

## **EVOLUÇÃO DA ÁREA IRRIGADA POR PIVÔ CENTRAL NO NOROESTE PAULISTA**

**DANIELA ARAUJO DE OLIVEIRA<sup>1</sup>, FERNANDO BRAZ TANGERINO  
HERNANDEZ<sup>2</sup>**

**RESUMO:** A irrigação vai além de atender as necessidades hídricas das plantas e garantia da produtividade das culturas e quando instalada, traz desenvolvimento socioeconômico regional por meio da tecnificação no campo. Dessa forma, é importante o crescimento das áreas irrigadas aliado à boa gestão dos recursos hídricos, principalmente nas regiões onde há oferta de recursos naturais, como é o caso do Noroeste Paulista. Situado na região denominada Grandes Lagos, com grande potencial para a agricultura irrigada, ainda é pouco explorada. Portanto, este trabalho teve como objetivo contabilizar o crescimento do número de pivôs centrais tais como suas áreas, no Noroeste de São Paulo entre os anos 2000 e 2018 e para tal, foram utilizadas imagens de satélite processadas no software ArcGIS. Os resultados obtidos podem ser utilizados como instrumentos de planejamento em diferentes setores da socioeconomia e dos recursos hídricos. Em 2000 a região contava com 79 pivôs centrais que totalizavam uma área irrigada de 6.623 hectares. Em 2018 esse número passou para 367 equipamentos e 17.613 hectares irrigados, tendo um incremento médio de 611 hectares irrigados por pivô central por ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação, recursos hídricos, sensoriamento remoto.

## **EVOLUTION OF IRRIGATED AREA BY CENTRAL PIVOT IN THE NORTHWEST REGION OF SÃO PAULO**

**ABSTRACT:** Irrigation goes beyond meeting the water needs of plants and the guarantee of crops yield, when assembled, it brings social-economic development for the region thought

---

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Ilha Solteira - SP. Fone (18) 37431959. E- mail: araujo1daniela@gmail.com.

<sup>2</sup> Professor Titular, UNESP, Ilha Solteira, SP.

field technification. This way, the growth of irrigated areas is important, associated to a good management of water resources, mainly in the regions where there is offer of natural resources, like in the Northwest region of São Paulo. Situated in a region called Grandes Lagos (Big Lakes), with a high potential for irrigated agriculture, still under exploited. Therefore, this work had as its goal to make accounts the growth of central pivots as well as it's areas, in the Northwest region of São Paulo between the years 2000 and 2018, which for such satellite's images were used and processed using the ArcGIS software. The results obtained can be used like planning tools in different sectors of social-economy and water resources. In 2000 the region had 79 central pivots that together totalized an amount of irrigated area of 6623 hectares. In 2018 the amount increased to 367 equipment and 17613 irrigated hectares, getting to an increment average of 611 hectares irrigated by central pivots a year.

**KEYWORDS:** irrigation, water resources, remote sensing.

## INTRODUÇÃO

Irigar sempre trouxe segurança ao produtor de alimentos, pois atendendo a demanda hídrica das plantas quando o volume de água disponibilizado pelas chuvas não é suficiente, evita-se perdas na produção em razão do déficit hídrico, modificando as possibilidades agrícolas de cada região (Bernardo et al., 2013). Além disso, a irrigação leva tecnologia ao campo, auxiliando na geração de emprego e renda, e assim, contribui para o desenvolvimento macroeconômico do país (Moreira, 2015).

A agricultura irrigada do Brasil tem características diferentes, enquanto na maior parte dos demais países utiliza-se o método de irrigação por superfície, o destaque no Brasil é a evolução da irrigação pressurizada. Ainda que o país conte com uma boa oferta de água em superfície e grande potencial de acréscimo da agricultura irrigada, a expansão deve ser feita de forma racional com adequada gestão dos recursos hídricos (Agência Nacional de Águas - ANA, 2017; Martins et al., 2016; Paulino et al., 2011).

O Noroeste do estado de São Paulo está inserido na região denominada Grandes Lagos, tendo grande potencial para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Apesar da grande oferta de recursos hídricos, de registrar as maiores taxas de evapotranspiração do estado e alta variabilidade de chuvas, ocasionando um longo período de déficit hídrico ao longo do ano -

até 8 meses -, a agricultura irrigada na região ainda é pouco explorada exigindo maiores investimentos nesse setor (Amendola, 2016; Santos et al., 2010; Hernandez et al., 2003).

