

TEXTO PARA **DISCUSSÃO**

2589

**AVALIAÇÃO DA PRESENÇA
INSTITUCIONAL DA POLÍTICA
PÚBLICA DE IRRIGAÇÃO NO
SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

**Zenaide Rodrigues Ferreira
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho**



AVALIAÇÃO DA PRESENÇA INSTITUCIONAL DA POLÍTICA PÚBLICA DE IRRIGAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Zenaide Rodrigues Ferreira¹

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

1. Pesquisadora do Núcleo de Estudos de Economia Agrícola – ne2agro (Ipea/Ministério do Meio Ambiente – Mapa) na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea. *E-mail*: <zenaide.r.ferreira@gmail.com>.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Dirur/Ipea; diretor de programa da Secretaria Executiva do Mapa; e professor do Programa de Pós-graduação em Agronegócio (Propaga) da Universidade de Brasília (UnB) e de economia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). *E-mail*: <jose.vieira@ipea.gov.br>.

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Carlos von Doellinger

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Manoel Rodrigues Junior

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

Flávia de Holanda Schmidt

**Diretor de Estudos e Políticas
Macroeconômicas**

José Ronaldo de Castro Souza Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

Nilo Luiz Saccaro Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação
e Infraestrutura**

André Tortato Rauhen

Diretora de Estudos e Políticas Sociais

Lenita Maria Turchi

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas
e Políticas Internacionais**

Ivan Tiago Machado Oliveira

**Assessora-chefe de Imprensa
e Comunicação**

Mylena Fiori

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2020

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica
Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: Q10; Q15; Q18.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2589>

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	7
2 POLOS DE IRRIGAÇÃO E FRUTICULTURA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	9
3 METODOLOGIA.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5 COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS.....	30
REFERÊNCIAS	32
APÊNDICE A	35

SINOPSE

A política de irrigação pública no Brasil visa promover o desenvolvimento socioeconômico, com foco em regiões economicamente desfavorecidas e com potencial agrícola. Na região Nordeste, a exploração de frutas desempenha um papel importante na produção. Os projetos de irrigação nessa região são uma ferramenta essencial para a distribuição de renda, principalmente considerando a produção em pequena e média escala. Este estudo avalia o impacto da presença institucional de projetos públicos de irrigação (PPIs) no valor da produção de frutas, localizada no semiárido do Ceará, de Pernambuco, da Bahia e de Minas Gerais. A avaliação econométrica utilizou o método de *propensity score matching* (PSM) combinado com pesos de entropia para medir o impacto econômico da intervenção. Os resultados mostraram um efeito positivo e estatisticamente significativo da presença institucional de projetos de irrigação no valor da produção de frutas na região estudada. A análise de custo-benefício por *educated guess* relatou que, para cada unidade de real investida pelo governo em políticas públicas de irrigação no Nordeste, houve um retorno de R\$ 12,88, o que justifica os gastos públicos na política de irrigação.

Palavras-chave: agricultura; fruticultura; perímetro irrigado; semiárido.

ABSTRACT

Public irrigation policy in Brazil aims to promote socioeconomic development focusing on economically disadvantaged regions that have agricultural potential. In the Northeast region, fruit exploitation plays an important role in the production. Irrigation projects in this region is an essential tool for income distribution, especially considering small and medium scale production. This study evaluates the impact of the institutional presence of public irrigation projects on the value of fruit production, located in the semiarid region of Ceará, Pernambuco, Bahia and Minas Gerais states. Econometric assessment used the method of Propensity Score Matching combined with entropy weights to measure the economic impact of the intervention. The results showed a positive and statistically significant effect of the institutional presence of irrigation projects on the value of fruit production in the studied region. The cost-benefit analysis via educated guess reported that, for each unit of Real invested by the government in public irrigation policy in the Northeast, there was a return of R\$ 12.88, which justifies public spending on the irrigation policy.

