

PANORAMA DA EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA IRRIGADA NO SUDESTE DO BRASIL ENTRE 2006 E 2017

CÉSAR DE OLIVEIRA FERREIRA SILVA¹; FERNANDO FERRARI PUTTI² E RODRIGO LILLA MANZIONE³

¹ *Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Avenida Universitária, nº 3780, Altos do Paraíso, 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil, cesaroliveira.f.silva@gmail.com.*

² *Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Rua. Domingos da Costa Lopes, nº 780, Jardim Itaipu, 17602-496, Tupã, São Paulo, Brasil, fernandoputti@tupa.unesp.br.*

³ *Departamento de Engenharia de Biosistemas, Faculdade de Ciências e Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Rua. Domingos da Costa Lopes, nº 780, Jardim Itaipu, 17602-496, Tupã, São Paulo, Brasil, lilla.manzione@unesp.br.*

1 RESUMO

O presente estudo buscou contribuir no debate sobre a situação da irrigação no Brasil, dando ênfase na região Sudeste. Buscou-se entender, a partir dos dados dos Censos Agropecuários do IBGE de 2006 e 2017, quais direções a agricultura irrigada tomou no Sudeste do Brasil durante esse período. Houve aumento na área irrigada no Brasil em todas as regiões geográficas, atingindo 6,9 milhões de hectares (Mha) em 2017. No período 2006-17 a expansão da área irrigada no estado de Minas Gerais foi de 616 mil hectares, em São Paulo foi de 321 mil hectares e de 155 mil hectares no Espírito Santo. Na região Sudeste a irrigação por gotejamento é majoritária em área, com 25% da área irrigada, seguida de forma acirrada pela irrigação por aspersão (24%) e por pivô central (23%). A área irrigada na região Sudeste, segundo o Censo 2017, é destinada majoritariamente para cultivo de lavouras temporárias (48%), lavouras permanentes (29%), horticultura e floricultura (14%) e pecuária (10%). Essas informações são importantes para o planejamento do crescimento sustentável da agricultura irrigada e o uso eficiente dos recursos hídricos.

Palavras-chave: área irrigada, Censo Agropecuário; métodos de irrigação.

**SILVA, C. O. F.; PUTTI, F. F.; MANZIONE, R. L.
OVERVIEW OF IRRIGATED AGRICULTURE EVOLUTION IN SOUTHEASTERN
BRAZIL BETWEEN 2006 AND 2017**

2 ABSTRACT

This research aimed to contribute to the debate about the current situation of irrigation in Brazil, with emphasis on the Southeast region. Based on data from the IBGE Agricultural Censuses of 2006 and 2017, we aimed to understand which directions irrigated agriculture has taken in Southeastern Brazil during this period. There was an increase in the irrigated area in Brazil in all geographical regions, reaching 6.9 million hectares (Mha) in 2017. In the period 2006-17, the expansion of the irrigated area in the state of Minas Gerais was 616,000 hectares, in São

Paulo it was 321,000 hectares and 155,000 hectares in Espírito Santo. In the Southeast region, drip irrigation is the majority in the area, with 25% of the area irrigated, followed by sprinkler irrigation (24%) and central pivot (23%). The irrigated area in the Southeast region, according to the 2017 Census, is mostly for temporary crops (48%), permanent crops (29%), horticulture and floriculture (14%), and livestock (10%). These information are important for planning the sustainable expansion of irrigated agriculture and efficient water use.

Keywords: irrigated area, census of agriculture, irrigation methods.

3 INTRODUÇÃO

Atualmente, a agricultura irrigada ao redor do globo cobre 275 milhões de hectares (Mha) - cerca de 20% das terras cultivadas - e responde por 40% da produção global de alimentos. Com o rápido crescimento populacional, a retirada de água triplicou nos últimos 50 anos (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2017). A agricultura irrigada ocupa uma área estimada de 310 Mha, 75% da qual está localizada na Ásia, onde a Índia (66 Mha) e a China (62 Mha) são os países com a maior área equipada para irrigação (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2017). Entre 1960 e 2015 a área irrigada no Brasil aumentou expressivamente, passando de 0,462 para 6,95 Mha, e pode expandir mais 45% até 2030, atingindo 10 Mha (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019).

