

AVALIAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO DO BRASIL ENTRE 2002 E 2016ⁱ

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido para avaliar o cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Irrigação (PNI) no período de 2002 a 2016. Estudou-se a evolução da irrigação no Brasil, sua importância econômica e social, além do marco legal para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Os objetivos foram identificados, seus dados foram selecionados, analisados e interpretados. Para analisar o alcance da PNI nos 5.570 municípios brasileiros, foram escolhidas aleatoriamente duas amostras de 335 municípios, com menor e com maior área irrigada, cujos resultados foram comparados pelo método diferenças-em-diferenças. Considerando o nível de 95% de confiança, a ampliação da área irrigada nos municípios estudados, entre 2002 e 2016, aumentou o Produto Interno Bruto (PIB), a quantidade de empregos e o valor bruto da produção agropecuária (VBP). O aumento de produtividade (VBP/hectare) não foi significativo. A variação média do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi maior nos municípios com menor área irrigada.

Palavras-chave: Política Agrícola; Irrigação; Política Nacional de Irrigação.

Introdução

Este artigo foi desenvolvido com o intuito de analisar o cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Irrigação (PNI) no período de 2002 a 2016. Além de identificar os objetivos da PNI, seus dados representativos foram selecionados, analisados e interpretados em relação ao cumprimento desses objetivos, apontando aspectos da regulamentação da Lei n.º 12.787/2013 que poderão potencializar o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil.

A pesquisa foi realizada para conhecer se a PNI alcançou seus objetivos nesse período. O roteiro do trabalho foi desenhado a partir das seguintes questões: 1) Como avaliar o alcance da PNI entre 2002 e 2016? 2) Quais foram os resultados da irrigação no Brasil no período de 2002 a 2016? 3) Em que medida os objetivos econômicos e sociais da PNI foram cumpridos? 4) Em quais aspectos, a regulamentação da PNI ampliaria seu alcance?

A Lei n.º 12.787/2013 ainda não foi regulamentada. Para sua regulamentação, os normativos infralegais deverão ser elaborados em consonância com as atuais dinâmicas

social e econômica do Brasil. Por isso, é necessário avaliar o alcance dos objetivos da nova Política Nacional de Irrigação.

A evolução da irrigação no Brasil, sua importância econômica e social e o marco legal para o desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável são apresentados na Revisão Bibliográfica.

A análise quantitativa foi realizada a partir de dados e indicadores do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Fundação João Pinheiro (FJP), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Ministério da Economia (ME) etc. Constam dos Materiais e Métodos as técnicas utilizadas para a escolha das amostras (aleatorização) e comparação dos resultados estatísticos (diferenças-em-diferenças).

Os resultados foram apresentados e analisados em Resultados e Discussão. Alguns objetivos da PNI foram excluídos da análise, pois não constavam do escopo deste trabalho, outros não apresentaram resultados significantes ao nível de 95% de confiança.

As Considerações Finais mostram os resultados e abordam as razões pelas quais a Lei n.º 12.787/2013 deverá ser regulamentada, visando ao cumprimento de seus objetivos e ao desenvolvimento econômico e social por meio da agricultura irrigada sustentável no Brasil.

Revisão bibliográfica

A agricultura irrigada, presente no Brasil desde o século XIX, a partir da década de 1970, evoluiu de empreendimentos de cunho social para atividades empreendedoras sustentáveis; de agricultura de subsistência para agronegócio; de culturas tradicionais de subsistência para cultivo de frutas com alta tecnologia; e de irrigação convencional para modernas técnicas de irrigação precisa e localizada (VALDES *et al.*, 2004).

A Lei n.º 6.662/1979, regulamentada pelo Decreto n.º 89.496/1984, instituiu a Política Nacional de Irrigação, estabelecendo o início do marco legal e criando as condições para o crescimento da agricultura irrigada no Brasil.

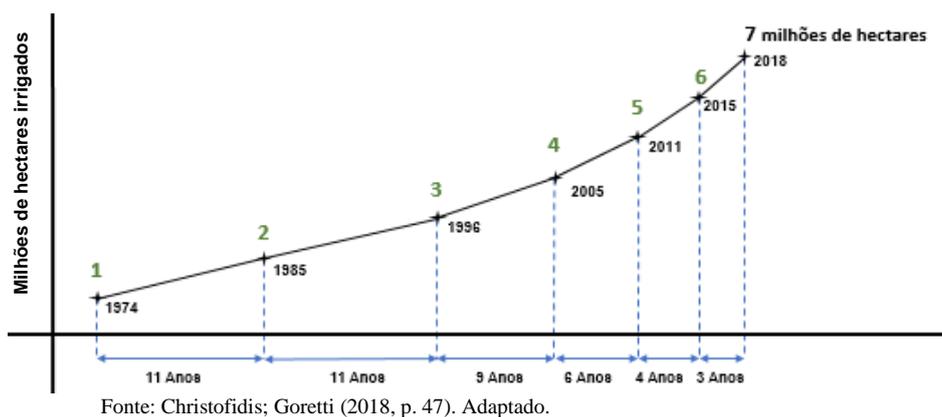
Milanez & Guimarães (2018), Christofidis (2017), Valdes *et al.* (2004) e Heinze (2002) estudaram o crescimento da agricultura irrigada e a importância da agropecuária no desenvolvimento econômico e social do país.

A agropecuária e a indústria de alimentos, agrupadas, juntamente com a distribuição e os serviços associados, sob a denominação de complexo agroalimentar, têm uma grande importância econômica e social no Brasil, dada

sua relevância não só para a geração de impostos e de divisas, mas também criação de empregos e dinamização das áreas rurais. (MILANEZ; GUIMARÃES, 2018, p. 116).

A área irrigada no Brasil chegou ao primeiro milhão de hectares (ha) em 1974 e alcançou 7 milhões de hectares em 2018. O Gráfico 1 destaca os períodos em que foram atingidas essas etapas: do primeiro ao sétimo milhão de hectares (CHRISTOFIDIS; GORETTI, 2018).

Gráfico 1- Evolução da irrigação no Brasil: 1974 – 2018



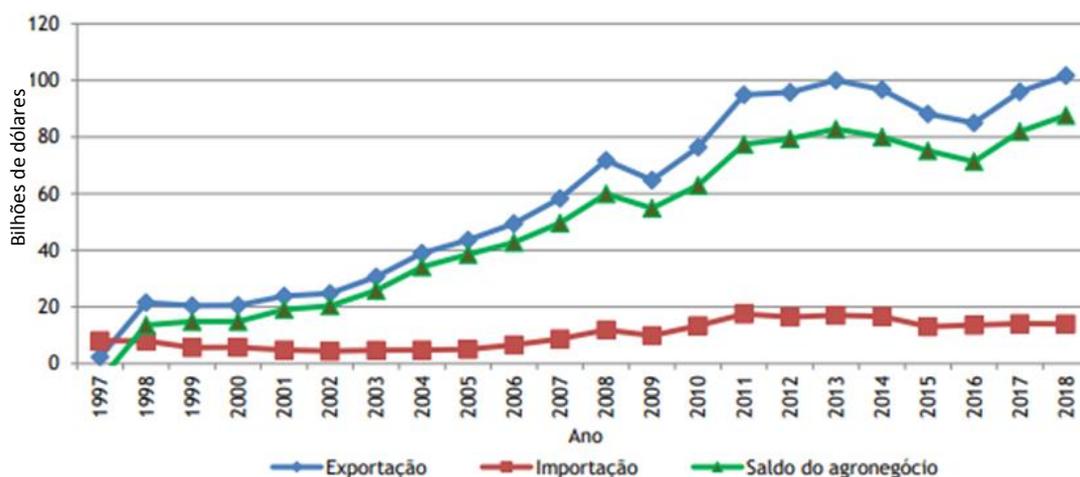
Segundo Heinze (2002), agricultura brasileira contribuiu decisivamente, por meio das funções clássicas, para prover de alimentos baratos às populações urbanas, liberar mão-de-obra para a indústria crescente, gerar divisas, via exportação de excedentes, e ainda capital para o processo de industrialização. Esse autor concluiu:

O processo de modernização da agricultura provocou mudanças radicais no sistema interno de produção e no seu relacionamento com os setores industriais, situados antes e depois da porteira, dando corpo ao conceito de agronegócio ou complexo agroindustrial, envolvendo a atividade de produção agrícola propriamente dita (lavouras, pecuária, extração vegetal), aquelas ligadas ao fornecimento de insumos, às relacionadas com o processo agroindustrial e às que dão suporte ao fluxo de produto até a mesa do consumidor final. Esse enfoque de agronegócio tem implicações profundas na organização econômica do Brasil, pois, por meio dele, revela-se a real dimensão estratégica da agricultura brasileira, que não pode ser mais vista como uma atividade estanque, cujo valor adicionado representa uma pequena e decrescente parcela do Produto Interno Bruto (PIB), com o avanço do desenvolvimento econômico, mas, sim, como centro dinâmico de um conjunto de atividades econômicas, capazes de gerar riqueza, empregos e divisas. (HEINZE, 2002, p. 16-17).