Keywords: agriculture; fruit exploitation; irrigation projects; semiarid.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os dez países com maior área irrigada no mundo. De 1980 a 2017, observou-se um crescimento exponencial da área irrigada brasileira, que passou de 1,9 milhão de hectares para aproximadamente 6,7 milhões de hectares, de acordo com o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017). A região Sudeste compreendeu 40% da área total irrigada, seguida das regiões Sul e Nordeste, com 25% e 19%, respectivamente. De acordo com a ANA (2017), o setor privado foi responsável por quase o total da área irrigada brasileira, com participação percentual de 97%, enquanto o restante se deu em projetos públicos de irrigação (PPIs).

Os PPIs, enquanto política pública, têm como objetivo promover o desenvolvimento socioeconômico de regiões economicamente desfavorecidas e com notória vocação agrícola. No Brasil, são 79 PPIs distribuídos em 88 municípios ao longo do território nacional, a maioria deles, 90% do total, localizam-se nas bacias hidrográficas do São Francisco e do Atlântico Nordeste Oriental, parte semiárida do Nordeste do país. Essas regiões irrigadas são essenciais ao desenvolvimento local. Segundo a ANA (2017), entre 2010 e 2017, a área irrigada desses perímetros cresceu de 33 mil hectares para cerca de 219 mil hectares.

Os programas que tiveram início da década de 1980, como o Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (Provárzeas), em 1981; o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (Profir), em 1982; o Programa Nacional de Irrigação (Proni) e o Programa de Irrigação do Nordeste (Proine), ambos em 1986, promoveram os investimentos públicos e privados em obras coletivas que foram fundamentais para a concepção e a consolidação dos PPIs localizados na região Nordeste do país (ANA, 2013; TCU, 2015).

A administração desses projetos fica a cargo do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), responsáveis por aproximadamente 80% dos perímetros públicos irrigados no Brasil, seguidos da administração exercida pelos estados e pelo Ministério da Integração Nacional (MI).

Apesar da baixa participação em termos de área irrigada total, os perímetros públicos mostram-se dinâmicos, considerando-os em diferentes aspectos. Primeiro, na geração de empregos, estima-se que, para cada 100 hectares irrigados, geram-se 116 empregos diretos e 172 empregos indiretos, totalizando 630 mil empregos nos perímetros públicos. Segundo, em termos produtivos, entre os 79 projetos que tiveram produção em 2015, 34 produziram acima de 1 mil hectares, somando 201 mil hectares de produção, cerca de 92% da área total dos perímetros públicos irrigados (ANA, 2017).

Por fim, quanto ao perfil de produção, há predominância da fruticultura e também de alguns cultivos das lavouras temporárias, como cana-de-açúcar e arroz, produtos importantes do agronegócio. Na região Nordeste, mais especificamente no semiárido, a fruticultura tem papel de destaque na produção dos PPIs. De acordo com Souza *et al.* (2018), tal atividade corresponde a uma importante parcela da produção nacional e constitui-se como ferramenta essencial de captação e distribuição de renda, especialmente considerando pequenos e médios produtores participantes desses projetos.

Assim, o planejamento público com o desenvolvimento de perímetros irrigados configura-se como uma importante vertente de crescimento das atividades irrigadas no Brasil, especialmente em regiões onde as camadas mais vulneráveis no setor agrícola necessitam de suporte adequado de políticas públicas para manutenção de suas atividades. Na literatura, os estudos que buscam avaliar as contribuições dos perímetros irrigados no desenvolvimento regional, por exemplo, aqueles apresentados por Valdes *et al.* (2004), Buainain e Garcia (2015) e Alves e Vieira Filho (2019), são contestáveis por utilizarem em grande medida informações qualitativas e indicadores socioeconômicos sem, contudo, isolar o efetivo impacto desses projetos. Não obstante, tais trabalhos compreendem diferentes aspectos que envolvem a caracterização dos polos de irrigação, em especial àqueles localizados na região Nordeste do país.