Segundo Squizato (2017), o número de pivôs centrais em dezembro de 2016 na região era de 322 equipamentos, que totalizavam 16.051 hectares irrigados. É importante a atualização de dados da agricultura irrigada pois além da consciência sobre o potencial de expansão aliado à boa gestão dos recursos naturais, possibilita o conhecimento das localidades onde a tecnologia da irrigação tem maior importância (Loiola & Souza, 2001; Martins et al., 2016). E ainda, seus efeitos multiplicadores na economia regional.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto é uma boa alternativa para a quantificação da agricultura irrigada necessária para estudos e planejamento dos recursos hídricos. Os sistemas pivôs centrais podem ser identificados em imagens de satélite devido à sua forma geométrica e assim, esse trabalho teve como objetivo apresentar e discutir a evolução da área irrigada por pivô central no Noroeste Paulista entre os anos de 2000 e 2018.

## MATERIAL E MÉTODOS

A região Noroeste Paulista é composta por 115 municípios situados nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs) do Turvo/Grande, São José dos Dourados e à margem direita do Baixo Tietê (ANA, 2015), somando um total de 2.972.049 hectares.

Para o mapeamento das áreas irrigadas por pivô central nos anos 2017 e 2018 foram utilizadas imagens do satélite americano Landsat 8, disponibilizadas pelo United States Geological Survey (USGS). Este satélite possui 1 banda pancromática, 8 bandas multiespectrais e 2 bandas termais, com resolução espacial de 15 m, 30 m e 100 m, respectivamente, e oferece cenas básicas de 185 x 185 Km com frequência de revisita de 16 dias entre as 10h e 12h, horário de Brasília (Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais - INPE, 2019).

São necessárias cinco imagens do satélite Landsat 8 para formar todo o Noroeste Paulista, das seguintes órbitas e pontos: 221-74, 221-75, 222-74, 222-75, 223-74, sendo utilizada a última imagem do ano para cada órbita e ponto totalmente livre de nuvens (Tabela 1).

Tabela 1. Datas das imagens do satélite Landsat 8 utilizadas

Órbita/Ponto	2017	2018
221/74	25/ago	12/ago
221/75	10/set	13/set

222/74	01/set	19/ago
222/75	17/set	22/out
223/74	23/ago	16/dez

O processamento das imagens foi realizado no software ArcGIS - Versão 10.1 (ESRI) licenciado pela Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira. A fim de obter melhor visualização das áreas irrigadas por pivô central, para a composição de cores das imagens analisadas foram utilizadas as bandas 6, 5 e 4 que compõem a simulação de cores naturais, distinguindo solo, água e vegetação. A contagem do número de sistemas pivôs centrais foi realizada por meio da criação de um shapefile do tipo polígono para cada ano, georreferenciados para que estivessem alinhados com as projeções das cenas do satélite, os sistemas foram identificados considerando as feições circulares e semicirculares na cena. Além da contagem do número de sistemas pivôs centrais, estes tiveram suas áreas calculadas através da ferramenta Calculate Geometry.

Dos anos 2000 a 2016 utilizou-se o banco de dados relacional da Área de Hidráulica e Irrigação da UNESP Ilha Solteira, constituído por Amendola (2016) e Squizzato (2017), sendo utilizados os satélites Landsat 5 e ResourceSat até 2013, ano em que o Landsat 8 entrou em órbita.

O número de sistemas e a área irrigada foram analisados a nível municipal e a nível de UGRHIs e a área relativa ocupada por pivôs centrais em foi calculada através da Equação 1:

$$\text{Área Relativa Irrigada (ARI) (\%)} = \frac{AI}{AT} \times 100 \quad (1)$$

Em que,

AI - área irrigada (hectares),

AT - área total (hectares).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o ano 2000 haviam 79 pivôs centrais no Noroeste Paulista, somando 6.623 hectares irrigados. Já em 2018 foram identificados 367 equipamentos instalados, totalizando uma área irrigada de 17.613 hectares. A taxa de crescimento da área irrigada e a evolução em número de equipamentos no período estão exibidas nas Figuras 1 e 2.