De acordo com a Mukherji *et al.* (2009) 80% dos produtos necessários para satisfazer as necessidades da população mundial, nos próximos 25 anos, serão providos pelos cultivos irrigados. Para fazer face ao desafio atual da agricultura para a produção de alimentos, mesmo com o crescimento conjunto da produção de biocombustíveis, será preciso aumentar a produtividade das culturas, principalmente de grãos, que a curto prazo, pode ser conseguido com a expansão da agricultura irrigada e de outros avanços da pesquisa nas cadeias produtivas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2019).

O rendimento máximo da cultura, depende de diversos fatores, como condições climáticas, adubação, tratamentos fitossanitários e entre outros. Dentre esses fatores, as condições climáticas têm sido um dos fatores de maior risco com o agravante de não ser controlável a nível de propriedade rural (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002; ASCOLI *et al.*, 2017; BISPO; HERNANDEZ; TEIXEIRA, 2017; AVILEZ *et al.*, 2018; SILVA JUNIOR *et al.*, 2018). Assim, buscando reduzir os efeitos de chuvas mal distribuídas, veranicos e outras possíveis condições adversas, muitos produtores têm adotado a técnica da irrigação para suprir o déficit hídrico e buscar o rendimento máximo da cultura (BERNARDO *et al.*, 2019). Além disso, o manejo adequado promove aumento de produtividade e a auxilia o produtor a alcançar e manter a viabilidade econômica das lavouras. Também é importante ressaltar que a irrigação promove a estabilização da produção e preço de alimentos (RODRIGUES, 2001; WORLD BANK, 2006).

A Política Nacional de Irrigação (Lei Nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013) tem como princípios o uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos para irrigação, integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, meio ambiente, energia, saneamento ambiental, articulação entre diferentes instâncias e esferas de governo e entre o setor privado, gestão democrática e participativa dos Projetos Públicos de Irrigação com infraestrutura de irrigação de uso comum e

prevenção de endemias rurais de veiculação hídrica (BRASIL, 2013).

Nesse arcabouço legal são utilizados diversos instrumentos como os planos e projetos de irrigação, o Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação; os incentivos fiscais, o crédito e o seguro rural; a formação de recursos humanos; a pesquisa científica e tecnológica; a assistência técnica e a extensão rural; as tarifas especiais de energia elétrica para irrigação; a certificação dos projetos de irrigação; o Fundo de Investimento em Participações em Infraestrutura (FIP-IE); e o Conselho Nacional de Irrigação (BRASIL, 2013).

Para que a Política Nacional de Irrigação seja efetiva é necessário que seja revisada periodicamente, avaliando suas metas e conquistas, replanejando certos objetivos e alterando possíveis inconsistências. Nesse contexto, monitorar a evolução do setor é essencial para diminuir as diferenças sociais e econômicas entre as regiões brasileiras e promover desenvolvimento dentro dos diferentes contextos ao longo do país.

O presente estudo objetivou contribuir no debate sobre a situação da irrigação no Brasil, dando ênfase na região Sudeste. Um panorama da evolução da agricultura irrigada foi delineado por meio da comparação entre os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 para determinar as evoluções no que concerne aos sistemas de irrigação e destinações da área irrigada, dando ênfase aos dados da Região Sudeste.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa baseou-se em um levantamento de dados do Censo Agropecuário 2017 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017) e 2006 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006) e comparou-se seus principais resultados com trabalhos da

literatura baseados em levantamentos censitários anteriores.

A aquisição dos dados do Censo Agropecuário 2017 se deu por meio do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). As tabelas do Censo 2017 analisadas foram as 6857 (SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA, 2020a) e 6868 (SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA, 2020b) e do Censo 2006 foi a tabela 855 (SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA, 2020c). Estas tabelas são matrizes multidimensionais ($4 \times 7 \times 7 \times 5 \times 4 \times 12 \times 1 \times N$), onde N é o número de unidades territoriais a serem analisadas; quando a busca é feita por municípios N equivale a 6039, quando é feita por estados N equivale a 27 (incluindo DF), e assim por diante.