No intuito de contribuir com o debate, este texto procurou avaliar o impacto da presença institucional de PPIs sobre o valor da produção da atividade frutícola desenvolvida no semiárido brasileiro. A metodologia de avaliação a ser utilizada pretende isolar o efeito causal da intervenção (ou da presença institucional da política de irrigação) na produção dos municípios compreendidos. Este tipo de avaliação tem por objetivo subsidiar a formulação de políticas públicas que maximize os resultados positivos e minimize o desperdício de recursos.

Conforme Vieira Filho, Campos e Ferreira (2005), Vieira Filho e Silveira (2016) e Vieira Filho e Fishlow (2017), sabe-se que, por um lado, o desenvolvimento agrícola dependerá cada vez mais das mudanças tecnológicas que ampliem a produtividade e ao mesmo tempo reduzam os custos. Por outro lado, segundo Alves e Rocha (2010), Alves, Souza e Rocha (2012), Alves e Souza (2015) e Vieira Filho e Fornazier (2016), o acesso às tecnologias está relacionado à concentração produtiva, que limita a difusão de novos conhecimentos entre os estabelecimentos produtivos de menor escala. Com políticas que diminuam as imperfeições de mercado, estimula-se a inovação e a produção, consequentemente reduzindo a vulnerabilidade da produção de pequeno porte, especialmente na região semiárida do Brasil.

Para tanto, este texto apresenta cinco seções, incluindo essa introdução. A seção 2 faz uma breve contextualização a respeito da região de estudo, realçando a importância da irrigação na fruticultura do semiárido brasileiro. A seção 3 expõe a metodologia utilizada para avaliar o impacto da presença institucional dos PPIs no valor bruto da produção da fruticultura. A seção 4 analisa e discute os principais resultados encontrados. A seção 5, por fim, traz as considerações finais.

2 POLOS DE IRRIGAÇÃO E FRUTICULTURA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

De acordo com ANA (2017) e Alves, Souza e Marra (2017), os principais polos públicos de irrigação da fruticultura estão localizados nos estados do Ceará, de Pernambuco, da Bahia e no norte de Minas Gerais, todos dentro da região do semiárido. Segundo Alves e Vieira Filho (2019), nessa região, há concentração de fruticultura nos polos de Juazeiro e Petrolina (Bahia e Pernambuco), de Jaguaribe (Ceará) e no de Jaíba (Minas Gerais). Nessas regiões, verifica-se uma maior utilização de insumos modernos na produção e com elevada produtividade em função do investimento em infraestrutura hídrica, viabilizando a operação dos PPIs e fazendo com que esses aglomerados se destaquem no cenário nordestino e nacional no que tange à produção de frutas tropicais (Buainain e Garcia, 2015).

Nos PPIs tem-se uma maior diversificação produtiva. A fruticultura, mesmo com uma escala de menor porte quando comparada a outros cultivos, tais como cana-de-açúcar e arroz, é uma das mais importantes atividades agrícolas praticadas nos polos de