Nesse contexto, o Gráfico 2 mostra a série histórica das exportações, importações e saldos comerciais dos agronegócios brasileiros de 1997 a 2018. O valor das exportações do agronegócio alcançou o patamar de US\$ 100 bilhões no ano de 2018 e o saldo de sua balança comercial atingiu US\$ 87,65 bilhões nesse ano. De forma que a balança comercial brasileira só não foi deficitária “[...] devido ao desempenho do agronegócio, uma vez que os demais setores da economia, com exportações de US\$ 138,20 bilhões e importações

de US\$ 167,19 bilhões, produziram em 2018 um *deficit* de US\$ 28,99 bilhões” (ANGELO; GHOBIL; OLIVEIRA, 2019, p. 8).

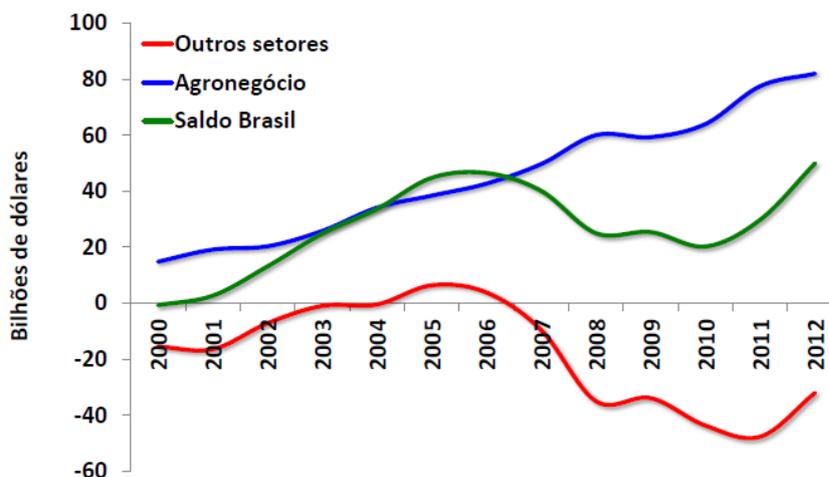
Gráfico 2 - Exportações, importações e saldo comercial dos agronegócios do Brasil, 1997 - 2018



Fonte: Angelo; Ghobil; Oliveira (2019, p. 9). Adaptado.

Miranda [entre 2012 e 2019] comparou os saldos comerciais do Brasil, do agronegócio e dos outros setores da economia, entre 2000 e 2012, corroborando a importância do agronegócio na geração de divisas e no equilíbrio da balança comercial brasileira (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Saldo da balança comercial brasileira, 2000 - 2012



Fonte: SECEX/MDIC *apud* Miranda ([entre 2012 e 2019], f. 5). Adaptado.

Valdes *et al.* (2004) analisaram os efeitos da agricultura irrigada sobre o PIB rural e sua influência sobre o PIB urbano, avaliando a eventual contribuição da irrigação para a redução da pobreza.

Esses autores concluíram que o número de empregos gerados é o indicador mais evidente da redução da pobreza. Considerando que cada hectare de terra cultivada com irrigação cria 1 emprego direto e 1,6 empregos indiretos, a agricultura irrigada ocupa um

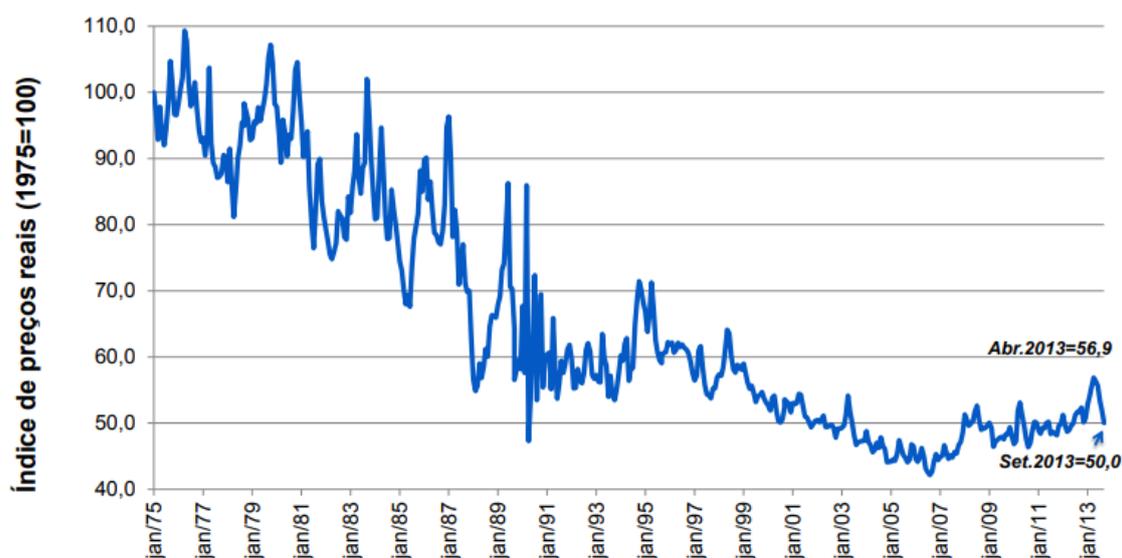
papel relevante no desenvolvimento econômico e social brasileiro, gerando riquezas, divisas e empregos. Nesse sentido, Valdes *et al.* (2004) revelaram:

[...] além da geração de empregos, o setor favoreceu, por meio da elevação da produção e da produtividade, atraindo, em consequência, uma demanda adicional, o aumento do consumo de alimentos a preços mais baixos, nos mercados local e nacional. Esses benefícios são particularmente aproveitados pelos extratos inferiores de renda, visto que despesas com alimentação constituem um percentual mais elevado de suas receitas, elevando, portanto, seu poder de compra. (VALDES *et al.*, 2004, p. 29).

Heinze (2002) ratificou a importância da cadeia produtiva do agronegócio no Brasil nos seguintes termos:

O setor agropecuário, apesar de todas as dificuldades que lhe são inerentes, em vista das incertezas e riscos por que passam as atividades da agricultura e daquelas que lhe são impostas por políticas macroeconômicas, no mais das vezes, desfavoráveis, vem cumprindo seu papel, gerando riquezas, pois é responsável por 46% do PIB nacional, numa visão sistêmica e moderna de agronegócio. (HEINZE, 2002, p. 19).

Gráfico 4 - Evolução dos preços da cesta básica ao consumidor, 1975 - 2013



Dados DIEESE, deflacionados pelo IGP-DI. Cálculos e elaboração Martha Jr. (2014).

Fonte: Dieese (2010), *apud* Martha Jr. (2014, f. 10). Adaptado.

O Gráfico 4 mostra a evolução dos preços reais da cesta básica no período compreendido entre 1975 e 2013. Foi adotado o número índice 100 para janeiro/1975, que veio a cair para 50 nos anos de 2002, 2009 e 2013, ficando estabilizado em torno de 50 no período de 2009 a 2013. Isso revelou que, entre os meses de janeiro de 1975 e setembro de 2013, o valor real da cesta básica foi reduzido em 50%. Esse foi um benefício da agricultura para toda sociedade brasileira.

Nesse período, houve aumento da produção e da produtividade agrícolas e redução dos preços reais dos alimentos, bem como elevação da renda *per capita* nacional. Isso

pode ser creditado ao desenvolvimento de tecnologias pelos institutos de pesquisas, sua adoção pelos empreendedores rurais, crescimento da área de agricultura irrigada e a outras políticas públicas correlatas.

Valdes *et al.* (2004, p. 63) afirmaram: “a análise mostra uma combinação de fatores predominantes nos anos oitenta, época em que grande parte dos perímetros de irrigação se iniciou e que coincidiu com um declínio geral nos preços de gêneros alimentícios básicos”.

Na agricultura de sequeiro, a produção fica limitada aos períodos de chuvas, portanto, depende das variações climáticas. “Nesse contexto, fica evidente que não se pode pensar em escala de produção, em segurança alimentar e nutricional unicamente com base na agricultura de sequeiro” (CHRISTOFIDIS; DOMINGUES; RODRIGUES, 2017, p. 24).

Com irrigação, é possível produzir em qualquer época do ano, pois as demandas hídricas das culturas são supridas conforme o planejamento: como, quanto e quando irrigar (CHRISTOFIDIS; DOMINGUES; RODRIGUES, 2017).