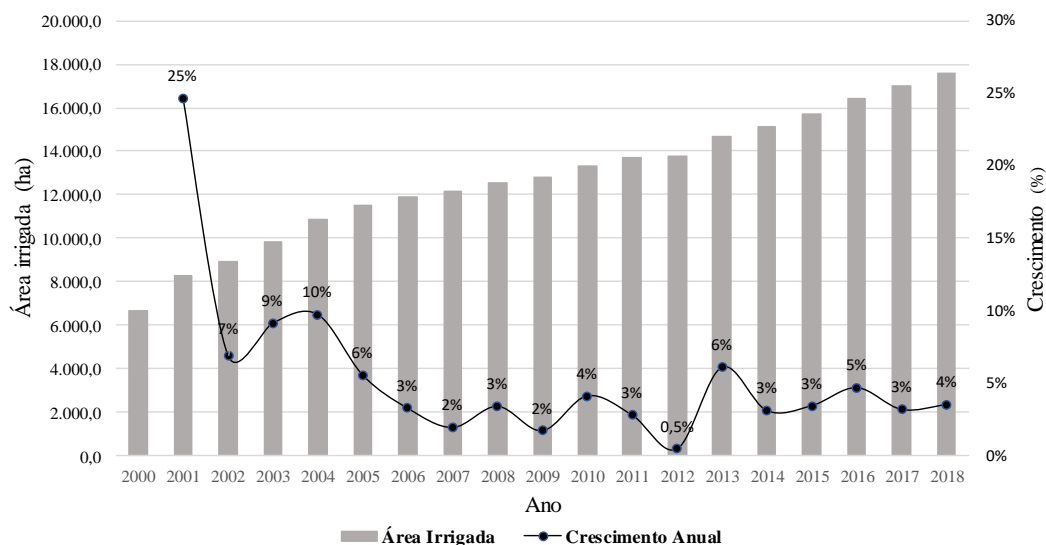


Figura 1. Crescimento anual da área irrigada no Noroeste Paulista.

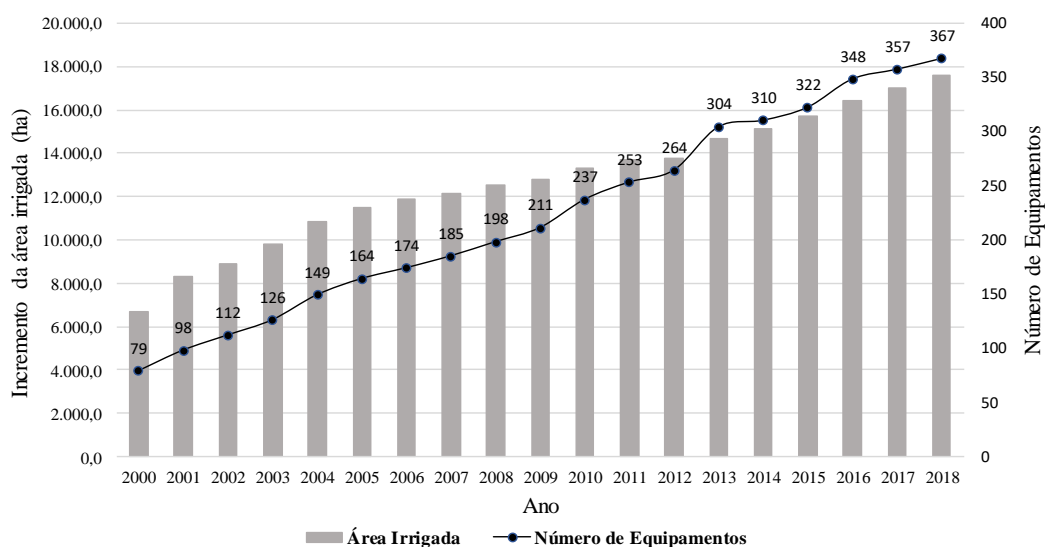


Figura 2. Evolução do número de sistemas pivô central no Noroeste Paulista.

Na região, a implantação média anual é de 16 pivôs centrais, porém em 2013 novos 40 equipamentos foram instalados, em comportamento regional semelhante ao apresentado por Hernandez et al., (2014) para o Brasil, reforçando a ascensão e consolidação dos sistemas de irrigação tipo pivô central que ocorreu naquele ano em todo o território nacional, representando mais de 44% de todas as novas áreas irrigadas, em que foram incorporados novos 284.176 hectares irrigados ao processo de produção de alimentos. Hernandez (2019) registra a diminuição da expansão da agricultura irrigada nos anos que se seguiram até 2018, com decréscimo médio anual de 19% (2014), 15% (2015), acréscimo de 15% em 2016, e

novamente decréscimo de 6% e 1% em 2017 e 2018, em relação ao ano anterior, contrapondo com o registrado nas UGRHIs do Turvo/Grande, São José dos Dourados e margem direita do Baixo Tietê, que no mesmo período de crise hídrica e posterior a ela (2014 a 2018) registrou crescimento médio anual entre 3 e 5% (Figura 1).

