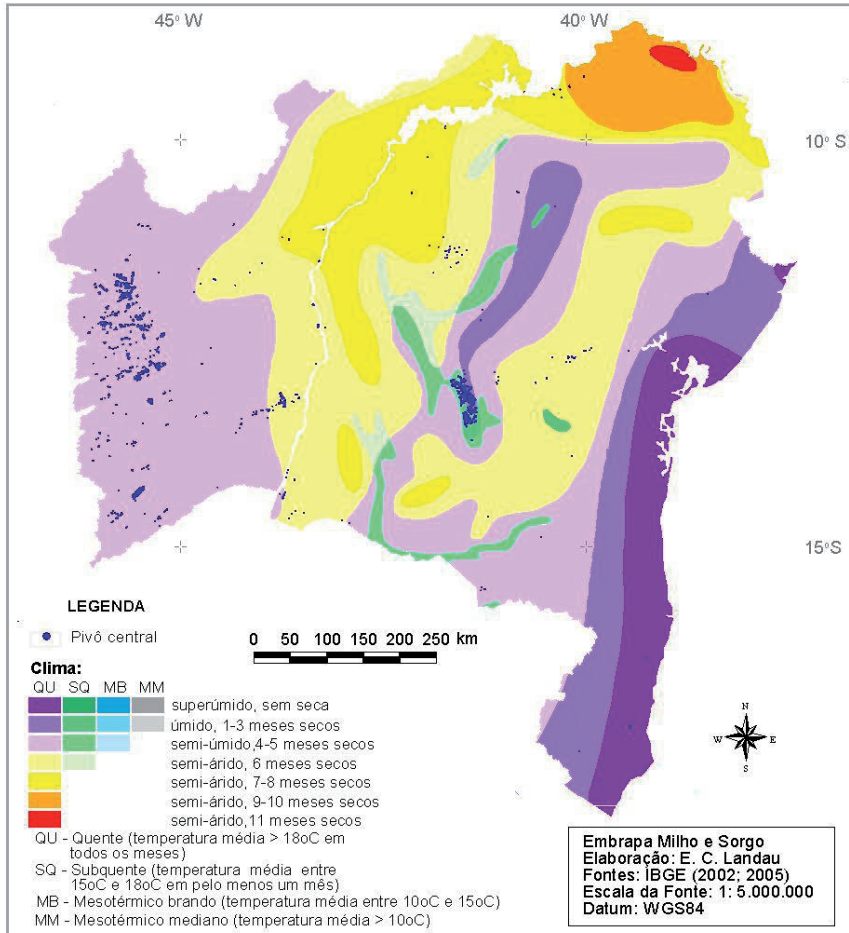


Figura 4. Características climáticas das áreas em que foram instalados pivôs centrais em 2013 no Estado da Bahia - Brasil.

Em relação ao relevo, a maioria dos pivôs é observada em áreas planas a suavemente onduladas: declividades de até 8% (Figura 5). Declividades acima de 13% representam limitações para a mecanização na agricultura.