As principais contribuições para o crescimento da produtividade agrícola no Brasil são decorrentes do desenvolvimento de capacidades dos produtores; de modernização das unidades produtivas; de implantação de sistemas de irrigação e de métodos inovadores; de uso de sementes melhoradas; de adoção de variedades de melhores respostas; de racionalização do plantio; e de manejo sustentável dos sistemas de produção. (CHRISTOFIDIS, 2017, p. 111).

“A produtividade média obtida em áreas irrigadas no país é pelo menos 2,7 vezes maior que a obtida da agricultura tradicional de sequeiro, que é dependente do regime (irregular e inconstante) de chuvas” (BORGHETTI, 2017, p. 24).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) definiu agricultura irrigada sustentável como:

Práticas agrícolas que atendem às necessidades sociais atuais e futuras por alimentos e por fibras, que permitam a manutenção dos serviços ambientais aos ecossistemas e que possibilitem uma vida saudável para agricultores e para os consumidores. Mas, igualmente importante, que permitam que tudo isso seja alcançado, de forma ética, por meio da maximização do benefício líquido para a sociedade, sempre considerando todos os custos e benefícios atrelados a essas práticas. (BORGHETTI, 2017, p. 23).

Estudos da FAO identificaram 27.472.537 hectares de áreas potencialmente prioritárias para fomento da agricultura irrigada no Brasil. Excluindo dessa área potencial, as áreas de reserva legal, áreas de preservação permanente (APPs), áreas urbanizadas e áreas irrigadas, foram identificados 12.387.518 hectares irrigáveis, dos quais 4.537.964

hectares dispunham de água e condições de infraestrutura local para o fomento da agricultura irrigada sustentável (BORGHETTI, 2017).

A modernização da agricultura e o desenvolvimento de novas tecnologias de irrigação impulsionaram o aumento da produção e da produtividade agrícolas, ampliando a oferta de alimentos, gerando excedentes para exportação e promovendo a estabilização da segurança alimentar no Brasil.

Segundo a Universidade de São Paulo (2019), em 2016, o agronegócio foi responsável por 22,8% do PIB Nacional. Heinze (2002) destacou a importância do agronegócio no PIB brasileiro:

O PIB do setor agropecuário, no conceito de “dentro da porteira”, ao contrário, apresentou tendência descendente a partir de 1993, menos em 1998, mantendo, entretanto, participação variável da ordem de 8% a 10%. Por outro lado, quando se calcula o PIB agropecuário de forma sistêmica, ou seja, agregando os elos da cadeia do agronegócio, a sua participação passa a ser 46%, em 2002, transformando-o na atividade econômica mais importante do país. (HEINZE, 2002, p. 17).

A Tabela 1 mostra que, no período estudado, o PIB brasileiro cresceu 41%, enquanto o PIB do agronegócio cresceu 9%, por isso, em termos relativos, a participação da agropecuária no PIB Nacional foi reduzida de 29,5% para 22,8% entre 2002 e 2016.

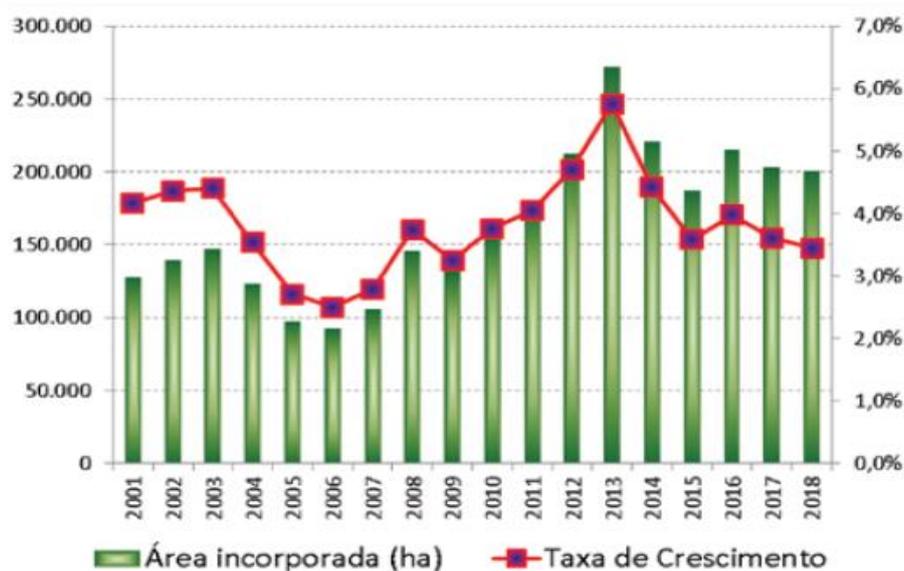
Tabela 1 - Percentual representativo do PIB do agronegócio brasileiro (A) em relação ao PIB do Brasil (B) para o período de 2002 a 2016 (R\$ milhões de 2018)

Ano	PIB Agro (A)	PIB Brasil (B)	A/B
2002	1.403.812	4.752.609	29,5%
2003	1.463.601	4.806.829	30,4%
2004	1.390.712	5.083.700	27,4%
2005	1.270.038	5.246.487	24,2%
2006	1.268.773	5.454.352	23,3%
2007	1.314.469	5.785.424	22,7%
2008	1.388.500	6.080.145	22,8%
2009	1.306.909	6.072.495	21,5%
2010	1.413.230	6.529.647	21,6%
2011	1.427.623	6.789.162	21,0%
2012	1.343.141	6.919.594	19,4%
2013	1.366.286	7.127.516	19,2%
2014	1.365.234	7.163.435	19,1%
2015	1.419.064	6.909.437	20,5%
2016	1.526.052	6.681.049	22,8%

Fonte: Universidade de São Paulo (2019)

Valdes *et al.* (2004) revelam que investimentos em irrigação podem: promover o desenvolvimento regional; elevar as exportações e mitigar a pobreza; ampliar a oferta de empregos e reduzir o êxodo rural; ampliar a oferta e reduzir os preços dos alimentos; e, ampliar a área de irrigação privada.

Gráfico 5 - Atualização da área de agricultura irrigada no Brasil



Fonte: Silva (2018, p. 12)

Segundo Silva, (2018), a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) atualizou as informações de área irrigada no Brasil, de 2001 a 2018, comparando a taxa de crescimento e a área incorporada em cada ano (Gráfico 5). Apesar do aumento da área irrigada, ano a ano, a taxa de crescimento foi reduzida de 6%, em 2013, para 4,0%, em 2016, após a sanção da Lei n.º 12.787/2013.

A agricultura irrigada sustentável desempenha funções primordiais no complexo agroalimentar brasileiro: garantindo a segurança alimentar; ampliando a produção de alimentos para o mercado interno e para exportação; aumentando a geração de emprego e renda; e, promovendo o desenvolvimento local e regional.

O PLS 229/1995, visando a atualização da PNI, tramitou no Congresso Nacional entre 1995 e 2005, quando foi substituído pelo PL 6381/2005. No período em estudo, houve alterações nos objetivos da Política Nacional de Irrigação pois o PL 6381/2005 foi convertido na Lei Ordinária n.º 12.787/2013. Essa Lei revogou as leis n.ºs 6.662/1979 e 8.657/1993 e se constituiu na nova Política Nacional de Irrigação. Os objetivos da nova PNI constam do artigo 4.º da Lei n.º 12.787/2013, *in verbis*:

- I - incentivar a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis;
- II - reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas a baixa ou irregular distribuição de chuvas;
- III - promover o desenvolvimento local e regional, com prioridade para as regiões com baixos indicadores sociais e econômicos;
- IV - concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda;

V - contribuir para o abastecimento do mercado interno de alimentos, de fibras e de energia renovável, bem como para a geração de excedentes agrícolas para exportação;

VI - capacitar recursos humanos e fomentar a geração e transferência de tecnologias relacionadas a irrigação;

VII - incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento. (BRASIL, 2013).

Bergmann & Boussard (1976), *apud* Araújo (2001), recomendam que “uma primeira avaliação deve ser baseada nos objetivos gerais da política econômica do país e na situação econômica da época do estudo, o que pressupõe uma abordagem orientada à produtividade” (ARAÚJO, 2001, p. 20).

A Lei n.º 12.787/2013 precisa ser regulamentada para conferir segurança jurídica aos entes públicos e privados que trabalham, direta ou indiretamente, com a agricultura irrigada pois, segundo Valdes *et al.* (2004, p. 52), “as intervenções futuras devem se basear no conceito de gestão descentralizada de projetos, provendo financiamentos mais estáveis para possibilitar a construção eficiente e o estabelecimento de cronogramas realistas para obras [...]”.