O ano com menor evolução em número de sistemas foi 2014, com o incremento de apenas 6 pivôs centrais, que somam 470 hectares, podendo ser explicado pela crise hídrica ocorrida entre 2014 e 2015. Porém, se levar em consideração o incremento em área irrigada, o ano menos significativo foi 2012, com apenas 64 novos hectares irrigados.

Segundo Guimarães et al. (2018) em 2018 haviam 204.951 hectares irrigados pelo sistema pivô central em todo o estado de São Paulo, somando 4.603 equipamentos, sendo assim, os pivôs centrais instalados nas UGRHIs estudadas representam apenas 8,6% da área irrigada no território do estado e 8% do número de equipamentos, pouco expressivo tendo em vista a potencialidade destacada por Hernandez et al. (2003) e Santos et al. (2010) que relatam ser a região detentora do maior déficit hídrico estadual e das maiores taxas de evapotranspiração, logo a agricultura irrigada deveria ser maior explorada para que não haja queda da produtividades em razão da insuficiência hídrica.

Para a ANA (2019) a taxa de crescimento da área irrigada no estado de São Paulo entre 2000 e 2017 foi de 179%, chegando à 190.507 hectares irrigados, semelhante ao observado entre 2000 e 2018 na região estudada que foi de 166%. As Figuras 3 e 4 ilustram a distribuição dos sistemas pivô central nos anos 2000 e 2018, respectivamente, nas UGRHIs com maior densidade de equipamentos na parte Oeste, conhecida como Noroeste Paulista, porém, é expressiva a quantidade de equipamentos no Turvo/Grande cuja expansão depende em grande parte das nascentes posicionadas à Leste, onde se encontram uma expressiva produção de hortaliças todas dependentes de sistemas de irrigação.

Nos anos 2017 e 2018 foram instalados 18 equipamentos somando 1.161 hectares, tendo a maior evolução no Baixo Tietê com 861 hectares irrigados por pivô central, que representam 74% de todo o acréscimo em área irrigada na região, repetindo o comportamento identificado por Squizzato (2017) nos anos de 2015 e 2016, quando o crescimento da área irrigada no Baixo Tietê representou 67% do crescimento da agricultura irrigada de todo Noroeste Paulista. Foi na UGRHI São José dos Dourados a menor expansão, apenas 86 hectares (2 equipamentos), corroborando com Squizzato (2017) para os anos anteriores.

Guimarães et al. (2018) aponta o comportamento típico da agricultura irrigada de se desenvolver mais em certa localidade em determinado intervalo de tempo, formando polos de irrigação. Em São Paulo, o destaque é a Bacia do Paranapanema onde somente o município de

Itaí possui 351 pivôs, que somam 17.312 hectares e já em nível nacional, ANA (2019) aponta como maior polo de irrigação o Oeste Baiano, situado na região hidrográfica do São Francisco com 147.087 hectares irrigados distribuídos em 7 municípios.