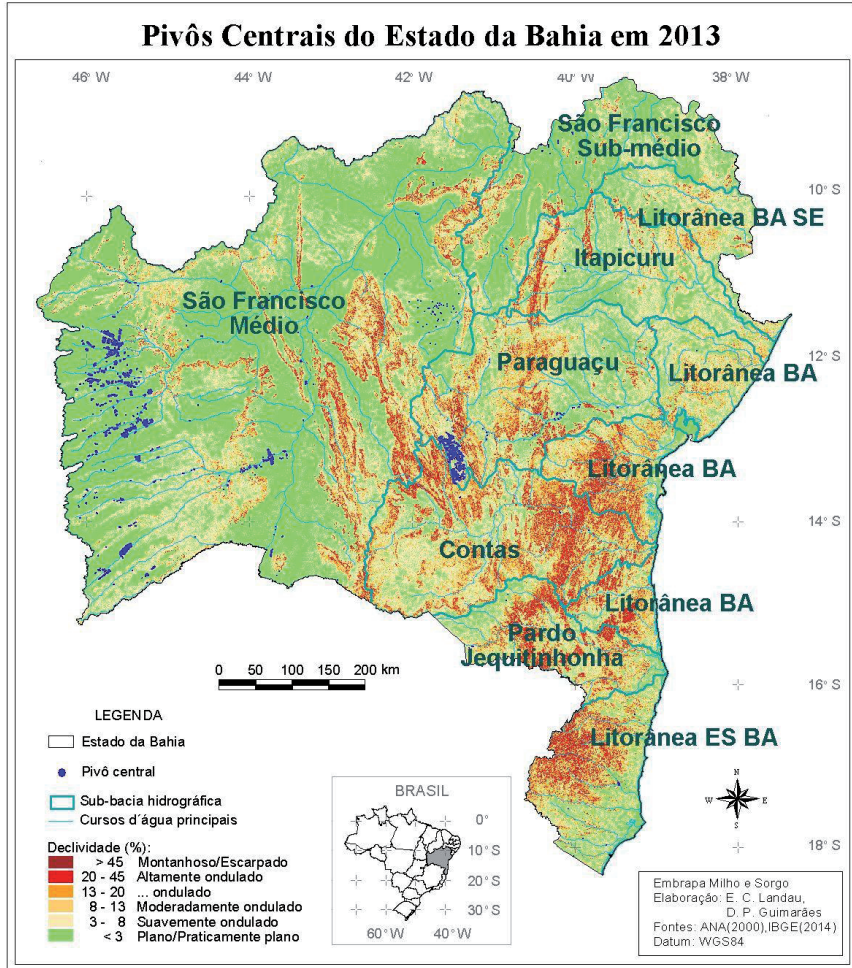


Figura 5. Localização geográfica dos pivôs centrais do Estado da Bahia em 2013 em relação às principais bacias hidrográficas e à variação da declividade. Declividades acima de 13% representam limitações para a mecanização na agricultura.

Quanto ao tamanho dos pivôs, é observada variação considerável, ocorrendo pivôs entre 2,0085 e 349,9607 ha,

(Figuras 6 e 7). São observados dois picos em termos de tamanho de pivôs: quase 20% dos pivôs apresentam tamanho menor do que 10 ha (518 pivôs, 18,55% dos pivôs), e outros cerca de 20% apresentam tamanho entre 100 e 110 ha (632 pivôs, 22,64% dos pivôs). O tamanho médio dos pivôs é de $68,85 \pm 47,46$ ha, maior do que o observado por Schmidt et al. (2004) para o Estado de Minas Gerais, que foi de apenas 35,39 hectares; e que o observado por Landau et al. (2014) para o Estado de São Paulo em 2013, que foi de $47,74 \pm 33,05$ ha. O tamanho médio dos pivôs centrais da Bahia é muito próximo do observado por Guimarães e Landau (2011) para o Estado vizinho de Minas Gerais em 2010, que foi de 68 ha; e um pouco menor do que o tamanho médio levantado por Landau et al. (2013a) para o Estado de Goiás e para o Distrito Federal em 2010, que foi de $76,2 \pm 35,9$ ha.

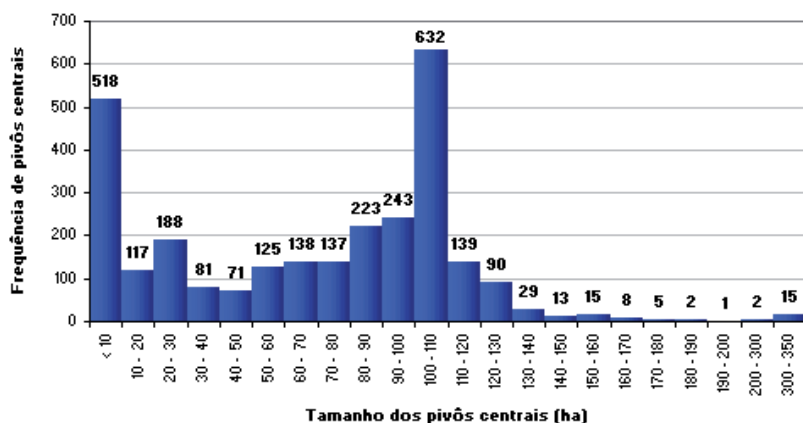


Figura 6. Variação do tamanho dos pivôs centrais do Estado da Bahia em 2013. Os 2.792 pivôs centrais apresentaram tamanho médio de $68,85 \pm 47,46$ ha.