Valdes *et al.* (2004) mostraram que, apesar da grande diversidade de objetivos, é possível estabelecer procedimentos quantitativos padronizados para avaliação dos efeitos positivos e impactos negativos da irrigação.

Material e métodos

Este artigo trata de uma pesquisa, com abordagem quantitativa, sobre os objetivos da Política Nacional de Irrigação (PNI). A Lei n.º 6.662/1979, o Decreto n.º 89.496/1984, a Lei n.º 12.787/2013, os livros *Impactos e externalidades sociais da irrigação no Semi-árido brasileiro* (VALDES *et al.*, 2004) e *Avaliação de impacto na prática* (Gertler *et al.*, 2018), entre outros, foram utilizados como fundamentos para a Revisão Bibliográfica.

Além desses materiais, foram utilizadas tabelas do IBGE, do Ministério da Economia (Eugenio, 2019) e do Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD; FJP; Ipea, 2013) obtidas nos respectivos websites, como fontes de dados secundários para análise das variáveis representativas dos principais objetivos quantitativos da PNI.

Os métodos de avaliação devem procurar ajustar-se ao contexto das regras operacionais do programa ou da política pública em análise, essas regras devem ser justas e transparentes, capazes de estabelecer probabilidades iguais de participação aos entes elegíveis.

O principal problema da área de avaliação é encontrar um grupo de controle que represente adequadamente o contrafactual do grupo tratado, ou seja, um grupo de comparação que seja o mais próximo possível do que teria ocorrido com o grupo tratado caso este não tivesse recebido a intervenção. (MENEZES FILHO; PINTO, 2017, p. 56).

Segundo Gertler *et al.* (2018, p. 91) “a seleção aleatória é o método mais robusto para estimar contrafactuais. Ela é considerada o padrão-ouro da avaliação de impacto”. Visando assegurar a validade dessa estratégia de avaliação, é necessário escolher subgrupos de tratados e controles que tenham as mesmas características.

Essas características precisam estar balanceadas desde a linha de base, além disso, se os números de unidades nos grupos de tratamento e de controle forem pequenos, é recomendável combinar a seleção aleatória com o método de diferença-em-diferenças (DD).

Menezes Filho; Pinto (2017, p. 87) ensinam que “o procedimento de DD pode ser utilizado com dados de indivíduos/famílias, mas também com dados em níveis mais agregados, por exemplo, setores de atividade, ocupações, municípios ou estados”. Esses autores recomendam a aplicação de DD isoladamente ou em combinação com outros métodos.

Para identificar o efeito causal de uma intervenção, o método de DD lança mão de um conjunto de hipóteses. Idealmente, o método quer encontrar um grupo de indivíduos (ou unidades mais agregadas de observação, como municípios ou estados) para os quais a evolução da variável de resultado corresponda à trajetória dessa variável para o grupo tratado na ausência do programa. Naturalmente, essa é uma condição não diretamente testável pelos dados: a despeito da quantidade ou qualidade das informações disponíveis, não é possível saber se a evolução da variável de resultados para o grupo de controle representa bem o contrafactual dessa variável para o grupo tratado após o programa.

Mas o fato de essa hipótese não ser diretamente passível de confirmação empírica não significa que os dados não possam ser utilizados para revelar algo sobre sua validade. De fato, sempre que possível, a verificação da hipótese é feita de forma indireta por meio de um teste que requer que a tendência temporal da variável de resultado dos dois grupos seja a mesma antes do programa. A ideia é que uma trajetória temporal semelhante indica que ambos os grupos vinham reagindo de forma similar a todo e qualquer fator que afeta a variável de resultado antes da intervenção. Supõe-se então que, na ausência da intervenção, essa trajetória continuaria ao longo do tempo para o grupo tratado após o programa tal como ela efetivamente segue para o grupo de controle. Note que a condição é que os grupos tenham a mesma tendência temporal, mas não é necessário que eles partam exatamente do mesmo ponto antes do programa: o método de DD é capaz de lidar com diferenças existentes entre os grupos pré-programa. Se a condição de mesma tendência é atendida, então desvios na trajetória da variável de resultado entre os grupos após o programa são atribuídos aos efeitos causais da intervenção. (MENEZES FILHO; PINTO, 2017, p. 89 – 90).

O método DD compara as mudanças nos resultados ao longo do tempo entre o grupo de tratamento e o grupo de controle. Isso permite corrigir quaisquer diferenças entre

os grupos de tratamento e de controle, inclusive aquelas não observáveis, que sejam constantes ao longo do tempo. É uma combinação de duas comparações: antes-e-depois e tratamento *versus* controle, utilizando-se de uma composição de dois “falsos” contrafactuais para estimar um contrafactual válido (MENEZES FILHO; PINTO, 2017).

As bases de dados (BD), referentes aos 5.570 municípios brasileiros, foram organizadas em planilhas do software MS Excel®. Essas BD foram compiladas em uma planilha, em que foi realizada a limpeza dos dados com a eliminação dos municípios faltantes ou com dados incompletos. Em seguida foi realizado o tratamento dos dados. Nessa fase, foram identificados e excluídos os *outliers* (as capitais dos estados e do Distrito Federal).

Pela mediana da área irrigada em 1995, essa nova BD foi dividida em duas subamostras: grupo controle - municípios que apresentavam menor área irrigada em 1995 (AI menor) e grupo tratamento - municípios que apresentavam maior área irrigada em 1995 (AI Maior). Foi adotado o nível de confiança de 95% para calcular os tamanhos das amostras e para analisar os respectivos resultados. Em cada amostra, foram escolhidos, aleatoriamente, 335 municípios para servirem de comparação nas análises dos dados. Os dados analisados estão representados nos gráficos de 6 a 12.

O objetivo V - contribuir para o abastecimento do mercado interno de alimentos, de fibras e de energia renovável, bem como para a geração de excedentes agrícolas para exportação - foi estudado na Revisão Bibliográfica, mas não foi contemplado nesta análise quantitativa dos objetivos da Política Nacional de Irrigação.

Foram excluídos do escopo deste trabalho os seguintes objetivos da Lei n.º 12.787/2013: II - reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária [...]; VI - capacitar recursos humanos e fomentar a geração e transferência de tecnologias relacionadas a irrigação; e, VII - incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento.

Para as análises de alcance dos objetivos da PNI, foram selecionadas as seguintes variáveis:

1. Área irrigada nos municípios no período de 1995 a 2017;
2. Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios no período de 2002 a 2016;
3. Área plantada (sequeiro e irrigada) nos municípios entre 2002 e 2016;
4. Quantidade de empregos nos municípios no período de 2002 a 2016;
5. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos municípios no período de 1991 a 2010;

6. Valor bruto da produção agropecuária (VBP) nos municípios entre 2002 e 2016;
7. Indicador de produtividade econômica (VBP/hectare) dos municípios entre 2002 e 2016.

Para cada variável, as médias dos grupos de tratamento e controle foram dispostas no modelo esquemático (Quadro 1) para comparação dos intervalos de confiança (IC) obtidos através das equações 1 e 2 (MENDES, 2015, p. 49).

$$IC = [x - z * EP; x + z * EP] \quad (1)$$

$$IC = [x - 1,96 * EP; x + 1,96 * EP] \quad (2)$$

Em que:

IC – intervalo de confiança;

x – média; y – média;

z – coeficiente de confiança;

EP - erro padrão;

z *EP – margem de erro.

Obs.: para o nível de 95% confiança, z = 1,96 (tabela de distribuição normal).

Variável	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significante? SIM / NÃO
			Tratamento		Controle		
	Tratamento	Controle	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Antes	x1	y1	x1 - 1,96*EP	x1 + 1,96*EP	y1 - 1,96*EP	y1 + 1,96*EP	
Depois	x2	y2	x2 - 1,96*EP	x2 + 1,96*EP	y2 - 1,96*EP	y2 + 1,96*EP	

Fonte: elaboração própria

Quadro 1 - modelo esquemático para comparação das médias e seus intervalos de confiança

Em seguida, as médias das variáveis foram sistematizadas no modelo esquemático (Quadro 2) para aplicação do método diferenças-em-diferenças.

	Depois	Antes	Diferença
Tratamento	B	A	B - A
Controle	D	C	D - C
Diferença	B - D	A - C	(B - A) - (D - C)

Fonte: Mendes (2015, p. 66). Adaptado.

