

## Trinta anos de crescimento da agricultura irrigada por pivôs centrais na região do Matopiba

Elena Charlotte Landau<sup>1</sup>  
Daniel Pereira Guimarães<sup>1</sup>  
Denise Luz de Sousa<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Milho e Sorgo, CNPMS  
Caixa Postal 151 35701-970 Sete Lagoas, MG, Brasil  
[charlotte.landau@embrapa.br](mailto:charlotte.landau@embrapa.br), [daniel.guimaraes@embrapa.br](mailto:daniel.guimaraes@embrapa.br)  
<sup>2</sup> UNIFEMM

Av. Marechal Castelo Branco, 2765, 35701-242 Sete Lagoas - MG, Brasil  
[deniseluz39@gmail.com.br](mailto:deniseluz39@gmail.com.br)

**Abstract.** The areas irrigated by center pivots in 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 and 2015 in the Region of MATOPIBA (Brazil) were digitalized through visual identification based on a mosaic formed by images of the satellite Landsat 4, 5, 7, and 8, displayed using the software Google Earth. There was a significant expansion of the area irrigated by center pivots in this period, that changed from 13 to 1,548 pivots between 1985 and 2015, when the irrigated area increased from 1,418 ha to 160,172 ha. More than half of the center pivots occurred in Microregion of Barreiras and Santa Maria da Vitória, in the western part of the State of Bahia, in the Middle São Francisco River Basin. The municipalities with the highest density and relative area occupied by center pivots were: Barreiras / BA, Luis Eduardo Magalhães / BA, São Félix do Coribe / BA and São Desidério / BA. They were also the municipalities with the highest increase in area irrigated by center pivots considering the analyzed period. In the States of Tocantins, Piauí and Maranhão, the municipalities with the highest relative area occupied by center pivots were respectively Pedro Afonso / TO, Guadalupe / PI and Riachão / MA. The region is considered of great interest to expansion of the agricultural frontier of Brazil. Environmental conservation should be considered for the future expansion of the irrigated area in the Region.

### 1. Introdução

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab; INMET, 2014), a Região do MATOPIBA abrange as Mesorregiões situadas mais ao Sul do Estado do Maranhão, Leste do Estado do Tocantins, Sudoeste do Estado do Piauí e Extremo Oeste do Estado da Bahia. É considerada uma importante fronteira agrícola do país, respondendo por mais de 5% da produção agrícola nacional de algodão, soja, arroz e milho, tendo apresentado potencial de produção agrícola crescente nas últimas safras dessas culturas (CONAB, 2015). Apesar da predominância de solos com textura arenosa e arenosa-média, por apresentar um clima com períodos de estiagem de até 4 a 6 meses, além de extensas áreas com baixa declividade (facilitando a mecanização agrícola), o aumento da produção agrícola tem sido, em grande parte, relacionado com a implantação de técnicas de irrigação (LANDAU et al., 2014).

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 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 central fixo. 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 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.

Com o crescente interesse no aumento da produção agrícola na Região do Matopiba, é provável que o número de pivôs centrais tenha aumentado consideravelmente nos últimos anos, sendo importante a realização de um levantamento que permita identificar a localização geográfica e a área irrigada por pivôs centrais, possibilitando conhecer, com maior exatidão, a situação da agricultura irrigada na Região, bem como estimar as áreas com maior aumento da pressão de uso da água para irrigação agrícola. Metodologias como as utilizadas por GUIMARÃES & LANDAU (2014) e LANDAU et al. (2015), que mapearam os pivôs centrais ocorrentes no Brasil em 2013 e 2014, possibilitam o mapeamento de cada pivô central, permitindo a realização de análises relacionadas com a localização geográfica e tamanho de cada um. Este trabalho objetivou mapear e quantificar a variação da área irrigada por pivôs centrais na Região do MATOPIBA nas últimas três décadas (entre 1985 e 2015), em nível de município, microrregião, Estado 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 e conservação ambiental na Região.

