

## **EVOLUÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA IRRIGADA NO NOROESTE PAULISTA EM 2016 COMPARADA COM O ANO DE 2010**

M. Squizzato<sup>1</sup>, F. B. T. Hernandez<sup>2</sup>, E. C. Amendola<sup>3</sup>, A. H. C. Teixeira<sup>4</sup>

**RESUMO:** A agricultura é o maior setor usuário de recursos hídricos do país, desta forma o levantamento de dados que possibilitem o planejamento e a gestão da utilização desses recursos é fundamental para delinear a expansão da agricultura irrigada com conscientização e sustentabilidade. Assim, o presente trabalho objetivou identificar e quantificar a evolução das áreas irrigadas por pivô central nas Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo/Grande (TG), São José dos Dourados (SJD) e margem direita do Baixo Tietê (BT), na região Noroeste Paulista entre os anos de 2010 e 2016. Utilizou-se imagens dos satélites da série Landsat processadas em ambiente ArcGIS, desde a identificação dos sistemas de irrigação até o estabelecimento do banco de dados relacional com informações de cada equipamento. Os resultados mostraram que a evolução da agricultura irrigada entre 2010 e 2016 se deu pelo acréscimo de 99 novos equipamentos instalados e 2856 hectares irrigados, sendo que ao final de 2016 o cenário da agricultura irrigada no Noroeste Paulista era de 16.501 hectares irrigados, possuindo 344 sistemas pivô central. Em relação a Bacia Hidrográfica, a bacia que obteve maior evolução foi a do Turvo Grande, com acréscimo de 73 novos pivôs e 1008 hectares irrigados. Com relação a município, desde 2010 os municípios que lideram o ranking de maior área irrigada são Sud Menucci, Pereira Barreto e Itapura, mudando apenas a ordem de classificação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pivô central, agricultura irrigada, sistemas de irrigação

## **EVOLUTION AND IDENTIFICATION OF THE IRRIGATED AREA IN THE NORTHWEST PAULISTA IN 2016 COMPARED TO THE YEAR 2010<sup>1</sup>**

**ABSTRACT:** Agriculture is the largest user of water resources in the country, therefore, data collection that allows the planning and management of the use of these resources are fundamental to delineate the expansion of irrigated agriculture with awareness and

<sup>1</sup> Acadêmica de Engenharia Agrônoma na UNESP Ilha Solteira e Bolsista FAPESP. Email: marielesqui93@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Titular da UNESP Ilha Solteira. Email: fbhtang@agr.feis.unesp.br

<sup>3</sup> Mestranda e Bolsista CAPES no Programa de Pós-Graduação em Agronomia na UNESP Ilha Solteira. E-mail: emanoele.amendola@gmail.com

<sup>4</sup> Pesquisador do CNPq e da Embrapa Monitoramento por Satélites. Campinas. Email: heriberto.teixeira@embrapa.br

sustainability. Thereby, the present work aimed to identify and quantify the evolution of the center pivot irrigated areas in the Turvo / Grande (TG), São José dos Dourados (SJD) and Baixo Tietê (BT) Rivers Basins in the north-west region of São Paulo from 2010 until 2016. Images of the Landsat series satellites processed in ArcGIS environment were used to the identification of the irrigation systems and the establishment of the relational database with information of each equipment. The results showed that the evolution of irrigated agriculture between 2010 and 2016 was due to the addition of 99 equipments and 2856 hectares irrigated, and at the end of 2016 the irrigated agriculture scenario in the Northwest Paulista was of 16,501 irrigated hectares, having 344 central pivot systems. In relation to the Hydrographic Basin, the basin that obtained the greatest evolution was that of Turvo Grande, with an increase of 73 new pivots and 1008 irrigated hectares. Regarding the municipality, since 2010 the municipalities that lead the ranking of the largest irrigated area are Sud Mennucci, Pereira Barreto and Itapura, changing only the order of classification.