Quadro 2 - modelo esquemático para aplicação do método diferenças-em-diferenças

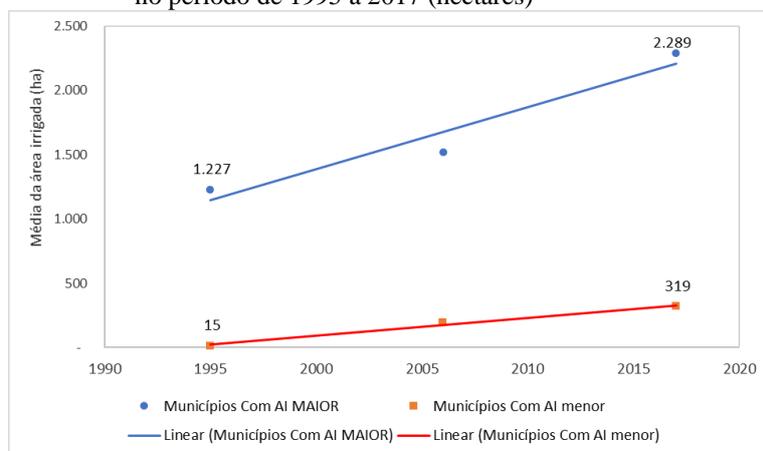
A vantagem desse método é poder expurgar o efeito de todos os demais fatores que afetam o indicador de impacto e que são fixos no tempo, mesmo aqueles que não são observados (ex.: inteligência, determinação, etc.). Isso nos permite calcular o impacto com mais precisão, pois é como se incluíssemos muito mais variáveis explicativas. (MENDES, 2015, p. 66).

As análises dessas variáveis constam do item Resultados e Discussão.

Resultados e discussão

O Gráfico 6 ilustra a evolução da área irrigada nos municípios das amostras no período compreendido entre 1995 e 2017. A área irrigada média nos municípios que apresentavam menor área irrigada em 1995 (AI menor) cresceu de 15 hectares para 319 hectares, enquanto a área irrigada média nos municípios que apresentavam maior área irrigada em 1995 (AI Maior) passou de 1.227 hectares para 2.289 hectares no período estudado.

Gráfico 6 - Evolução da área irrigada nos municípios das amostras no período de 1995 a 2017 (hectares)



Fonte: elaboração própria com dados do IBGE (1998) *apud* Ipea (2009)¹; IBGE (2012, 2018)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel[®] para construir as tabelas 2 e 3, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 2 - Comparação das médias de área irrigada dos municípios das amostras, 1995 – 2017 (hectares)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significativa?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
AI_1995	1.227	15	804	1.650	13	17	SIM
AI_2017	2.289	319	1.461	3.117	198	439	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias das áreas irrigadas dos municípios das amostras em 1995 e 2017 (Tabela 3).

¹ IPEADATA. Terras irrigadas no ano – total da área irrigada – área. Brasília: Ipea, 2009. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. → Regional → Nível geográfico → Municípios → Temas → Agropecuária → Terras irrigadas no ano - total da area irrigada – área → 1995 → Exportar planilha Excel. Acesso em: 7 jun. 2018.

Tabela 3 - Resumo das diferenças médias de área irrigada nos municípios das amostras, 1995 – 2017 (hectares)

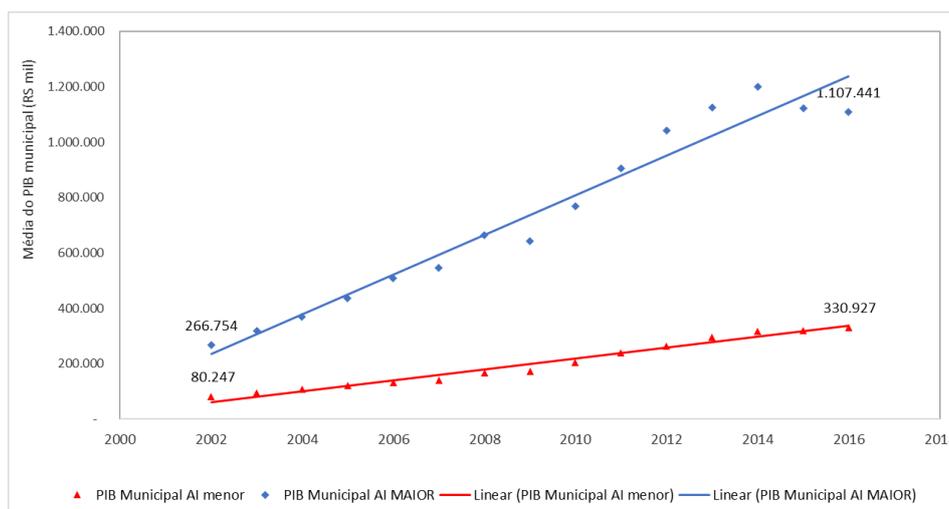
Médias	2017 (A)	1995 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	2.289	1.227	1.062
AI_Menor (m)	319	15	304
Diferença (M-m)	1.970	1.212	759

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de 759 hectares, significativa ao nível de 95% de confiança, na variação das áreas irrigadas dos municípios com AI Maior e AI menor entre os anos de 1995 e 2017 (Tabela 3).

O Gráfico 7 mostra a evolução do Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios das amostras no período de 2002 a 2016. O PIB médio dos municípios com AI menor cresceu de R\$ 80 milhões para R\$ 331 milhões, enquanto a evolução do PIB médio dos municípios com AI Maior foi de R\$ 267 milhões para R\$ 1.107 milhões nesse período.

Gráfico 7 - Evolução do PIB médio dos municípios das amostras, 2002 - 2016 (R\$ mil)



Fonte: elaboração própria com dados IBGE (2019 c)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 4 e 5, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 4 - Comparação das médias do PIB dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$ mil)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significante?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
PIB_Mun_2002	266.754	80.247	170.416	363.092	49.256	111.239	SIM
PIB_Mun_2016	1.107.441	330.927	794.389	1.420.493	236.600	425.255	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias dos PIB dos municípios das amostras em 2002 e 2016 (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo das diferenças do PIB médio dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$ mil)

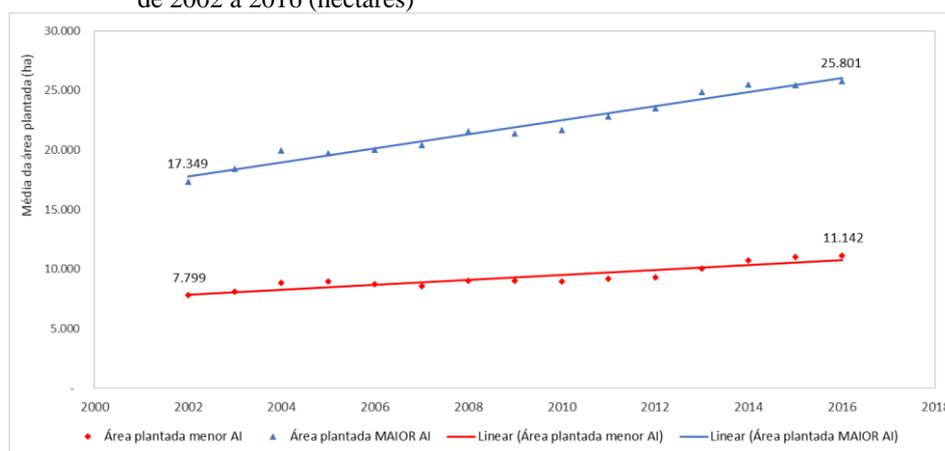
Médias	2016 (A)	2002 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	1.107.441	266.754	840.687
AI_Menor (m)	330.927	80.247	250.680
Diferença (M-m)	776.514	186.507	590.008

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de R\$ 590.007.669,00, significativa ao nível de 95% de confiança, no PIB dos municípios das amostras entre os anos 2002 e 2016.

O Gráfico 8 mostra a evolução da área plantada (sequeiro e irrigada) nos municípios das amostras durante o período de 2002 a 2016. A área plantada média nos municípios com AI menor passou de 7.799 hectares para 11.142 hectares, enquanto a área plantada média nos municípios com AI Maior evoluiu de 17.349 hectares para 25.801 hectares no período em estudo.

Gráfico 8 – Evolução da área média plantada nos municípios das amostras no período de 2002 a 2016 (hectares)



Fonte: elaboração própria com dados IBGE (2019 a)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 6 e 7, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 6 - Comparação das médias de área plantada nos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (hectares)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significativa?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Área_Plan_2002	17.349	7.799	11.528	23.171	6.526	9.072	SIM
Área_Plan_2016	25.801	11.142	14.831	36.771	8.166	14.118	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias de área plantada nos municípios das amostras em 2002 e 2016 (Tabela 7).