## 2. Metodologia de Trabalho

Foi considerada a delimitação da Região do MaToPiBa adotada pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB; INMET, 2014). Para essa área, foram inicialmente gerados mosaicos de imagens dos satélites Landsat 4, 5, 7 e/ou 8 dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015, disponibilizadas pelo USGS (United States Geological Survey) (<http://earthexplorer.usgs.gov/>). A composição colorida das imagens foi realizada utilizando o software Global Mapper considerando a composição de bandas 6548R, sendo a banda 8 convertida para a forma de realce de relevo e aumento da resolução espacial para 15 m, para facilitar a visualização dos pivôs. 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. Foram considerados pivôs centrais as feições circulares identificadas na imagem, com área maior do que 2 ha (raio a partir de

~80 m). Para identificação dos pivôs foi considerada uma altitude do ponto de visão de 10 km; e para demarcação e digitalização dos polígonos correspondentes à área ocupada por cada pivô central da Região, uma altitude de 2 km. O mapeamento foi gerado a partir de linhas auxiliares paralelas, distantes 3 km entre si, para visualização na plataforma Google Earth, junto com as imagens de satélite e os pivôs centrais digitalizados. Após a digitalização das áreas irrigadas em cada época, os arquivos gerados no formato kml foram convertidos para o formato shapefile, possibilitando a reprojeção cartográfica dos arquivos e o cálculo da área ocupada por cada pivô central, com o uso do software livre MapWindow ([www.mapwindow.org](http://www.mapwindow.org)). Para o cálculo das áreas, o arquivo digitalizado foi reprojetoado para o Datum SAD69 (South American 1969) e a projeção cartográfica Cônica Equivalente de Albers (Albers Equal Conic) considerando o Meridiano Central -54; Paralelo Padrão 1: -2; Paralelo Padrão 2: -22 e Latitude de Origem: -12, com unidade das coordenadas geográficas em metros.

A partir da sobreposição espacial dos mapas com a delimitação dos pivôs com o mapa de bacias hidrográficas elaborado pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2003) e com a malha municipal digital de 2013 disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015) foram identificados a bacia hidrográfica e o município em que cada pivô central estava localizado. No caso de pivôs centrais situados parcialmente em bacias hidrográficas ou municípios diferentes: para contagem do número de pivôs, foram considerados a bacia hidrográfica e/ou o município em que se localizava a maior parte do pivô central; já para o cálculo da área relativa ocupada por pivô central, foi considerada a área do pivô situada dentro de cada município ou bacia hidrográfica. A partir da sobreposição espacial entre as bases cartográficas citadas, foram geradas estatísticas identificando o número de pivôs centrais e a área ocupada por pivôs centrais por município, microrregião e sub-bacia/ottobacia hidrográfica (subbacia hidrográfica brasileira no nível 3 de acordo com o Sistema de Otto Pfaffstetter (GALVÃO; MENESES, 2005)). Para cada município e sub-bacia hidrográfica foram também calculadas a densidade de pivôs (número médio de pivôs centrais a cada 100 km<sup>2</sup> de área do município ou da sub-bacia/ottobacia) e a área relativa irrigada. Adicionalmente, considerando a evolução temporal da densidade de pivôs centrais e da área relativa irrigada nos anos analisados, foi calculado o índice de correlação de Pearson como indicador da tendência média de variação temporal da área irrigada por pivôs centrais por município e sub-bacia. Foram gerados mapas temáticos apresentando a densidade de pivôs centrais e área relativa irrigada por época, e representando a tendência de variação da agricultura irrigada por pivôs centrais por município e sub-bacia hidrográfica.