**KEYWORDS:** Center pivot, irrigated agriculture, irrigation systems

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento e para a evolução da agricultura. Grande parte de toda água utilizada no setor agrícola é aplicada nas práticas de irrigação, prática esta que em muitas regiões torna-se imprescindível para suprir a grande demanda por alimentos, que é cada vez maior em decorrência do aumento das atividades humanas. Segundo a Agência Nacional de Águas, no Brasil cerca de 70 % das águas retiradas da natureza são utilizadas pela irrigação (1.270 m<sup>3</sup>/s) (ANA, 2012).

Ainda, dados levantados pela FAO indicam que o Brasil possui um potencial de irrigação estimado em 30 milhões de hectares, no entanto, com ampliação de até 75 milhões, embora, atualmente apresente uma área irrigada de apenas 6 milhões de hectares aproximadamente. De acordo com a Hernandez et al. (2014), o sistema de irrigação tipo pivô central representa mais de 40% das novas áreas irrigadas, ocupando cerca de 60 milhões de hectares.

O Noroeste Paulista tem um grande potencial para agricultura irrigada e segundo Amendola (2016), no ano 2000 esta região partiu de uma área irrigada por sistema pivô central de 6.802 hectares possibilitados por 86 equipamentos e até julho de 2015 eram contabilizadas uma área irrigada de 13.331 hectares, com crescimento de 96%, como resultado da implantação de 116 novos equipamentos. Porém, ainda é uma área pouco explorada, necessitando de maiores investimentos com relação a agricultura irrigada e com relação a gestão da utilização dos

recursos hídricos, uma vez que está inserido na área chamada de Grandes Lagos possuindo assim um grande potencial para as práticas de irrigação (AMENDOLA et al, 2016).

Mesmo com precipitações anuais elevadas, a região Noroeste Paulista passa por 8 meses de deficit hídrico, causados, principalmente, pela distribuição irregular das chuvas, por isso esta é a região do estado de São Paulo que possui as maiores taxas evapotranspiratórias em decorrência das altas temperaturas (HERNANDEZ et al., 1995, HERNANDEZ et al., 2000 e SANTOS et al., 2010) e assim, ter informações que auxiliem o agricultor irrigante no manejo da prática de irrigação é essencial para promover o uso sustentável da água assim como aumentar a produtividade nas lavouras de forma consciente e eficaz, sendo que lançar mão de técnicas de sensoriamento remoto é uma maneira de quantificar e possibilitar o levantamento de banco de dados relacionado a agricultura irrigada para um bom manejo da mesma (SILVA, 2017).

Desta forma, este projeto se propôs a identificar e quantificar a evolução das áreas irrigadas por pivô central nas Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo/Grande (TG), São José dos Dourados (SJD) e margem direita do Baixo Tietê (BT), na região Noroeste Paulista no ano de 2016, e comparar com a realidade da agricultura irrigada no Noroeste Paulista no ano de 2010.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

É alvo da pesquisa o sistema pivô central, por ser o mais utilizado nas práticas de irrigação na região Noroeste Paulista e possivelmente as maiores demandas por água. Neste trabalho, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto e de sistema geográfico de informações combinadas com variáveis climáticas obtidas em estações agrometeorológicas para a estimativa da evapotranspiração atual em escala regional. Em relação à expansão da área irrigada, este trabalho identificou as novas áreas acrescentadas entre julho de 2015 e dezembro de 2016, complementando o estudo iniciado por Amendola (2016) que identificou a implantação e a evolução destes sistemas a partir do ano de 2000. Houve a necessidade de revisão de dados levantados em anos anteriores, em decorrência de falhas na identificação, especialmente nos sistemas pivô central rebocável, que podem irrigar até três áreas consecutivas.