Vale ressaltar as premissas dos dois levantamentos censitários para tornar as comparações mais adequadas aos dados. De acordo com o manual do recenseador (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017), a definição de irrigação para o Censo Agropecuário 2017 (mesma que a de 2006) foi:

Considere como irrigação a prática de aplicar água, que não a da chuva, diretamente à superfície do solo cultivado com pastos ou culturas, em quantidades e intervalos determinados, com a finalidade de fornecer água às plantas em condições apropriadas ao seu crescimento e produção. Incluir regas manuais usando baldes, mangueiras ou latões.

Foram levantados diversos tipos de métodos de irrigação no Censo 2017, a saber: 1) Sistema de irrigação por superfície (Inundação, Sulcos, Corrugação e Faixa); 2) Sistema de irrigação por aspersão (detalhando Autopropelido/carretel enrolador, Pivô central, Aspersão convencional portátil, semiportátil, fixo, semifixo, canhão hidráulico e malha); 3)

Sistema de irrigação localizada (Gotejamento, Microaspersão, Xique-Xique, Potejamento, etc.) e 4) Outros sistemas (Subsuperficial e Molhação). No manual do recenseador há a definição de cada um desses métodos. No Censo 2006 o levantamento foi mais genérico, levantando 1) Inundação, 2) Sulcos, 3) Pivô Central, 4) Aspersão, 5) Localizado e 6) Outros métodos de irrigação e/ou molhação.

Essa área irrigada teve também sua destinação levantada no Censo 2017 (em 2006 não foi feito esse detalhamento), sendo consideradas: 1) Produção de lavouras temporárias; 2) Horticultura e floricultura. 3) Produção de lavouras permanentes; 4) Produção de sementes; 5) Pecuária; 6) Florestas plantadas e nativas e 7) Aquicultura.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Área irrigada no Brasil

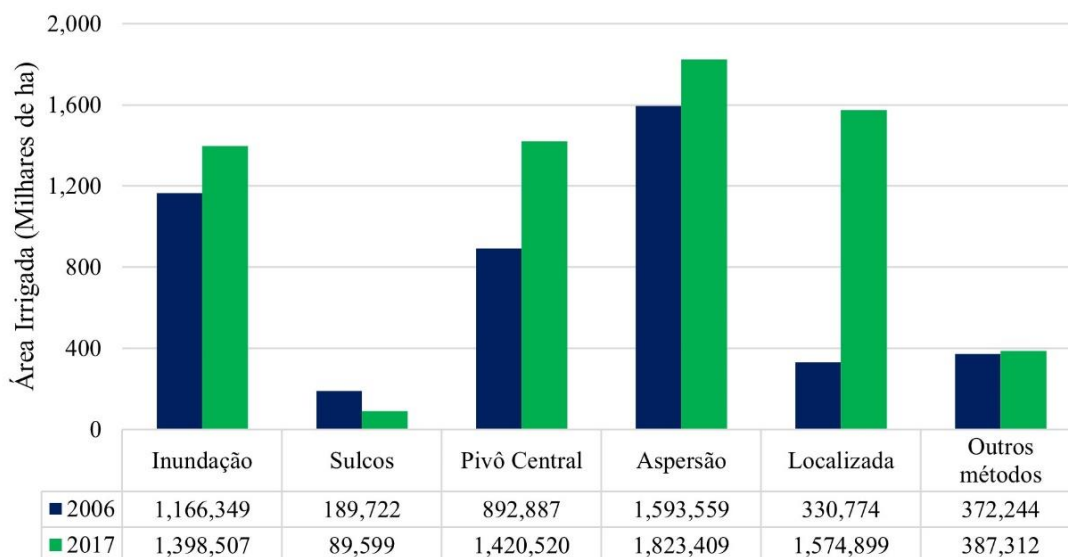
A região Sudeste é a principal região irrigante do país, seguido pelas regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte, com a maior área irrigada dos estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e São Paulo, representando, respectivamente, 20,4, 16,6 e 16,0% da área irrigada total do país. A

Figura 1 expõe a evolução da área irrigada ocupada por cada método de irrigação no Brasil segundo os Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Observa-se que no Brasil ocorreu aumento em torno de 32% da área total irrigada entre o Censo de 2006 e 2017.