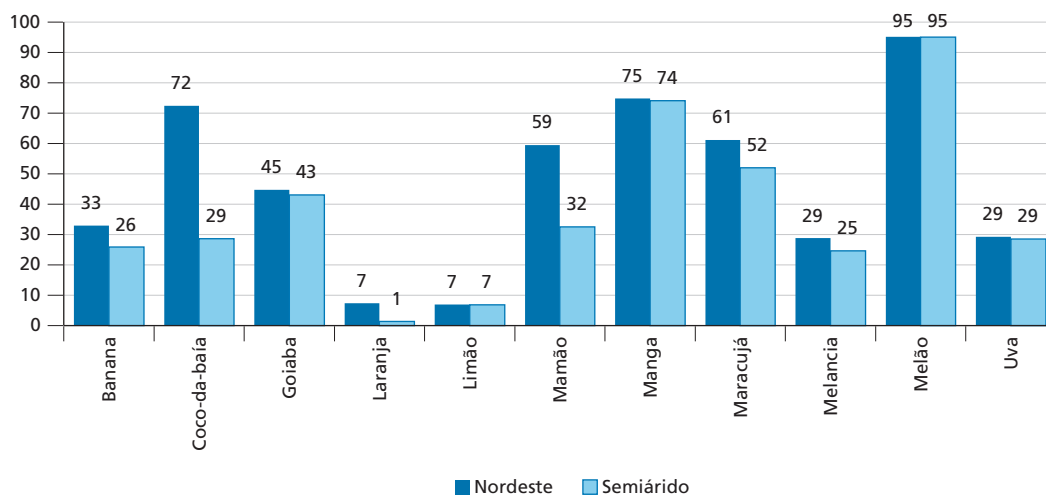
irrigação do Nordeste. Ela oferece vantagens competitivas em relação aos fruticultores de outras áreas do país nos mais diferentes aspectos, como o uso de insumos altamente tecnológicos e o clima quente e seco, que favorece a produção de ciclos sucessivos dos cultivares em qualquer época do ano e acima da média nacional (Correia, Araújo e Cavalcanti, 2001).

Mesmo fora dos polos de irrigação, a região Nordeste tem papel de destaque na produção frutícola nacional. De acordo com Gerum *et al.* (2019), no ano de 2017, essa região respondeu por 27% da produção de frutas do país, produzindo, sobretudo, frutas tropicais e, em menor volume, frutas subtropicais.

A maior parte da produção de frutas na região Nordeste é destinada a atender ao mercado doméstico. Porém, segundo Souza *et al.* (2018), algumas culturas, como melão, limão, manga, mamão e melancia, são voltadas à exportação, contribuindo com o saldo da balança comercial e com o escoamento do excedente de oferta. Nessa região, as fruteiras de maior destaque são produzidas quase na sua totalidade na região do semiárido. A participação percentual da produção do Nordeste e do semiárido na produção nacional em relação aos principais cultivos da fruticultura nessas regiões, pode ser observada no gráfico 1.

GRÁFICO 1

Proporção da participação do Nordeste e do semiárido na produção da fruticultura – Brasil
(Em %)



Fonte: IBGE (2017).
Elaboração dos autores.

Importante ressaltar que, mesmo não sendo representativa em termos de participação na produção total, a laranja e o limão são importantes cultivos dentro de PPIs. De acordo com Abrafrutas (2020), tais produtos compõem parcela importante no volume de exportação da fruticultura brasileira. Em 2019, manga e melão apresentaram aumento de 30% e 27%, respectivamente, no volume exportado. Melancia, goiaba, banana, uva e limão também são destaques e apresentaram crescimento considerável em suas parcelas exportadas.

A tabela 1 reporta um comparativo das estatísticas de área colhida, quantidade produzida e valor da produção dos principais cultivos da fruticultura na região de estudo e estratificações por unidades territoriais de interesse entre 1995 e 2018. Os municípios com PPIs na região de estudo, composta pela parte semiárida dos estados do Ceará, de Pernambuco, da Bahia e de Minas Gerais, somam 51 distribuídos em 41 PPIs, sendo dezenove projetos sob a administração do DNOCS e 22 da Codevasf.