### **Caracterização da área de Estudo**

Este estudo abrange 113 cidades do Noroeste Paulista, localizadas nas bacias hidrográficas do Turvo/Grande, São José dos Dourados e a margem direita do Baixo Tietê (Anexo 1), que somadas totalizam 2.938.394 hectares. Destes, 1.594.884 hectares localizam-se

na Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande, 678.690 hectares na Bacia Hidrográfica do São José dos Dourados e 664.820 hectares na margem direita do Baixo Tietê (CBH, 2015).

### **Coleta e Processamento das imagens**

As imagens que foram trabalhadas neste estudo foram adquiridas através das bases de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e da NASA (National Aeronautics and Space Administration), disponibilizadas gratuitamente. Para o período de julho de 2015 a dezembro de 2016 foram utilizadas as imagens do satélite americano Landsat 8 e para o ano de 2010 foram utilizadas as imagens do satélite Landsat 5. Para o processamento das imagens foi utilizado o software ArcGIS 10.0 (ESRI) que oferece boa qualidade gráfica e muitas ferramentas práticas, sendo licenciado para Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira para utilização em pesquisa científica.

Para a composição de cores das imagens foram utilizadas as bandas que compõem a “falsa- cor”, para melhor visualização das áreas irrigadas. Após o processamento das imagens foi realizada a identificação das áreas irrigadas e consolidação do banco de dados.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Após realizado o processamento das imagens e a identificação dos sistemas pivô central acrescentados desde julho de 2015 até dezembro de 2016, pôde-se realizar a análise da expansão da agricultura irrigada por pivô central no Noroeste Paulista. Assim, como mostrado no Anexo 2, constatou-se que durante o período citado houve a instalação de 22 novos sistemas pivô central no Noroeste Paulista, acrescentando uma área irrigada de 764 hectares.

O Anexo 2 também mostra o cenário atual da agricultura irrigada no Noroeste Paulista, com dados relacionados a evolução e ao acúmulo de área irrigada e de equipamentos no ano de 2016, sendo que os dados dos anos anteriores a julho de 2015 foram extraídos com base no estudo publicado por Amendola (2016), confrontados com estudo publicado em 2016 pela Agência Nacional de Águas (ANA) em parceria com a EMBRAPA, sobre a situação da agricultura irrigada por pivô central no país, em 2014. Assim, pode-se verificar que a área total irrigada no Noroeste Paulista ao final do ano de 2016 foi contabilizada em 16.501 hectares, somando 344 equipamentos. Além dos acréscimos, no ano de 2016 também houveram perdas, em que foram retirados cerca de 3 sistemas pivô central, sendo 57 hectares irrigados perdidos.

O Anexo 3 mostra os dados relacionados a agricultura irrigada por sistema pivô central no ano de 2010. A área irrigada total somada no ano de 2010 foi de 13.678 hectares e o total de equipamentos somados foi de 246. Pode-se constatar a evolução da área irrigada e do número

de equipamentos entre os anos de 2010 e 2016, em que houve um acréscimo de 98 equipamentos, somando 2.823 hectares de área irrigada. Houve perda de 3 equipamentos durante este período, somando 146 hectares.

Com os dados obtidos foi possível analisar a situação da área irrigada no Noroeste Paulista a nível de Bacia hidrográfica e de município. Desta forma, o Anexo 4 permite a análise da quantidade total de área irrigada, da quantidade de equipamentos e a relação área irrigada por área total (AI/AT), a nível de Bacia Hidrográfica. Assim, verificou-se que ao final de 2016 a Bacia Hidrográfica que apresentou a maior quantidade de área irrigada foi a Baixo Tietê (BT), com 7.831 hectares e apresentando relação AI/AT de 1,2 %, seguida pela Bacia Hidrográfica Turvo Grande (TG), com 7.378 hectares e relação AI/AT de 0,4 % e posteriormente pela Bacia Hidrográfica São José dos Dourados, com 1.238 hectares e relação AI/AT de 0,2%. Contudo, quando se refere a quantidade total de sistema pivô central, a Bacia Hidrográfica Turvo Grande lidera o ranking, apresentando 231 equipamentos, seguida pela Bacia Hidrográfica Baixo Tietê, com 95 equipamentos, e depois pela Bacia Hidrográfica São José dos Dourados, com apenas 17 equipamentos.