Isso demonstra que a tecnologia e informação está cada vez mais chegando ao campo. Além disso, a partir do levantamento, nota-se a preocupação com o uso da água, pois uma das técnicas que mais se utiliza água é a por sulcos (eficiência em tronco de 50%), sendo a única que houve redução (52%). E um aumento de 376% no uso do sistema localizada (eficiência de 95%), que é uma técnica de alta eficiência. O método de irrigação por pivô central obteve um aumento de 60%, pois de acordo com Albuquerque *et al.* (2020) o aumento está associado a expansão agrícola no cerrado e a redução do custo para a instalação dos pivôs, e assim seu *payback* sendo menor e maior retorno financeiro.

Também no Censo foram levantando diversos outros métodos de menor proporção de utilização que são considerados artesanais, todos incluídos em “outros métodos”. Tais métodos são utilizados de forma regionais para atender alguma demanda específica e são de maiorias de baixo custo e com eficiência baixa. Por isso, seu uso se manteve praticamente inalterado.

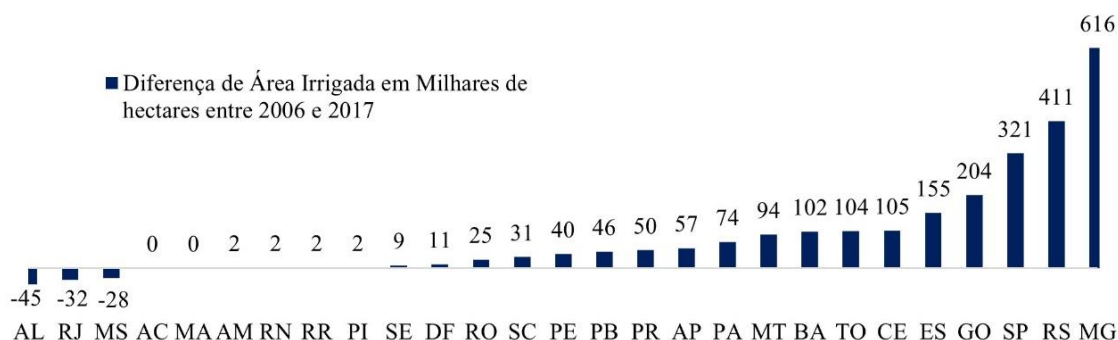
Figura 1. Evolução da área irrigada ocupada por cada método de irrigação no Brasil segundo os Censos Agropecuários de 2006 e 2017.



A Figura 2 apresenta a diferença de área irrigada total por estado entre os levantamentos do Censo Agropecuário de 2006 e 2017. Destaca-se que nesse período o estado de Minas Gerais teve a maior expansão no país, com 616 mil hectares irrigados a mais de 2006 a 2017. Em São Paulo houve expansão de 321 mil hectares, Espírito Santo 155 mil hectares. Já o Rio de Janeiro teve uma retração de 32 mil hectares. Paulino *et al.* (2011) destacam que no período 1995/6 – 2006 foi o estado de São Paulo que teve a maior expansão (330 mil ha), seguido por Minas Gerais (202 mil ha) e Espírito Santo (117 mil ha).

Em geral, os estados de Goiás, São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais que apresentaram as maiores expansões em área absoluta. Os estados de SP e MG se destacam esse aumento por estar próximo aos maiores centros consumidores, os quais destacam principalmente o cultivo de hortaliças (SCHERER *et al.*, 2016). Também é notável que o estado de São Paulo teve uma expansão dos pomares de citrus, devido ao avanço do *grepping*, o manejo adequado de irrigação e fertirrigação proporcionam redução do seu impacto e isso associado ao aumento da demanda, faz com que se intensifique o uso da irrigação (ERPEN *et al.*, 2018).

Figura 2. Diferença de área irrigada por estado segundo os Censos Agropecuários de 2006 e 2017.



O estado de Minas Gerais está associado à sua consolidação como produtor de café e ganhando destaque na produção de café especiais, em que a irrigação se torna fundamental para reduzir os impactos do déficit hídrico e aumenta a produtividade (GUIMARÃES; CASTRO JÚNIOR; ANDRADE, 2016). O estado de Goiás, está se consolidando como polo produtor de grãos, desta forma o investimento em sistema de irrigação por pivô central vem ganhando destaque, visto que a seu relevo proporciona ter áreas maiores e assim otimizar a produção e reduzir os problemas de déficit hídrico (PEREIRA JÚNIOR; FERREIRA; MIZIARA, 2017). No Estado de Minas Gerais, o avanço também da instalação de sistema de irrigação por pivô central para o cultivo do arroz teve um aumento substancial nos últimos, assim ocasionando o aumento da área absoluta irrigada (MANKE *et al.*, 2017).