### 3. Resultados e Discussão

Entre 1985 e 2015 houve um aumento significativo da área irrigada por pivôs centrais na Região do Matopiba. O número de pivôs aumentou de 13 para 1.548 pivôs e a área irrigada por pivôs de 1.418 para 160.172 ha (Figura 1). O número de municípios com agricultura irrigada por pivôs centrais multiplicou-se 7,5 vezes no período; tendo sido observados equipamentos de pivôs centrais em: 6, 24, 31, 34, 42, 42 e 44 municípios, durante o período analisado (Figura 2). Em termos gerais, a maior parte dos pivôs centrais da Região do Matopiba concentra-se no Oeste do Estado da Bahia (de 80 a 91% dos pivôs, entre 1985 e 2015), seguido do Estado do Maranhão (de 4 a 8% dos pivôs, nos anos avaliados) e do Estado do Piauí (entre 1 e 8% dos pivôs centrais, durante o período analisado). Em termos microrregionais, entre 1985 e 2015, mais da metade dos pivôs centrais da Região do Matopiba têm se concentrado nas Microrregiões de Barreriras (entre 50 e 71% dos pivôs da Região do Matopiba) e Santa Maria da Vitória (entre 15 e 28% dos pivôs da Região do Matopiba), no Oeste do Estado da Bahia, Bacia do Médio Rio São Francisco. As áreas de concentração de

pivôs centrais coincidem com o apresentado por LANDAU et al. (2014), considerando levantamento de pivôs centrais da Região referente a 2013.

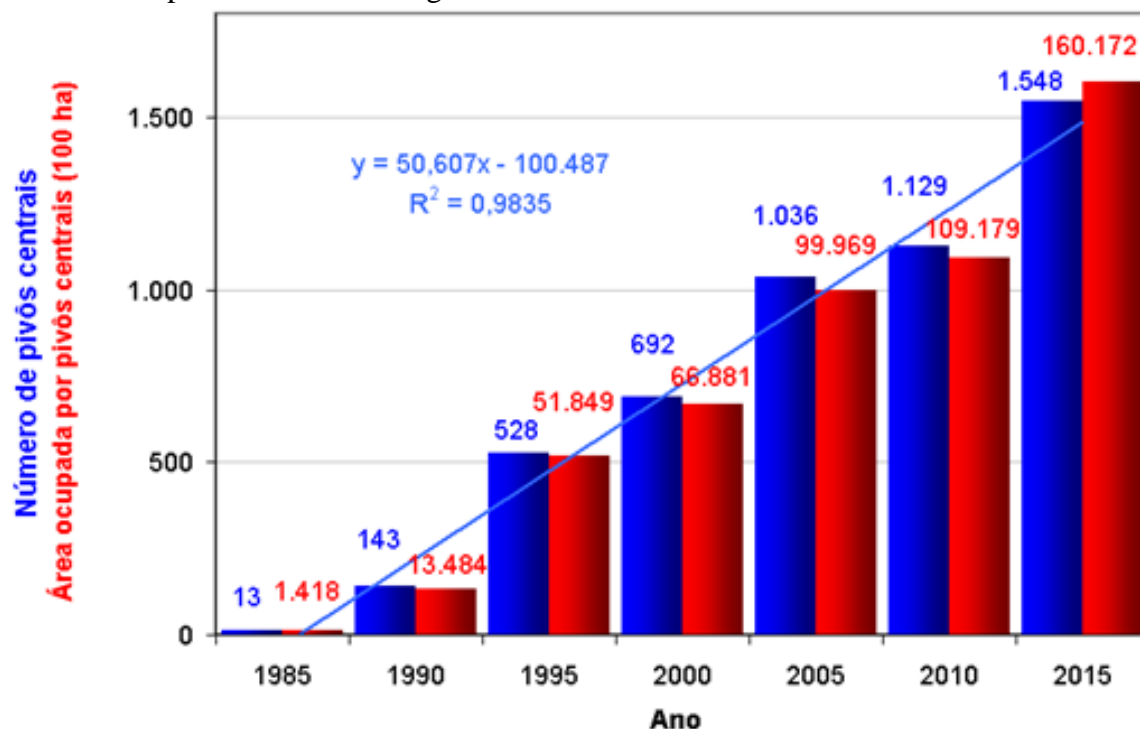


Figura 1. Variação temporal da frequência e da área ocupada por pivôs centrais na Região do MATOPIBA entre 1985 e 2015. A equação da regressão representa o aumento linear do número de pivôs centrais durante o período analisado.