Ainda, o Anexo 4 permite a análise da evolução da agricultura irrigada por sistema pivô central no Noroeste Paulista a nível de Bacia Hidrográfica entre os anos de 2010 e 2016. Desta forma, observa-se que a Bacia Hidrográfica que obteve maior evolução entre os anos estudados, com relação aos aspectos área irrigada e número de equipamentos, foi a Turvo Grande, com acréscimo de 1468 hectares irrigados e 73 equipamentos. A bacia São José dos Dourados (SJD) teve uma evolução discreta com relação a área irrigada e ao número de equipamentos, em que foram acrescentados 380 hectares e 6 novos sistemas pivô central. A bacia Baixo Tietê também destacou-se com relação a evolução, em que foram acrescentados 1008 hectares irrigados e 20 novos sistemas instalados.

O Anexo 5 mostra a evolução da agricultura irrigada por pivô central no Noroeste Paulista, com dados atualizados obtidos pelo presente estudo, juntamente com os dados obtidos por Amendola (2016), confrontados com o estudo realizado pela ANA (2016) referentes a dados coletados no ano de 2014. Com o gráfico é possível analisar que o Noroeste Paulista possui uma área irrigada considerável. Em estudo recente, Trinca et al (2015) identificou a quantidade de sistemas pivô central de três Bacias Hidrográficas do Oeste Paulista, totalizando apenas 56 equipamentos acumulados desde o ano de 2000 até o final de 2014, com área de 5.105 hectares, sendo uma diferença bastante significativa quando comparada ao total de equipamentos contabilizados por Amendola (2016) no mesmo período na região Noroeste Paulista, que verificou um acúmulo de 202 equipamentos, sendo corrigidos para 303 equipamentos pelo

presente estudo. Esta diferença demonstra o grande potencial da região Noroeste Paulista com relação a agricultura irrigada quando comparada a outras regiões, e indica um futuro promissor da irrigação por sistema pivô central, podendo ser de contínuo crescimento como se deu entre os anos de 2000 a 2016, de acordo com o Anexo 5.

## **CONCLUSÕES**

Com o levantamento da área irrigada e da quantidade de sistemas pivô central no ano de 2016, pode-se concluir que o Noroeste Paulista teve uma evolução de 2856 hectares irrigados, com acréscimo de 99 equipamentos entre o ano de 2010 e 2016. Ao final do ano de 2016 a área irrigada acumulada foi de 16.501 hectares e 344 equipamentos.

Em relação às Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos que foi simplificada aqui como Bacia Hidrográfica, pode-se concluir que em relação a evolução entre 2010 e 2016 a Bacia Hidrográfica do Turvo Grande foi a que mais se destacou, com 73 novos pivôs e acréscimo de 1468 hectares irrigados. Seguida pela Bacia Baixo Tietê com acréscimo de 20 novos pivôs, e 1008 hectares irrigados e, posteriormente, pela bacia São José dos Dourados com 6 novos pivôs e 380 hectares irrigados.

Os dados do Anexo 6 confronta o ano de 2010 com 2016 em relação aos dez municípios com maior área irrigada por pivô central na região Noroeste Paulista. Assim, pode-se observar que nos anos comparados os municípios de Itapura, Pereira Barreto e Sud Mennucci ocupam as três primeiras posições do ranking, mudando apenas a ordem. Com isso, pode-se visualizar que são municípios que investem em tecnologia na agricultura e ajuda a impulsionar a agricultura irrigada na região.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela Bolsa de Estudos concedida ao primeiro autor (Processo nº 2016/19209-5).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMENDOLA, E.C. Evolução da agricultura irrigada por pivô central no noroeste paulista. Trabalho de Graduação (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016. 51 p.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2016. 33p.