A Figura 3 expõe a porcentagem de área irrigada no Brasil por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017. De toda área irrigada no Brasil levantada pelo Censo em 2017, observa-se que ocorre uma distribuição pelo método de irrigação assimétrica, em que os sistemas de pivô central e inundação (21%), sendo os métodos de maior tecnificação. Enquanto os métodos de menor uso de tecnologia, como molhação, sulcos e outros métodos (artesanais) são os de menor uso. Importante destacar que o método de irrigação subsuperficial é uma técnica recente e ainda pouco utilizado devido a seu custo. E também questões relacionadas a entupimento que gera dúvidas e seu custo para resolver a problemática (BERNARDO

et al., 2019). Um recorte interessante é o do bioma Cerrado, que de acordo com Althoff e Rodrigues (2019), essa região tem concentrado aproximadamente 80% de todos os pivôs centrais do Brasil. Somente nessa região potencial de área irrigada chega aos 26.5 Mha.

O levantamento de 2017 mostra que a tendência apontada por Paulino *et al.* (2011) de predominância da irrigação pressurizada no Brasil, em contrapartida ao domínio da irrigação de superfície (ou inundação) no restante do mundo, continua sendo verificado, colocando o Brasil em destaque dentro da agricultura irrigada global. O fato de a irrigação pressurizada ter eficiência maior que a por superfície (BERNARDO *et al.*, 2019) também é relevante para explicar a produtividade relevante da agricultura no Brasil, que se aliada a melhores condições de financiamento pode tornar nosso agronegócio mais competitivo em relação a outros países.

A Figura 4 expõe a porcentagem de destinação/tipo de uso da área irrigada no Brasil por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017.

Ao longo do Brasil, a área irrigada destinada à pecuária corresponde a 40%, sendo o uso predominante no país. Em seguida há 22% destinada à produção de lavouras temporárias, 17% para horticultura e floricultura, 16% para produção de lavouras permanentes e como usos minoritários há irrigação para florestas plantadas e nativas e produção de sementes, cada uma ocupando 2% da área irrigada do Brasil.

Figura 3. Porcentagem de área irrigada no Brasil por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017.

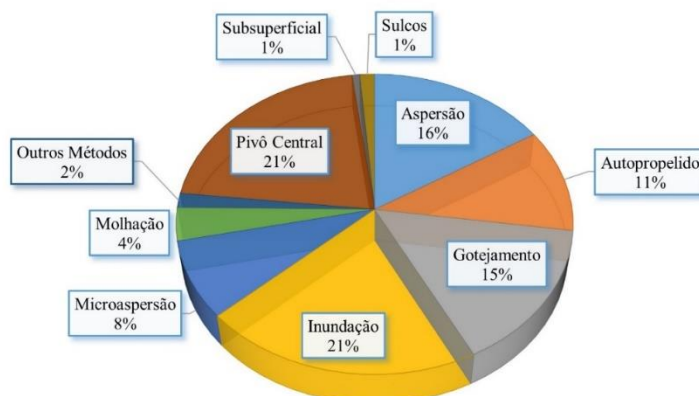
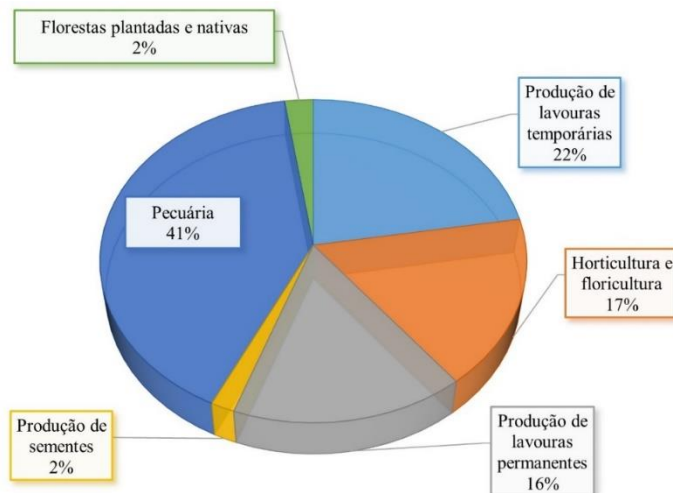


Figura 4. Porcentagem de destinação/tipo de uso da área irrigada no Brasil por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017.