Tabela 7 - Resumo das diferenças de áreas plantadas médias nos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (hectares)

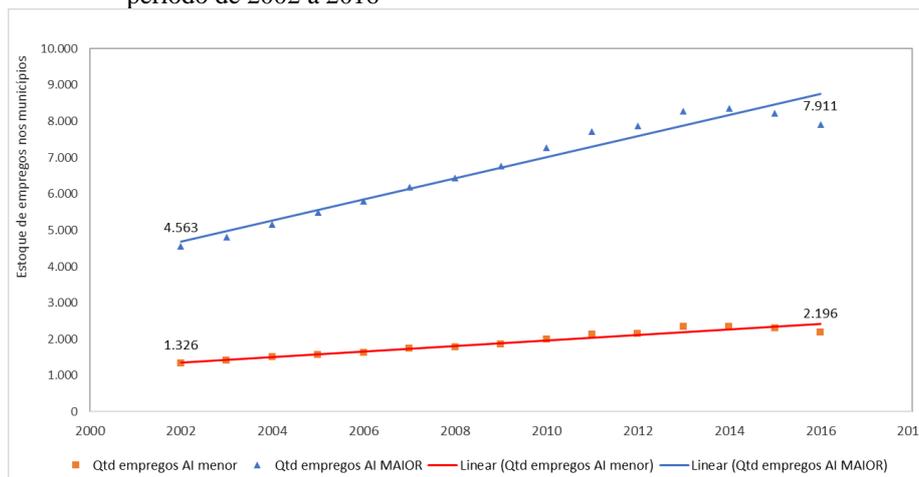
Médias	2016 (A)	2002 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	25.801	17.349	8.452
AI_Menor (m)	11.142	7.799	3.343
Diferença (M-m)	14.659	9.550	5.108

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de 5.108 hectares, significativa ao nível de 95% de confiança, na área plantada dos municípios das amostras entre os anos 2002 e 2016.

O Gráfico 9 demonstra a evolução da quantidade de postos de trabalho nos municípios das amostras durante o período de 2002 a 2016. A quantidade média de empregos dos municípios com AI menor cresceu de 1.326 para 2.196, enquanto o estoque médio de empregos dos municípios com AI Maior passou de 4.563 para 7.911 no período compreendido entre 2002 e 2016.

Gráfico 9 - Evolução do estoque médio de empregos nos municípios das amostras no período de 2002 a 2016



Fonte: elaboração própria com dados do Ministério da Economia (Eugênio, 2019)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 8 e 9, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 8 - Comparação dos estoques médios de empregos nos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (empregos)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significante?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
Empregos_2002	4.563	1.326	3.231	5.894	852	1.801	SIM
Empregos_2016	7.911	2.196	5.635	10.187	1.567	2.824	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar os estoques médios de empregos nos municípios das amostras em 2002 e 2016 (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo das diferenças de estoques médios de empregos nos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (empregos)

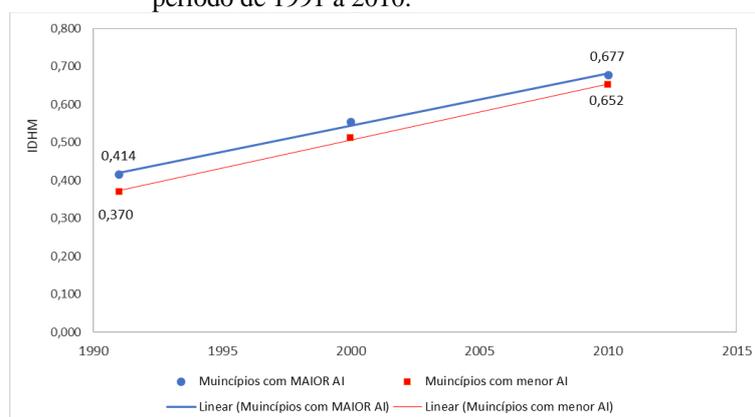
Médias	2016 (A)	2002 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	7.911	4.563	3.348
AI_Menor (m)	2.196	1.326	869
Diferença (M-m)	5.715	3.236	2.479

Fonte: elaboração própria.

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de 2.479 empregos, significativa ao nível de 95% de confiança, no estoque de empregos nos municípios das amostras entre os anos 2002 e 2016.

O Gráfico 10 apresenta a evolução do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) dos municípios das amostras durante o período de 1991 a 2010. A média do IDHM dos municípios com AI menor evoluiu de 0,370 para 0,652, enquanto o IDHM médio dos municípios com AI Maior cresceu de 0,414 para 0,677 no período compreendido entre 1991 e 2010.

Gráfico 10 – Evolução do IDHM dos municípios das amostras no período de 1991 a 2010.



Fonte: elaboração própria com dados do Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (PNUD; FJP; Ipea, 2019)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 10 e 11, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 10 - Comparação das médias de IDHM dos municípios das amostras nos anos 1991 e 2010

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significativa?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
IDHM_1991	0,414	0,370	0,404	0,425	0,359	0,380	SIM
IDHM_2010	0,677	0,652	0,670	0,684	0,644	0,659	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias de IDHM dos municípios das amostras em 1991 e 2010 (Tabela 11).

Tabela 11 - Resumo das diferenças de IDHM médio dos municípios das amostras nos anos 1991 e 2010

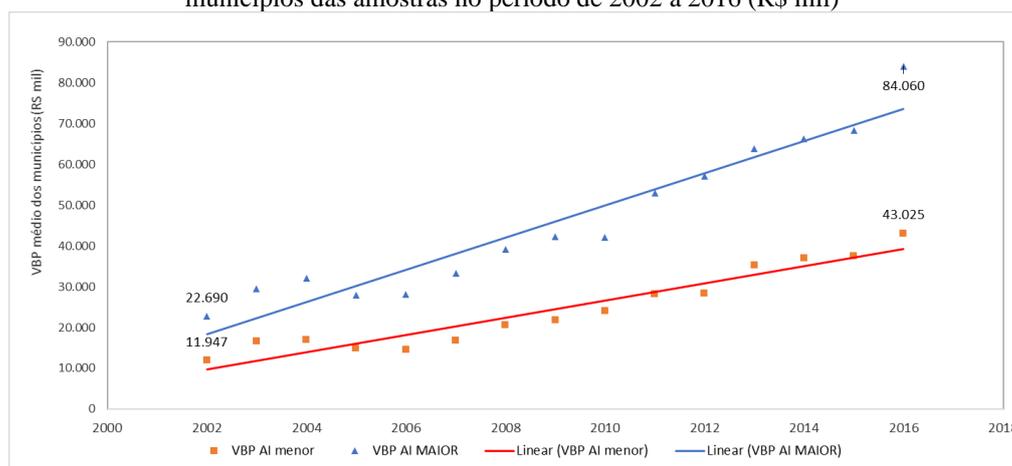
Médias	2010 (A)	1991 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	0,677	0,414	0,263
AI_Menor (m)	0,652	0,370	0,282
Diferença (M-m)	0,025	0,045	-0,020

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de -0,020, significativa ao nível de 95% de confiança, no IDHM dos municípios das amostras entre os anos 1991 e 2010.

O Gráfico 11 mostra a evolução do valor bruto da produção agropecuária (VBP) nos municípios das amostras durante o período de 2002 a 2016. O VBP médio dos municípios com AI menor passou de R\$ 12 milhões para R\$ 43 milhões, enquanto o VBP médio dos municípios com AI Maior evoluiu de R\$ 23 milhões para R\$ 84 milhões entre 2002 e 2016.

Gráfico 11 - Evolução do valor bruto da produção agropecuária (VBP) médio nos municípios das amostras no período de 2002 a 2016 (R\$ mil)



Fonte: elaboração própria com dados do IBGE (2019 b)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 12 e 13, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 12 - Comparação das médias de VBP dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$ mil)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significativa?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
VBP_2002	22.690	11.947	18.991	26.390	8.671	15.222	SIM
VBP_2016	84.060	43.025	67.311	100.809	36.041	50.009	SIM

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias de VBP dos municípios das amostras em 2002 e 2016 (Tabela 13).

Tabela 13 - Resumo das diferenças de VBP médio dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$ mil)

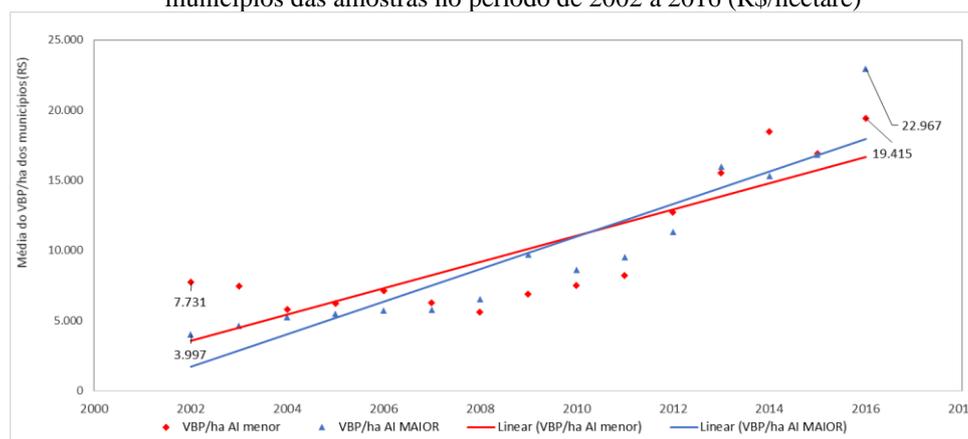
Médias	2016 (A)	2002 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	84.060	22.690	61.370
AI_Menor (m)	43.025	11.947	31.078
Diferença (M-m)	41.035	10.744	30.292

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de R\$ 30.292.803,00, significativa ao nível de 95% de confiança, no VBP dos municípios das amostras entre os anos 2002 e 2016.