Quanto à tendência média de variação da área irrigada entre 1985 e 2015, nenhum município apresentou tendência de diminuição do número de pivôs durante o período analisado. Os municípios em que ocorreram maiores aumentos de pivôs centrais foram: São Desidério/BA, Barreiras/BA, Luis Eduardo Magalhães/BA, Riachão/MA, Balsas/MA, Porto Nacional/TO, São Félix do Coribe/BA, Correntina/BA, Coribe/BA e Palmas/TO. Em termos gerais, este aumento tem sido mais evidente em municípios com maior área destinada a atividades agrícolas e menor declividade do terreno. Municípios com áreas destinadas à conservação ambiental (unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável), e terras indígenas, provavelmente tem contribuído significativamente para garantir maior qualidade e volume d'água nos municípios situados a jusante dos corpos d'água.

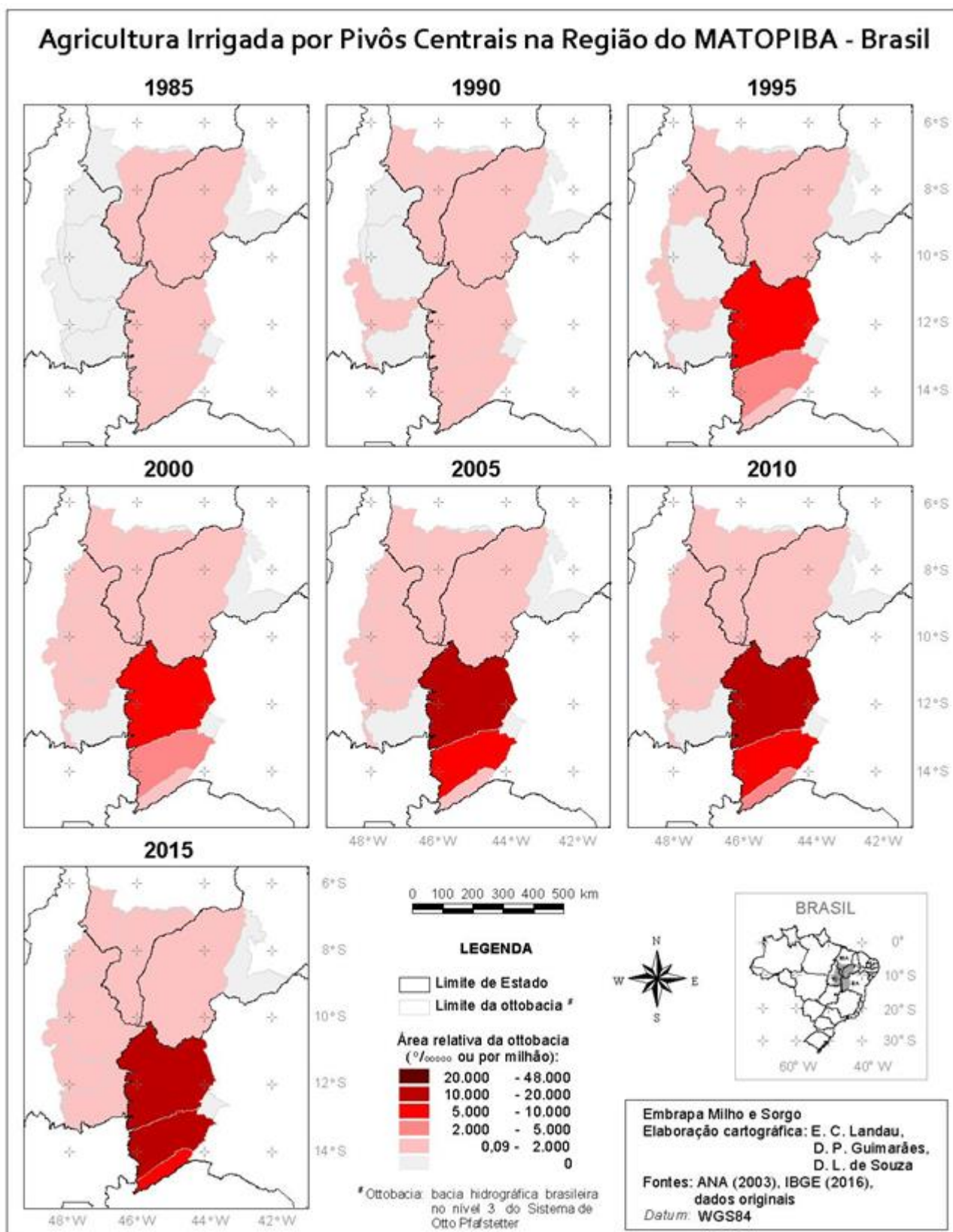


Figura 2. Variação temporal da área ocupada com pivôs centrais por sub-bacia/ottobacia da Região do Matopiba entre 1985 e 2015

#### 4. Conclusões

A região do Matopiba vem sofrendo forte expansão da área irrigada por pivôs centrais. A tendência de crescimento tem se mostrado de forma linear com incrementos anuais de aproximadamente 50 pivôs centrais e uma expansão anual da ordem de 5000 hectares.

A maioria dos pivôs centrais da Região do Matopiba têm se concentrado nas Microrregiões de Barreiras (71%) e Santa Maria da Vitória (28%), ambas no Oeste do Estado da Bahia, Bacia do Médio Rio São Francisco.

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 destinação prévia de áreas para outros fins e 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 dos recursos hídricos contribuirão para a melhoria da qualidade e quantidade de água disponível, sendo fundamentais para a sustentabilidade e expansão potencial da agricultura irrigada na Região.

#### Agradecimentos

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

#### Referências Bibliográficas

Agência Nacional das Águas – ANA. HidroWEB. Sistema de informações hidrológicas. Arquivos digitais 2003. Bacias. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=4100>. Acesso em: 30/mar/2016.

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. 2016.

CHRISTOFIDIS, D. Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos em conflitos e uso sustentável dos recursos naturais, Suzi Huff Theodoro (org), Garamont, Brasília, 2002.

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