TABELA 1

Área colhida, quantidade produzida e valor da produção dos principais produtos da fruticultura, por unidade territorial

Área colhida (ha)						
Unidade territorial	1995	2000	2010	2018	Δ%1995-2018	Δ%2010-2018
Brasil	1.938.668	2.002.746	1.981.204	1.646.820	-15,05	-16,88
Nordeste	633.223	646.177	748.205	618.950	-2,25	-17,28
Semiárido	269.934	275.492	384.605	348.402	29,07	-9,41
Municípios com PPI	40.077	61.006	120.839	121.903	204,17	0,88
Municípios com PPI/DNOCS	9.848	13.625	37.422	25.677	160,73	-31,39
Municípios com PPI/Codevasf	30.229	47.381	83.417	96.226	218,32	15,36
Semiárido do Ceará	84.586	87.525	109.456	87.213	3,11	-20,32
Semiárido de Pernambuco	30.601	29.457	51.489	50.127	63,81	-2,65
Semiárido da Bahia	68.027	76.352	134.916	114.482	68,29	-15,15
Semiárido de Minas Gerais	9.672	17.727	23.870	28.923	199,04	21,17
Quantidade produzida (ton)						
Unidade territorial	1995	2000	2010	2018	Δ%1995-2018	Δ%2010-2018
Brasil	116.308.206	126.766.207	36.583.420	34.486.734	-70,35	-5,73
Nordeste	13.020.971	13.153.213	10.196.196	8.702.505	-33,17	-14,65
Semiárido	4.182.379	4.553.437	6.021.688	6.310.356	50,88	4,79
Municípios com PPI	655.804	1.415.433	2.488.055	3.000.979	357,60	20,62
Municípios com PPI/DNOCS	158.449	273.913	558.476	382.332	141,30	-31,54
Municípios com PPI/Codevasf	497.355	1.141.520	1.929.579	2.618.647	426,51	35,71
Semiárido do Ceará	644.842	764.298	1.215.565	1.016.518	57,64	-16,37

(Continua)

(Continuação)

Quantidade produzida (ton)						
Unidade territorial	1995	2000	2010	2018	Δ%1995-2018	Δ%2010-2018
Semiárido de Pernambuco	702.228	762.734	907.566	1.569.582	123,51	72,94
Semiárido da Bahia	1.736.408	2.053.489	2.394.386	1.783.038	2,69	-25,53
Semiárido de Minas Gerais	196.013	265.606	502.138	597.004	204,57	18,89
Valor da produção (R\$ mil) ¹						
Unidade territorial	1995	2000	2010	2018	Δ%1995-2018	Δ%2010-2018
Brasil	21.950.269	16.398.409	27.267.313	27.538.175	25,46	0,99
Nordeste	7.393.088	5.097.854	9.091.887	8.095.769	9,50	-10,96
Semiárido	4.247.387	2.921.161	5.883.749	6.447.929	51,81	9,59
Municípios com PPI	1.679.314	1.356.826	2.990.307	3.212.576	91,30	7,43
Municípios com PPI/DNOCS	197.657	164.602	524.177	381.174	92,85	-27,28
Municípios com PPI/Codevasf	1.481.657	1.192.225	2.466.129	2.831.402	91,10	14,81
Semiárido do Ceará	640.404	499.692	1.011.620	1.221.353	90,72	20,73
Semiárido de Pernambuco	1.022.428	673.491	1.466.275	1.744.681	70,64	18,99
Semiárido da Bahia	1.124.569	945.875	2.176.982	1.709.845	52,04	-21,46
Semiárido de Minas Gerais	172.446	265.915	466.560	636.560	269,14	36,44

Fonte: IBGE (2018).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Valor da produção deflacionado para valores correntes de 2018, com base do Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI).

Analisando as informações, verificou-se que, em termos de área colhida, a variação percentual ocorrida entre os anos de 1995 e 2018 foi negativa, considerando o Brasil e o Nordeste. No entanto, nos municípios do semiárido, a variação ocorrida foi positiva, chegando a 200% de aumento nos municípios com PPI. Entre os anos de 2010 e 2018, observou-se um cenário geral de queda na área colhida, sendo menos acentuada na região do semiárido, comparativamente ao Nordeste como um todo. Tal resultado se justifica pela variação positiva de 15,4% na área colhida entre os municípios com PPIs sob administração da Codevasf, especialmente àqueles localizados no semiárido de Minas Gerais. Por sua vez, os municípios com PPIs administrados pelo DNOCS, cuja maior parte corresponde aos municípios localizados no semiárido do Ceará, tiveram uma queda expressiva na área colhida no período.