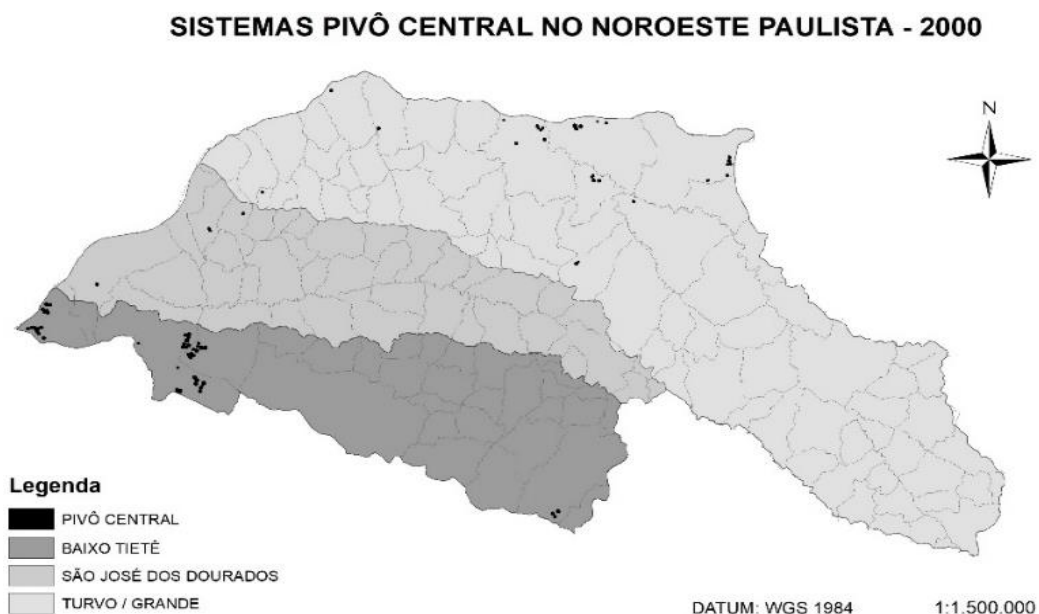


Figura 3. Distribuição dos pivôs centrais nas UGRHIs do Turvo/Grande, São José dos Dourados e à margem direita do Baixo Tietê em 2000.

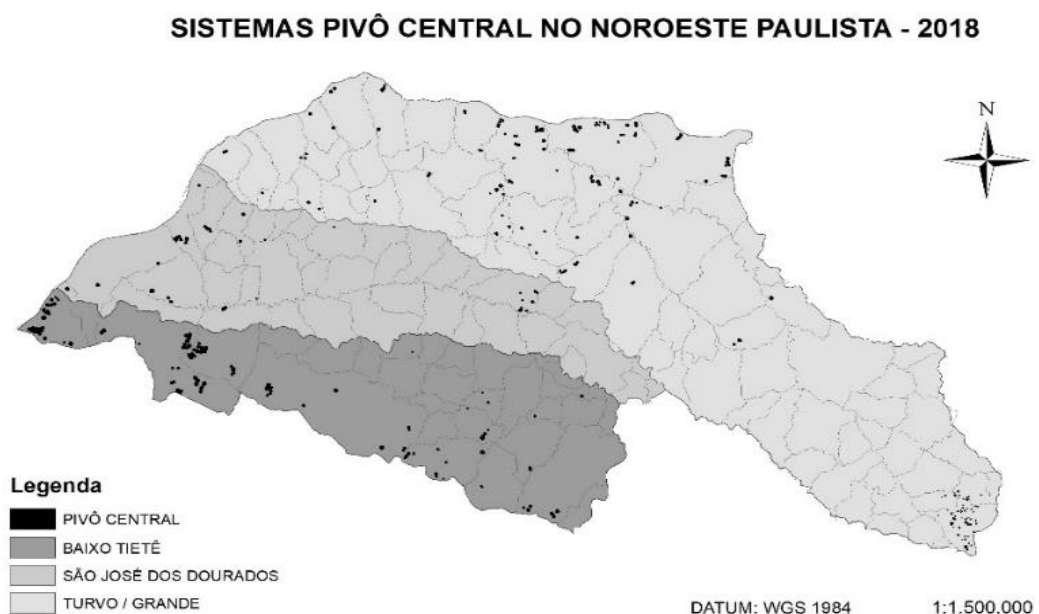


Figura 4. Distribuição dos pivôs centrais nas UGRHIs do Turvo/Grande, São José dos Dourados e à margem direita do Baixo Tietê em 2018.

O maior número de pivôs centrais foi encontrado na UGRHI do Turvo/Grande, foram 237 equipamentos, totalizando 7.567 hectares e ARI de 0,5%. Contudo, a maior área irrigada foi no Baixo Tietê onde 8.813 hectares são irrigados por 112 sistemas pivô central resultando

em uma ARI de 1,2%. Já na UGRHI São José dos Dourados foram contabilizados apenas 1.233 hectares, 18 pivôs centrais e ARI de 0,2%.