O Gráfico 12 demonstra a evolução do indicador de produtividade econômica (VBP/hectare) nos municípios das amostras durante o período de 2002 a 2016. O VBP/hectare médio dos municípios com AI menor cresceu de R\$ 7.731,00/hectare para R\$ 19.415,00/hectare, enquanto o VBP/hectare médio dos municípios com AI Maior passou de R\$ 3.997,00 para R\$ 22.967,00 nesse período.

Gráfico 12 - Evolução do indicador de produtividade econômica (VBP/hectare) médio nos municípios das amostras no período de 2002 a 2016 (R\$/hectare)



Fonte: elaboração própria com dados do IBGE (2019 a, 2019 b)

Foram utilizados recursos de estatística descritiva do software MS Excel® para construir as tabelas 14 e 15, visando à aplicação do método diferenças-em-diferenças.

Tabela 14 - Comparação das médias do indicador de produtividade econômica (VBP/hectare) dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$/hectare)

Variáveis	Médias		Intervalo de confiança				Diferença significativa?
	AI_Maior	AI_Menor	AI_Maior		AI_Menor		
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	
VBP/ha_2002	3.997	7.731	3.083	4.911	-2.157	17.618	NÃO
VBP/ha_2016	22.967	19.415	14.194	31.741	9.837	28.993	NÃO

Fonte: elaboração própria

O método diferenças-em-diferenças foi utilizado para comparar as médias de produtividade (VBP/hectare) dos municípios das amostras em 2002 e 2016 (Tabela 15).

Tabela 15 - Resumo das diferenças de produtividade média (VBP/ hectare) dos municípios das amostras nos anos 2002 e 2016 (R\$/ hectare)

Médias	2016 (A)	2002 (B)	Diferença (A-B)
AI_Maior (M)	22.967	3.997	18.970
AI_Menor (m)	19.415	7.731	11.684
Diferença (M-m)	3.553	-3.734	7.286

Fonte: elaboração própria

Comparando as médias pelo método diferenças-em-diferenças, constatou-se uma diferença de R\$ 7.286,00/hectare, não significativa ao nível de 95% de confiança, na produtividade (VBP/hectare) dos municípios das amostras entre os anos 2002 e 2016.

Esses resultados, compilados na Tabela 16, foram utilizados para avaliar o alcance dos objetivos da Política Nacional de Irrigação nos períodos estudados.

Tabela 16 - Variação média dos resultados das variáveis nos municípios com área irrigada maior e menor em 1995, quando aplicado o método diferenças-em-diferenças

Objetivo da PNI	Indicador / Unidade	Diferença média dos Municípios com AI Maior	Diferença média dos Municípios com AI menor	Período (anos)	Variação Anual (A - B)/C
		A	B		
I. Incentivar a ampliação da AI e o aumento da produtividade [...]	Área irrigada (ha)	1.062	304	22	34 ha*
	Área plantada (ha)	8.452	3.343	14	365 ha*
	VBP agro (R\$ 1,00)	61.369.779	31.077.976	14	R\$ 2.163.700*
III. Promover o desenvolvimento local e regional [...]	IDHM	0,263	0,282	19	-0,001**
IV. Concorrer para o aumento da competitividade [...]	VBP/ha (R\$ 1,00/ha)	18.970	11.684	14	R\$ 520/ha***
IV. [...] geração de emprego e renda	PIB (R\$ 1,00)	840.687.388	250.679.719	14	R\$ 42.143.405*
	Empregos (un)	3.348	869	14	177*

Fonte: elaboração própria

*Resultados significantes ao nível de 95% de confiança;

**Resultado significativo ao nível 95% de confiança, mas a variação da média do IDHM foi maior na amostra dos municípios que apresentavam área irrigada menor em 1995;

*** Resultado não significativo (estatisticamente nulo) ao nível 95% de confiança.

Os indicadores Área irrigada, Área plantada e VBP agropecuária, representativos do objetivo I - incentivar a ampliação da área irrigada [...], apresentaram resultados significantes, ao nível de 95% de confiança, confirmando o cumprimento desse objetivo da PNI nos municípios sob maior influência da Política Nacional de Irrigação no período de 2002 a 2016.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi utilizado para analisar o objetivo III - promover o desenvolvimento local e regional [...]. O resultado foi significativo, ao nível de confiança de 95%, mas diferente do esperado pois a variação média do IDHM dos municípios da amostra com menor área irrigada, entre 1991 e 2010, foi maior que a variação média do IDHM dos municípios da amostra com maior área irrigada. Considerando as amostras analisadas, não é possível concluir que a agricultura irrigada contribuiu mais para o desenvolvimento local que outras políticas públicas.

Foram utilizados 3 indicadores para analisar o objetivo IV - concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda: Produto Interno Bruto Municipal (PIB), Estoque de empregos nos municípios e um indicador de produtividade econômica, construído a partir do valor bruto da produção agropecuária (VBP) e da área plantada em cada município, o VBP/hectare. Os resultados das análises referentes a PIB e Estoque de empregos dos municípios foram significantes, com nível de confiança de 95%, confirmando o cumprimento desse objetivo da PNI nos municípios sob maior influência da Política Nacional de Irrigação.

A análise estatística do VBP/hectare foi realizada para identificar possíveis indicadores de competitividade e de sustentabilidade, mas ficou prejudicada, devido à variabilidade da amostra dos municípios com menor área irrigada. Mesmo apresentando dados robustos, seus resultados, ao nível de confiança de 95%, não foram significantes.

Considerações finais

A modernização da agricultura e o desenvolvimento de novas tecnologias de irrigação impulsionaram o aumento da produção e da produtividade agrícolas, ampliando a oferta de alimentos, gerando excedentes para exportação e promovendo a estabilização da segurança alimentar no Brasil.

Os estudos de revisão indicaram que os investimentos em irrigação podem: promover o desenvolvimento regional; elevar as exportações; mitigar a pobreza; ampliar a oferta de empregos; reduzir o êxodo rural; ampliar a oferta e reduzir os preços dos alimentos; e ampliar a área de irrigação privada no Brasil.

Isso mostra que os objetivos da Política Nacional de Irrigação (PNI), artigo 4.º da Lei n.º 12.787/2013, alinhados com a Política Agrícola, estão sendo cumpridos ano a ano. Na Revisão Bibliográfica, diversos estudos constataram os seguintes avanços: área irrigada ampliada, empregos e renda gerados, excedentes agrícolas para exportação

ampliados. A agricultura irrigada, desde a instituição da Política Nacional de Irrigação (Lei n.º 6.662/1979), contribuiu para o abastecimento do mercado interno de alimentos e para o desenvolvimento local e regional de forma sustentável.

As análises realizadas neste trabalho, com nível de confiança de 95%, revelaram que:

1. No período compreendido entre 1995 e 2017, a média de área irrigada dos municípios com área irrigada maior em 1995 (AI Maior) apresentou uma variação de 34 hectares/ano superior à média de área irrigada dos municípios com área irrigada menor em 1995 (AI menor);
2. No período de 2002 a 2016, nos municípios com AI Maior, a média de área plantada (irrigada e sequeiro) cresceu 365 hectares/ano mais que nos municípios com AI menor;
3. Entre 2002 e 2016, nos municípios com AI Maior, a média do PIB Municipal cresceu R\$ 42.143.405,00/ano mais que a média dos municípios com AI menor;
4. No período de 2002 a 2016, nos municípios com AI Maior, a média de valor bruto da produção agropecuária (VBP) cresceu R\$ 2.163.700,00/ano mais que a média dos municípios com AI menor;
5. No período compreendido entre 2002 a 2016, nos municípios com AI Maior, a média de quantidade de postos de trabalho cresceu 177 empregos/ano mais que nos municípios com AI menor;
6. Entre 1991 e 2010, nos municípios com AI menor, a variação média do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) foi 0,001/ano maior que nos municípios com AI Maior.

Nos períodos analisados, os estudos de Martha Jr. (2014), Miranda [entre 2012 e 2019] e Angelo; Ghobril; Oliveira (2019) demonstraram o cumprimento do objetivo da PNI: V - Contribuir para o abastecimento do mercado interno de alimentos, de fibras e de energia renovável, bem como para a geração de excedentes agrícolas para exportação.