ANA - Agência Nacional de Águas. ANA divulga relatório de Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2012. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2012. 215 p.: Il. Acesso em: 22 de abril de 2017. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/arquivos/Conjuntura2012.pdf>>.

COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. Estado de São Paulo. Agência Nacional de Águas ANA Brasília - DF, 2015. Acesso em: 29 de abril de 2017. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/DataGrid/GridSaoPaulo.aspx>>.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Irrigation Water Management, Chapter 7: Choosing an Irrigation Method. 2016. Acesso em: 24 de julho de 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/S8684E/s8684e08.htm>>.

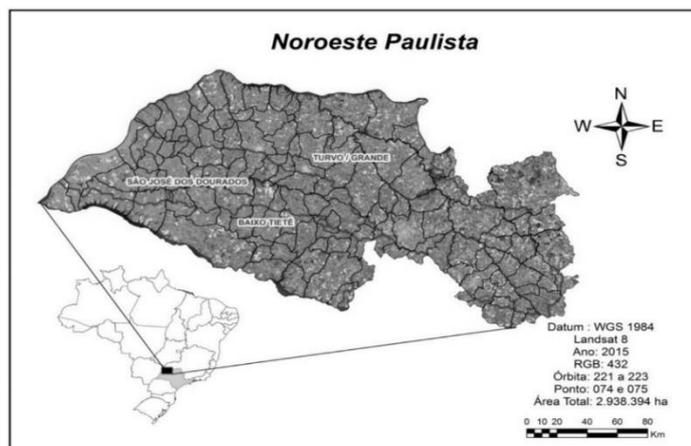
HERNANDEZ, F.B.T.; FERREIRA, M.I.; MORENO-HIDALGO, M.A.; PLAYÁN, E.; PULIDO-ALVO, I, RODRÍGUEZ - SINOBAS, L.; TARJUELO, J.M.; SERRALHEIRO, R. Visión del Regadio. Revista Ingenieria del Agua. 2014. p. 39 - 53. Acesso em 11 de agosto de 2016. Disponível em: < [http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/vision\\_of\\_irrigation\\_2014.pdf](http://www.agr.feis.unesp.br/pdf/vision_of_irrigation_2014.pdf) >.

NASA - National Aeronautics and Space Administration. Landsat 8 Instruments. Page Last Updated: April 28, 2016. Acesso em: 02 de maio de 2017 Disponível em: <[http://www.nasa.gov/content/landsat-8\\_instruments](http://www.nasa.gov/content/landsat-8_instruments)>.

SANTOS, G.O.; HERNANDEZ, F.B.T.; ROSSETTI, J.C. Balanço hídrico como ferramenta ao planejamento agropecuário para a região de Marinópolis, noroeste do Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.4, n.3, p.142-149, 2010.

SILVA JUNIOR, J.F. Evapotranspiração de referência como base para o manejo sustentável da irrigação no noroeste paulista. Tese de doutorado. Botucatu, 2017.