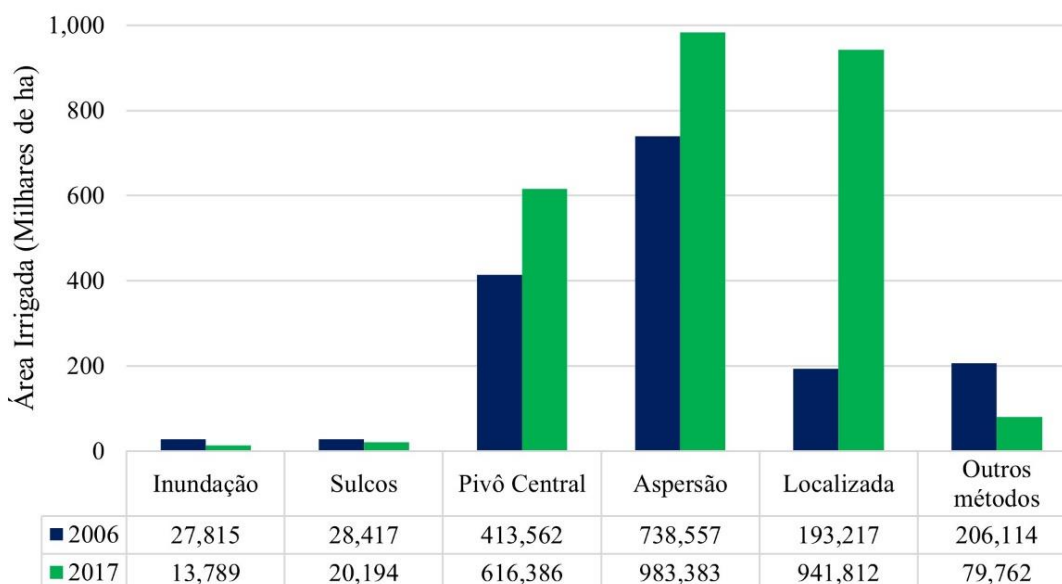


5.2 Área irrigada na região Sudeste

A região Sudeste, com 92,7 Mha (10,9% do território nacional), abriga 80,35 milhões de habitantes de acordo com o Censo 2010 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010), que corresponde a 44% da população e

responsável por 55,2% do PIB brasileiro (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). A região Sudeste, de acordo com Christofidis (1999), tem 4,3 Mha aptos para irrigação (sem várzea) e sua área irrigada total em 2017 foi de 2,65 Mha.

Figura 5. Evolução da área irrigada ocupada por cada método de irrigação na região Sudeste segundo os Censos Agropecuários de 2006 e 2017.



Na região Sudeste a irrigação por gotejamento é majoritária em área, com 25% da área irrigada, seguida de forma acirrada pela irrigação por aspersão (24%) e por pivô central (23%) (Figura 6).

A área irrigada na região Sudeste, segundo o Censo 2017, é destinada majoritariamente para produção de lavouras temporárias (48%), para lavouras permanentes (29%), horticultura e floricultura (14%) e pecuária (10%) (Figura 7). Diferentemente do recorte nacional, onde a pecuária é a maior destinação da área irrigada (Figura 4), na região Sudeste há predomínio das lavouras temporárias como destinação, sendo que o Estado de São Paulo se destaca pela rápida e forte expansão da cana-de-açúcar.

De acordo com Rudorff *et al.* (2010), quase toda a mudança no uso da terra, para a expansão da cana-de-açúcar no ano agrícola de 2008/09, ocorreu em pastagens e terras de cultivo anual, sendo igualmente distribuídas em cada uma delas. Também foi observado que durante a safra 2008, a área queimada de cana de açúcar foi reduzida para 50% da área total colhida, em resposta a novos protocolos que visavam eliminar a prática da queima da palha da cana de açúcar até 2014 para áreas mecanizadas. Também destacamos que Paulino *et al.* (2011) consideram que entre 1995/6 e 2006 a expansão da irrigação na região Sudeste foi bastante impactada pelo aumento na aplicação de vinhaça, principalmente associada ao uso do sistema autopropelido em áreas de cana-de-açúcar para produção de biocombustíveis.