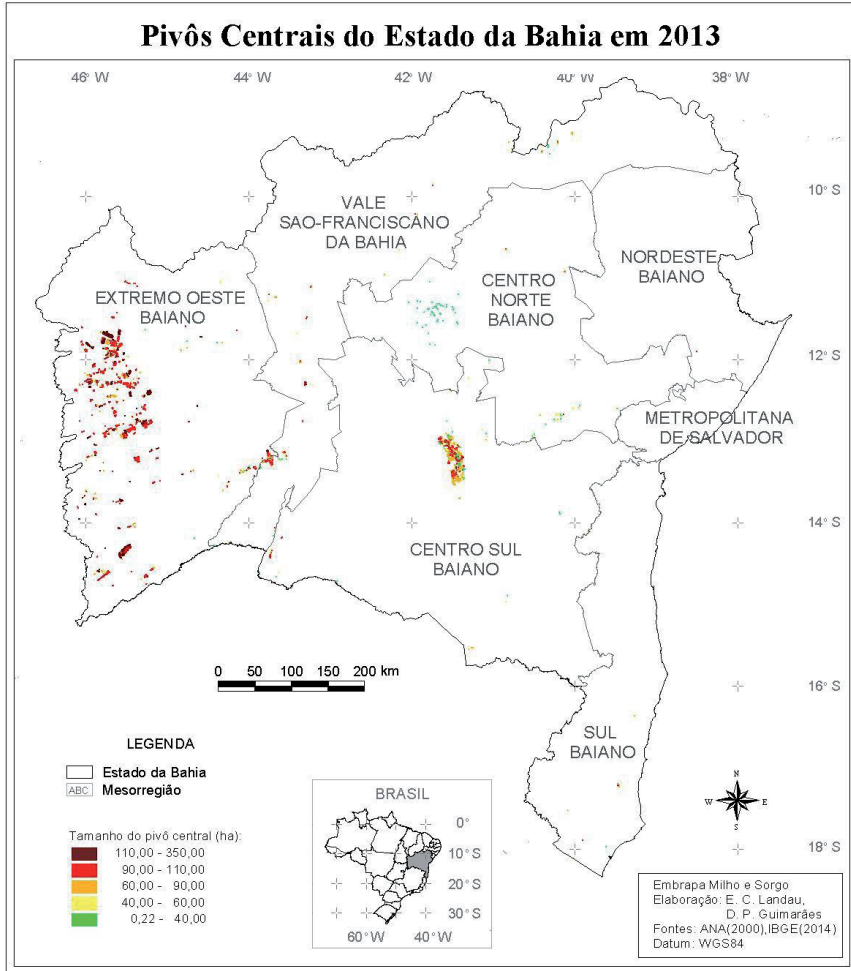


Figura 7. Variação geográfica do tamanho dos pivôs centrais do Estado da Bahia em 2013.

Para o Estado da Bahia é observada certa relação entre o tamanho dos pivôs e a localização geográfica destes (Figura 7). Os pivôs maiores (maiores do que 90 ha) predominam na Mesorregião do Extremo Oeste Baiano (Microrregiões de Barreiras e Santa Maria da Vitória). Os maiores pivôs centrais do Estado (maiores do que 200 ha) são observados nos municípios de Riachão das Neves (15 pivôs) e Luis Eduardo Magalhães (2 pivôs). Na Microrregião de Seabra predominam pivôs centrais menores do que 90 ha. Na Microrregião de Irecê são observados pivôs centrais menores do que 40 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 (OECD, 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, em que as áreas irrigadas têm grande importância, o consumo de água crescerá 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 (OECD, 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 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 a 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 seu uso, decorrem do assoreamento e poluição de cursos e corpos d'água (rios, açudes, lagoas), causados pela erosão, mineração e uso de agrotóxicos. O assoreamento diminui a vazão dos rios, reduzindo, portanto, a disponibilidade hídrica. Dados da diretoria de pesquisa do IBGE informaram que 44% dos municípios brasileiros revelaram problemas de assoreamento dos rios como a principal causa de prejuízos

de atividades pesqueiras, por exemplo, 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 implicam 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 das populações. 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 do planeta, 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 9.433/97, 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 deverá considerar a quantidade, qualidade, conservação e os múltiplos usos pretendidos da água disponível por bacia hidrográfica.

Conclusões

A agricultura irrigada 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 brasileiros prevêem 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 ou não a futura expansão da área irrigada no Estado.

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 DAS ÁGUAS - ANA. **HidroWEB**: sistema de informações hidrológicas. 2000. Arquivos digitais. Bacias. 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, BA. **Evolução e tecnologia na irrigação**: trabalhos apresentados. 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.

BORGES, E. F.; ANJOS, C. S. dos; SANTOS, P. S. Estudos de detecção de mudança da paisagem no Pediplano Cimeiro - Chapada Diamantina (BA). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 5657-5662. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.04.27/doc/5657-5662.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2014.

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 Federal 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**, Brasília, DF, 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 em conflitos e uso sustentável dos recursos naturais. 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.

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**, 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.

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, 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**. 2004. Disponível em: <http://www.icc.es/workshop/abstracts/ica_paper_web3.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2009.

GLOBO RURAL. **Entenda como o braço de um pivô central de irrigação gira**. Vídeo. 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/90277/1/bol-40.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C.; COSTA, T. C. e C. da. **Relevo 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.; GUIMARAES, D. P.; LINS, P. A. de A.; SOUZA, D. L. de. **Concentração de áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de São Paulo - Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 37 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100).

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, 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.; GUIMARAES, 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.

NUNES, W. A. G. de A.; KER, J. C.; RUIZ, H. A.; NEVES, J. C. L.; BEIRIGO, R. M. Título. Disponível em: <http://ag20.cnptia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000fl7vsa7f02wyiv80isprr5frxoq4.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2013.

MIRANDA, R. M.; ALENCAR, C. M. M. de. Questão agrária em Ibicoara-BA: antes e depois da barragem do Apertado. In: ENCONTRÃO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. **Territórios em disputa: os desafios da geografia agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro.** Uberlândia: UFU, 2012. 11 p. Disponível em: <<http://www.gamba.org.br/wp-content/uploads/2012/12/Artigo-Quest%C3%A3o-Agr%C3%A1ria-em-Ibicoara-antes-e-depois-da-barragem-do-Apertado.pdf>>. Acesso em: 01 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.

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.

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.

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. 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: 12 fev. 2012.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F. **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Brasília: MMA: SRH: ABEAS-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.aptaregional.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**. 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: 27 mar. 2013.