Em relação à quantidade produzida, observou-se um comportamento semelhante ao anterior; porém, com uma queda mais expressiva para o Brasil e para o Nordeste, considerando a variação percentual ocorrida no período 1995-2018. Nesse caso, a queda na produção brasileira de alguns dos cultivos selecionados, em especial a goiaba, a

laranja, o limão e a manga, foi significativa. Não obstante, na contramão dessa trajetória, destacaram-se os municípios do semiárido, com variação positiva de, aproximadamente, 51% na quantidade produzida da fruticultura, resultado associado à variação excepcional ocorrida nos municípios com PPIs, em especial os municípios com perímetros irrigados sob a administração da Codevasf, que tiveram variação positiva de mais de 400% em termos de quantidade produzida no período referenciado.

Considerando o período 2010-2018, por um lado, prevaleceram-se variações negativas na quantidade produzida, chamando atenção para o resultado da região Nordeste, que apresentou queda bem mais acentuada comparada à média brasileira. Por outro lado, na região do semiárido, o resultado foi diferente, muito provavelmente em virtude dos resultados positivos apresentados pelos PPIs naquela região, especialmente entre aqueles administrados pela Codevasf. A maior variação na quantidade produzida correspondeu à produção frutícola no semiárido de Pernambuco, que apresentou crescimento de 73%.

Ainda sob essa perspectiva, ressalta-se mais uma vez os resultados negativos entre os municípios com perímetros públicos irrigados sob administração do DNOCS. Em termos de quantidade produzida, a queda foi de 31%, aproximadamente, considerando-se o período 2010-2018. Os sucessivos resultados de queda, tanto no que se refere à área colhida, quanto em relação à quantidade produzida, podem estar estreitamente associados ao período de seca entre os dois últimos Censos Agropecuários. Apesar da seca fazer parte da variabilidade natural do clima regional, sua intensificação no ano de 2012 e sua ampliação no ano de 2015 foi considerada a mais grave nas últimas décadas, com impactos em muitos distritos das regiões semiáridas, principalmente naqueles situados na região Nordeste (Marengo, Cunha e Alves, 2016; Vidal, 2017).

De acordo com Vidal (2017), nesse período, a área com fruticultura permanente na região de atuação do Banco do Nordeste teve redução de quase 218 mil hectares, representando um elevado prejuízo aos fruticultores. O período de estiagem prejudicou o cultivo de sequeiro e também o irrigado, em função da redução dos níveis de água dos reservatórios. Segundo o autor, o estado do Ceará foi um dos mais afetados, apresentando restrições severas de disponibilidade hídrica e muitas perdas nas atividades agrícola e pecuária.

Entretanto, os sucessivos resultados positivos, tanto na área colhida quanto na quantidade produzida da fruticultura para a região do semiárido, poderiam estar associados à presença de PPIs, revelando a importância do dinamismo da atividade agrícola desenvolvida nos polos de irrigação. A intervenção pública foi capaz de amenizar perdas severas frente à situação de forte estiagem enfrentada na região Nordeste naquele período.

Em termos de valor da produção da fruticultura, a variação percentual entre 1995 e 2018 foi positiva em todos os estratos analisados, tendo o semiárido e suas regiões desempenho acima da média nacional. O valor da produção da fruticultura nos municípios com PPIs analisados cresceu 91% nesse período, com destaque para o semiárido de Minas Gerais, que obteve crescimento de 269% no valor da produção das atividades frutícolas. De 2010 a 2018, o cenário geral foi positivo, exceto quando se considerou o Nordeste como todo, os perímetros públicos irrigados sob administração do DNOCS e o semiárido da Bahia. Tais resultados merecem melhor investigação, mesmo que possam estar diretamente associados ao período de estiagem citado.