Figura 6. Porcentagem de área irrigada na região Sudeste por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017.

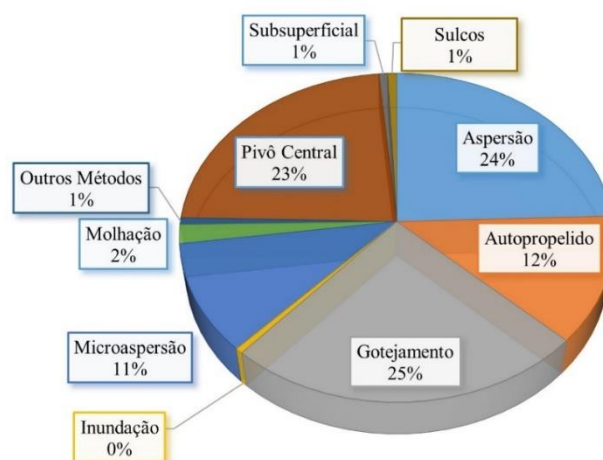
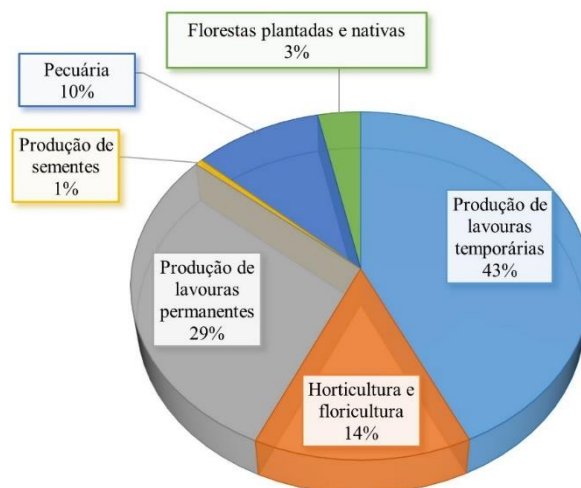


Figura 7. Porcentagem de destinação/tipo de uso da área irrigada na região Sudeste por cada método de irrigação segundo o Censo Agropecuário de 2017.



6 CONCLUSÃO

Os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 mostraram que a região Sudeste é a principal região irrigante do país. Os estados de Minas Gerais e São Paulo, representam, respectivamente, 16,6 e 16,0% da área irrigada total do país.

Os Censos Agropecuários de 2006 e 2017 mostraram o predomínio da irrigação pressurizada no Brasil e especialmente na região Sudeste, onde a irrigação por

gotejamento é majoritária em área, com 25% da área irrigada, seguida de forma acirrada pela irrigação por aspersão (24%) e por pivô central (23%).

A área irrigada na região Sudeste, segundo o Censo 2017, é destinada majoritariamente para lavouras temporárias (48%), lavouras permanentes (29%), horticultura e floricultura (14%) e pecuária (10%).

Na região Sudeste a irrigação de inundação corresponde a menos de 1% do

total em área. Isso nos coloca em destaque no mundo, já que a irrigação por inundação é predominante ao redor do mundo, e de menor eficiência. Esse relevante fator para explicar a produtividade da agricultura no Brasil deve ser levado em conta para estimular o desenvolvimento de melhores condições de financiamento pode tornar nosso agronegócio mais competitivo em relação a outros países.

7 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), bela concessão da Bolsa de Produtividade (Proc. 303923/2018-0) do segundo autor.

8 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. O.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; CARVALHO, O. L. F. D.; BEM, P. P.; FERREIRA, P. H. G.; MOURA, R. D. S.; FONTES GUIMARÃES, R. Deep semantic segmentation of center pivot irrigation systems from remotely sensed data. **Remote Sensing**, Basel, v. 12, n. 13, p. 2159, 2020.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L. N. The expansion of center-pivot irrigation in the Cerrado biome. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, edição especial, p. 56-61, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas irrigação 2021**: Uso da água na Agricultura irrigada. 2. ed. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0>. Acesso em: 23 novembro 2021.