## **CONCLUSÕES**

As UGRHIs do Turvo/Grande, São José dos Dourados e margem direita do Baixo Tietê registraram a implantação de 288 equipamentos tipo pivô central irrigando 10.991 hectares entre 2000 e 2018, acumulando uma área irrigada de 17.613 hectares com 367 sistemas. Nos últimos seis anos os investimentos em sistemas de irrigação cresceram 39%, a base instalada em 2000 representa 21% dos equipamentos e assim, 40% foi implantado em 12 anos, levando a acreditar que os Produtores de Alimentos estão cada vez mais atentos para a necessidade de investirem em segurança hídrica, tendo na UGRHI do Baixo Tietê 74% das novas áreas irrigadas nos anos 2017 e 2018, com os municípios de Itapura e Sud Mennucci às margens do rio Tietê registrando as maiores áreas relativas ocupada por pivôs centrais na região Noroeste Paulista, aproveitado a potencialidade hídrica.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela Bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor (Processo 2018/17493-3).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMENDOLA, E.C. Evolução da agricultura irrigada por pivô central no Noroeste Paulista. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2016. 51p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Disponível em: <[http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/emanoele\\_tcc\\_versao\\_final2.pdf](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/emanoele_tcc_versao_final2.pdf)>. Acesso em: 29 Mai. 2019.

ANA - Agência Nacional De Águas. Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2017. 86 p.

ANA - Agência Nacional De Águas. Informações sobre recursos hídricos, 2015. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh>>. Acesso em: 29 Mai. 2019.



ANA - Agência Nacional De Águas. Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil / Agência Nacional de Águas, Embrapa Milho e Sorgo. - 2. ed. - Brasília: ANA, 2019. 47 p.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8. ed. atual. e aum. Viçosa: UFV, 2013. 625p.

GUIMARAES, D.P.; LANDAU, E.C.; BRANDÃO, G.R.; SANTOS, M.C.B. Diagnóstico da agricultura irrigada por pivôs centrais em São Paulo. Irrigação e Tecnologia Moderna, Belo Horizonte, n° 118/119, p.26-32, 2018.

HERNANDEZ, F.B.T. Mais oportunidades com um novo semestre se iniciando. Blog Hidráulica e Irrigação UNESP Ilha Solteira. Disponível em: <<https://irrigacao.blogspot.com/2019/08/mais-oportunidades-com-um-novo-semester.html>>. Acesso em: 27 Ago. 2019.

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. Madrid, v.18, n.1, p.39-53, 2014. Disponível em: <[http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/vision\\_of\\_irrigation\\_2014.pdf](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/vision_of_irrigation_2014.pdf)>. Acesso: 15 Jul. 2019.

HERNANDEZ, F.B.T.; SOUZA, S.A.V.; ZOCOLER, J.L.; FRIZZONE, J.A. Simulação e efeito de veranicos em culturas desenvolvidas na região de Palmeira d'Oeste, estado de São Paulo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.23, n.1, p.21-30, 2003. Disponível em: <[http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/REA\\_veranico.PDF](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/REA_veranico.PDF)>. Acesso em: 15 Jul. 2019.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Divisão de geração de imagens: Landsat. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat#wrapper>>. Acesso em: 29 Mai. 2019.

LOIOLA, M.L.; SOUZA, F. Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB. v.5, n.1, p.160-176, 2001.

MARTINS, J.D.; BOHRZ, I.S.; FREDRICH, M.; VERONEZ, R.P.; KUNZ, G.A.; TURA, E.F. Levantamento da área irrigada por pivô central no estado do Rio Grande do Sul. Irriga, Botucatu, v. 21, n. 2, p. 300-311, maio-junho, 2016.

MOREIRA, H.M. A irrigação agrícola e sua fundamental importância mesmo em tempos de crise hídrica. AGROLINK, 2015. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/colunistas/a-irrigacao-agricola-e-sua-fundamental-importancia-mesmo-em-tempos-de-crise-hidrica\\_387775.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/a-irrigacao-agricola-e-sua-fundamental-importancia-mesmo-em-tempos-de-crise-hidrica_387775.html)>. Acesso em: 21 Mai. 2019.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M.V.; ZOLIN, C.A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, JOSÉ, J.V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. Irriga, Botucatu, v.16, n.2, p. 163-176, abril-junho, 2011.

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, Fortaleza, v.4, n.3, p.142-149, 2010. Disponível em: <[http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/rbai\\_v4\\_n3\\_p142\\_149\\_bh.pdf](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/rbai_v4_n3_p142_149_bh.pdf)>. Acesso em: 27 Jul. 2019.

SQUIZATO, M. Evolução e identificação da área irrigada por pivô central no Noroeste Paulista. Ilha Solteira: Universidade Estadual Paulista, 2017. 39p. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Disponível em: <[http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/tcc\\_mariele\\_boneco.pdf](http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/tcc_mariele_boneco.pdf)>. Acesso em: 29 Mai. 2019>.