Não constaram do escopo deste trabalho os seguintes objetivos da Lei n.º 12.787/2013: II - reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas a baixa ou irregular distribuição de chuvas; VI - capacitar recursos humanos e fomentar a geração e transferência de tecnologias

relacionadas a irrigação; e, VII - incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento.

Os resultados desta pesquisa, com nível de 95% de confiança, indicaram o cumprimento dos seguintes objetivos da Política Nacional de Irrigação: I - Incentivar a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis e IV - Concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda.

Não se pode afirmar que, entre 1991 e 2010, municípios com maior área irrigada ampliaram seu IDHM mais que os municípios com menor área irrigada. A variação média do IDHM, com 95% de confiança, foi maior nos municípios com menor área irrigada. Por isso, não foi confirmado o cumprimento do objetivo III - promover o desenvolvimento local e regional, com prioridade para as regiões com baixos indicadores sociais e econômicos.

Estudos da ABIMAQ revelaram que a taxa de crescimento anual da área irrigada nos municípios brasileiros foi reduzida de 6,0% em 2013, para 4,0% em 2016 (SILVA, 2019). A sanção da Lei n.º 12.787/2013, que deveria estimular o crescimento da agricultura irrigada no Brasil, provocou o efeito contrário nesse período. Isso indica, mais uma vez, a necessidade de estruturação do marco legal da irrigação no Brasil.

A ampliação do alcance dos objetivos da Política Nacional de Irrigação depende da regulamentação da Lei n.º 12.787/2013. O decreto regulamentador da nova PNI e outras normas infralegais precisam ser publicados para conferir maior segurança jurídica e previsibilidade aos agricultores irrigantes e demais entes que atuam nas cadeias produtivas do agronegócio, principalmente, na agricultura irrigada sustentável.

Referências

ANGELO, José Alberto; GHOBIL, Carlos Nabil; OLIVEIRA, Marli Dias Mascarenhas. Agronegócios Paulista e Brasileiro no Ano de 2018. **Análise e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 01-14, janeiro 2019. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftp/iea/AIA/AIA-03-2018.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2019.

ARAÚJO, Orlando de. **Avaliação econômica e social de projetos de irrigação: o caso do Nordeste brasileiro**. 2001. 87 f. Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) – Instituto de Ciências Humanas, Departamento de Economia, Universidade de Brasília, Brasília, 2001. Disponível em:

<repositorio.unb.br/bitstream/10482/1537/3/Dissertacao_Orlando_Araujo.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2019.

BORGHETTI, José R. (coord.). **Agricultura irrigada sustentável no Brasil: identificação de áreas prioritárias**. Brasília: FAO, 2017. 226 p.

BRASIL. Lei n. 12.787, de 11 de janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 9, p. 4, 14 jan. 2013.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. Evolução da Irrigação no Brasil e no Mundo. *In*: RODRIGUES, Lineu Neiva; DOMINGUES, Antonio F. (ed.). **Agricultura Irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Inovagri, 2017. Cap. 2. p. 109-130.

CHRISTOFIDIS, Demetrios; DOMINGUES, Antonio F.; RODRIGUES, Lineu N. Agricultura irrigada e produção sustentável de alimento. *In*: RODRIGUES, Lineu Neiva; DOMINGUES, Antonio F. (ed.). **Agricultura Irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília: Inovagri, 2017. Cap. 1. p. 21-108.

CHRISTOFIDIS, Demetrios; GORETTI, Gustavo S. Cenários da Agricultura Irrigada no Brasil. **ITEM - Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 118/119, p. 42-50, dez. 2018.

EUGENIO, Mariana. **Demanda Antônio ENAP** [Mensagem pessoal]. Mensagem recebida por < antonic.feitosa@gmail.com > em 25 abr. 2019. Estoque de empregos nos municípios 1985-2017. Consulta49538703 no site (acesso com senha): <http://bi.mte.gov.br/bgcaged/caged_estatistico_id/caged_estatistico_basico_tabela.php>

GERTLER, Paul J. *et al.* **Avaliação de impacto na prática**. 2. ed. Washington: Banco Mundial, 2018. 256 p. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/2550/9781464800887.pdf?sequence=19>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

HEINZE, Bráulio Cezar Lassance Britto. **A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região Nordeste do Brasil**. 2002. 59 f. Monografia – (MBA em Gestão Sustentável e Agricultura Irrigada) - Ecobusiness School/FGV, Brasília, 2002.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Censo agropecuário: tabela 1819 - número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação e área irrigada dos estabelecimentos, por método utilizado para irrigação e grupos e classes de atividade**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1819>>. Acesso em: 17 maio 2019.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Censo Agropecuário: tabela 6765 - número de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação e área irrigada, por método utilizado para irrigação, grupos de área total e grupos de área de**

lavoura - resultados preliminares 2018. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6765>>. Acesso em: 16 maio 2019.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: tabela 6588 - série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras. Rio de Janeiro, 2019 a. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588>>. Acesso em: 16 maio 2019.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Produção agrícola municipal**: tabela 5457 - área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2019 b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: 18 maio 2019.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. **Produto interno bruto dos municípios**: tabela 5938 - produto interno bruto a preços correntes, impostos, líquidos de subsídios, sobre produtos a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes total e por atividade econômica, e respectivas participações - referência 2010. Rio de Janeiro, 2019 c. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5938>>. Acesso em: 16 maio 2019.

IPEADATA. **Terras irrigadas no ano** – total da área irrigada – área. Brasília: Ipea, 2009. Disponível em <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 7 jun. 2018.

MARTHA JR., Geraldo B. **Produtividade na Agropecuária Brasileira**. Brasília: Embrapa, 2014. [17] Slide. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/produtos-agropensa?p_p_id=20&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&_20_struts_action=%2Fdocument_library%2Fview_file_entry&_20_fileEntryId=9547010>. Acesso em: 9 ago. 2019.

MENDES, Karen Dias (ed.). **Curso de gestores**: apostila de apoio. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2015. 90 p.

MENEZES FILHO, Naercio Aquino; PINTO, Cristine Campos de Xavier (org.). **Avaliação econômica de projetos sociais**. 3 ed. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2017. 254 p. Disponível em: <https://www.itausocial.org.br/wp-content/uploads/2018/05/avaliacao-economica-3a-ed_1513188151.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2019.

MILANEZ, Artur Yabe; GUIMARÃES, Diego Duque. Complexo agroalimentar. *In*: PUGA, Fernando; CASTRO Lavínia B. de (org.). **Visão 2035**: Brasil, país desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta. Rio de Janeiro: BNDES, 2018. p. 105-118. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/16040/3/PRLiv214078_Visao_2035_compl_P.pdf>. Acesso em: 7 jul. 2019.

MIRANDA, Evaristo E. **A agricultura no Brasil do século XXI**. [S. l.: s. n.]. [entre 2012 e 2019]. [58] f. Disponível em:
<http://evaristodemiranda.com.br/wp-content/uploads/2014/08/130418_IPCO.1.pdf>.
Acesso em: 27 jul. 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO;
FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO; INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA
APLICADA. **Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil**. [S. l.: s. n.]. 2013.
Disponível em: <<http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/consulta/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SILVA, Renato. Atualização da área de agricultura irrigada no Brasil. **ITEM – Irrigação & Tecnologia Moderna**, Brasília, n. 118/119, p. 12-13, dez. 2018. Notícias e cartas.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Centro em Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB do agronegócio brasileiro**. Piracicaba, SP. 2019. Disponível em:
<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em:
Acesso em: 5 maio 2019.

VALDES, Alberto *et al.* **Impactos e externalidades sociais da irrigação no Semi-árido brasileiro**. Brasília: Banco Mundial, 2004. 115 p. Disponível em:
<http://documents.worldbank.org/curated/pt/452461468020657543/pdf/416070REPLACEM00Box321425B00PUBLIC0.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ⁱ Antonio Carvalho Feitosa

Engenheiro Agrônomo, Especialista em Engenharia de Irrigação, Especialista em Infraestrutura Sênior e ex-Diretor do Departamento de Irrigação Pública da Secretaria Nacional de Irrigação do Ministério da Integração Nacional. Contato (antonio.c.feitosa@gmail.com).

Demetrios Christofidis

Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia de Irrigação, Doutor em Gestão Ambiental / Recursos Hídricos, Coordenador-Geral de Gestão de Recursos Hídricos do Ministério do Desenvolvimento Regional. Contato (dchristofidis@gmail.com).

Cayan Atreio Portela Barcena Saavedra

Bacharel em Estatística/UnB, Mestre em Estatística e Experimentação Agronômica/USP. Contato (cayanportela@hotmail.com).