ASCOLI, A. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; SENTELHAS, P. C.; AMENDOLA, E. C.; ASCOLI, R. T. Necessidade de irrigação na cultura da cana-de-açúcar em função da época de colheita. *In*: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4, 2017, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: INOVAGRI, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7127/iv-inovagri-meeting-2017-res2270355>. Acesso em: 23 novembro 2021.

AVILEZ, A. M. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; BISPO, R. C.; GIOVANELLI, L. B. Necessidade hídrica da cana-de-açúcar no Noroeste Paulista. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, edição especial, p. 171-188, 2018.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019.

BISPO, R. C.; HERNANDEZ, F. B. T.; TEIXEIRA, A. H. C. Balanço hídrico e estimativa do consumo relativo de água da cultura da cana-de-açúcar na região noroeste paulista. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, Edição Especial IRRIGA & INOVAGRI, p. 94-101, 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013**. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Brasília, DF: Presidência da República, jan. 2013.

CHRISTOFIDIS, D. **Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil**. Brasília, DF: CDS/UnB, 1999.

ERPEN, L.; MUNIZ, F. R.; SOUZA MORAES, T.; ROCHA TAVANO, E. C. Análise do cultivo da laranja no Estado de São Paulo de 2001 a 2015. **Revista IPecege**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 33-43, 2018.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: Identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF: FAO, 2017.

GUIMARÃES, E. R.; CASTRO JÚNIOR, L. G.; ANDRADE, H. C. C. A terceira onda do café em Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Curitiba, v. 18, n. 3, p. 214-227, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2005-2006**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2006. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 23 novembro 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096>. Acesso em: 23 novembro 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 23 novembro 2021.

MANKE, E. B.; FARIA, L. C.; PEREIRA, M. G.; NORENBURG, B. G.; CALDEIRA, T. L.; OLIVEIRA, H. F. E. Identificação de áreas irrigadas por pivô central e linear móvel no estado do Rio Grande do Sul. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 2, p. 343-352, 2017.

MUKHERJI, A.; FAON, T.; BURKE, J.; FRAITURE, C.; FAURÈS, J. M.; FULEKI, B.; GIORDANO, M.; MOLDEN, D.; SHAH, T. **Revitalizing Asia's irrigation: to sustainably meet tomorrow's food needs**. Colombo: International Water Management Institute; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.

PEREIRA JÚNIOR, L. C.; FERREIRA, N. C.; MIZIARA, F. A expansão da irrigação por pivôs centrais no estado de Goiás (1984-2015). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 37, n. 2, p. 322-340, 2017.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; 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, 2011.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Porto Alegre: Guaíba Agropecuária, 2002.

RODRIGUES, L. Potencial da agricultura irrigada como indutora do desenvolvimento regional: o caso do projeto Jaíba no Norte de Minas Gerais. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 2, p. 206-232, 2001.

RUDORFF, B. F. T.; AGUIAR, D. A.; SILVA, W. F.; SUGAWARA, L. M.; ADAMI, M.; MOREIRA, M. A. Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo state (Brazil) using Landsat data. **Remote Sensing**, Basel, v. 2, n. 4, p. 1057-1076, 2010.

SCHERER, K.; GRANADA, C. E.; STÜLP, S.; SPEROTTO, R. A. Avaliação bacteriológica e físico-química de águas de irrigação, solo e alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista Ambiente & Água**, Campinas, v. 11, n. 3, p. 665-675, 2016.

SILVA JUNIOR, J. F.; HERNANDEZ, F. B. T.; SILVA, I. P. F.; REIS, L. S.; TEIXEIRA, A. H. C. Estabelecimento dos meses críticos para a agricultura irrigada a partir do estudo do balanço hídrico. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, Cidade, v. 12, n. 2, p. 122-131, 2018.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **Censo Agropecuário**: Tabela 6857. Brasília, DF: IBGE, 2020a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6857>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA. **Censo Agropecuário**: Tabela 6858. Brasília, DF: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6858>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA . **Censo Agropecuário**: Tabela 855. Brasília, DF: IBGE, 2020c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/855>. Acesso em: 14 nov. 2020.

WORLD BANK. **Conducting quality impact evaluations under budget, time, and data constraints**. Washington, DC: World Bank Publications, 2006.