## ANEXOS



**Figura 1.** Região de estudo denominada Noroeste Paulista. Fonte: AMENDOLA (2016).

**Tabela 1.** Cenário da agricultura irrigada na região Noroeste Paulista em 2016.

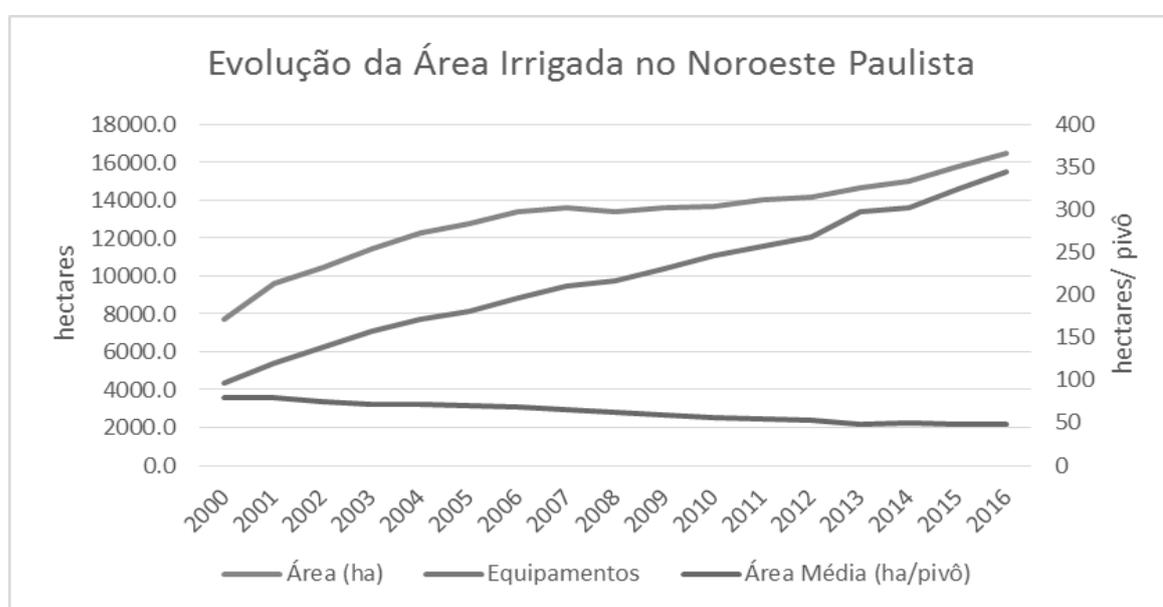
2016	Área Total Municípios de Interesse	1.779.722 ha
	Área Total Irrigada	16.501 ha
	Total de Equipamentos	344
	AI/AT	0,9%
Evolução 2015 a 2016	Área Total Irrigada	764 ha
	Nº equipamentos incluídos	22
Perdas de 2015 a 2016	Nº equipamentos retirados	3
	Perda de área irrigada	57 ha

**Tabela 2.** Cenário da agricultura irrigada na região Noroeste Paulista em 2016.

2010	Área Total Municípios de Interesse	1779722
	Área Total Irrigada	13678
	Total de Equipamentos	246
	AI/AT	0,8%
Evolução 2010 a 2016	Área Total Irrigada	2856
	Nº equipamentos incluídos	99
Perdas de 2010 a 2016	Nº equipamentos retirados	3
	Perda de área irrigada	146

**Tabela 3.** Evolução da agricultura irrigada a nível de bacia, entre os anos de 2010 e 2016.

Bacia Hidrog.	Área Total (ha)	2010			2016			Evolução 2010 a 2016	
		Área Irrigada (há)	Equipamentos	AT/AI (%)	Área Irrigada (ha)	Equipamentos	AT/AI (%)	Área Irrigada (ha)	Equipamentos
<b>BT</b>	651565	6823	75	1,0	7831	95	1,2	1008	20
<b>SJD</b>	587805	858	11	0,1	1238	17	0,2	380	6
<b>TG</b>	1812229	5964	159	0,3	7432	232	0,4	1468	73
<b>Total</b>	3051598	13645	245	0,4	16501	344	0,5	2856	99

**Figura 2.** Evolução da área irrigada no Noroeste Paulista entre 2000 e 2016.**Tabela 4.** Os dez municípios com maior área irrigada em 2010 e 2016.

2010		2016	
Município	Área Irrigada (ha)	Município	Área Irrigada (ha)
Itapura	2025	Pereira Barreto	2248
Pereira Barreto	1837	Itapura	2132
Sud Mennucci	1245	Sud Mennucci	1481
Cardoso	913	Riolândia	1355
Riolândia	890	Cardoso	1051
Paulo de Faria	709	Paulo de Faria	676
Jose Bonifacio	528	Monte Alto	639
Santo Antonio do Aracangua	490	Santo Antonio do Aracangua	523
Buritama	420	Jose Bonifacio	512
Votuporanga	378	Buritama	462