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Boletim de Monitoramento. Culturas de verão – safra 2013/2014. Região do MATOPIBA. Sul do Estado de Maranhão, Leste do Estado do Tocantins, Sudoeste do Estado do Piauí e Extremo Oeste do Estado da Bahia. Vol. 3. No 1. Janeiro/2014. Parte 1. 24 p. Disponível em: <

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14\\_01\\_09\\_10\\_40\\_53\\_boletim\\_a14\\_v03\\_n01\\_p1.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_09_10_40_53_boletim_a14_v03_n01_p1.pdf)>. Acesso: 29/mar/2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento; Matopiba se destaca por sua vocação agrícola. Notícia divulgada em out/2015, <http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2015/10/matopiba-se-destaca-por-sua-vocacao-agricola> Acesso: 29/mar/2016

GALVÃO, W. S.; MENESES, P. R. Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2511-2518. Disponível em: <http://martel.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.01.26/doc/2511.pdf> Acesso em: 06/abril/2016.

GUIMARAES, D. P.; LANDAU, E. C. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil em 2013. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 40 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 106). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/118126/1/bol-106.pdf> Acesso em: 06/abril/2016.

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. 2016.

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P.; SOUZA, D. L. de Caracterização ambiental das áreas com agricultura irrigada por pivôs centrais na região do Matopiba - Brasil. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 43 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 99). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113883/1/bol-99.pdf> Acesso em: 06/abril/2016.

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P.; SOUZA, D. L. de Variação da área irrigada por pivôs centrais no Brasil entre 2013 e 2014. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 29 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 126). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/140600/1/bol-126.pdf> Acesso em: 06/abril/2016.

PIVOT. Irrigação notícias. Disponível em: <<http://www.pivot.com.br/irrigacao/pivo/?ir=3&id=2026>>. Acesso em: 06/mar/13.

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](http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/livro_Introd-Gerenc-Rec-Hidr.pdf)>. Acesso em: 01/abr/2016.