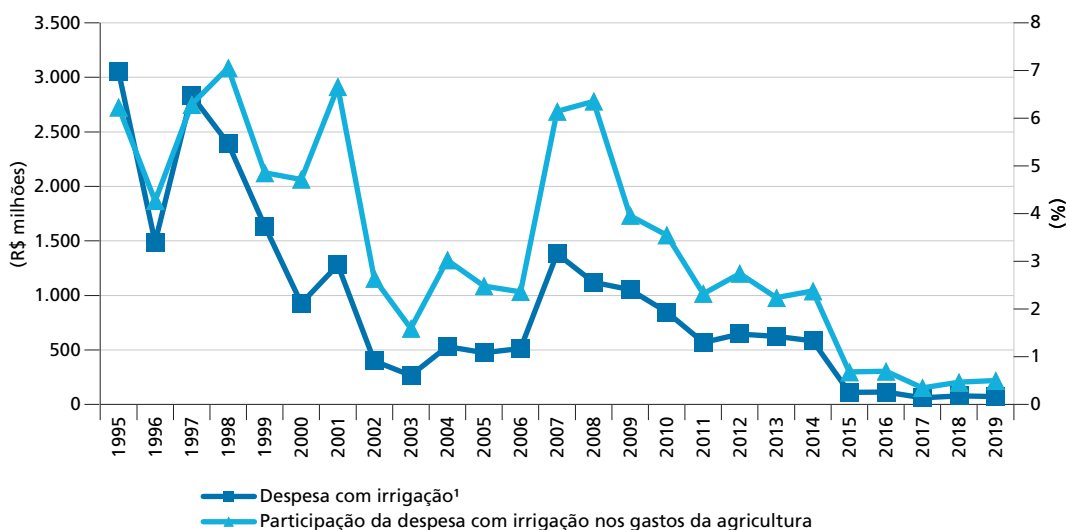
No entanto, quando se observam as estatísticas no âmbito do total de projetos públicos amostrados, fica evidente a importância desses resultados positivos na sustentação das variações encontradas para a região do semiárido. Não há dúvidas de que a manutenção da segurança hídrica foi fundamental para os resultados ascendentes econômicos e produtivos nesse contexto.

O desenvolvimento de PPIs é complexo e burocrático. De acordo com Alves e Vieira Filho (2019), as etapas principais do desenvolvimento dos perímetros de irrigação correspondem a construção, implantação e emancipação dos projetos. A etapa de construção, que compreende a aquisição de terras e a instalação da infraestrutura de irrigação, é a mais dispendiosa. Embora também seja oneroso assentar e emancipar famílias nos perímetros irrigados, etapa que envolve muitos problemas que fogem do escopo deste trabalho, depois de efetuada a construção do perímetro, a manutenção e a expansão de áreas implantadas são processos relativamente menos dispendiosos.

Nesse contexto, vale examinar brevemente o gasto público em projetos de infraestrutura hídrica de irrigação no Brasil. Tal gasto corresponde a uma parcela pequena nas despesas da agricultura em geral, não passando de 7% deste último, como pode ser visualizado no gráfico 2.

GRÁFICO 2

Participação das despesas públicas com irrigação nos gastos da agricultura e valor das despesas (1995-2019)



Fontes: Brasil (2013) e STN ([s.d.]).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Valores deflacionados para 2019.

A despesa pública com irrigação no Brasil caiu de forma expressiva a partir da década de 1990. Tal queda pode ser justificada não só pelo movimento de emancipação dos PPis sob administração da Codevasf no fim da década de 1980 e início da década de 1990, como também por ser um período que marca a conclusão de implantação de diversos PPis iniciados na década de 1980.

A partir de 2002, a despesa líquida com irrigação apresenta uma tendência quase linear até o fim da série analisada, com valores anuais abaixo de R\$ 2 milhões. Comparado ao produto interno bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, calculado por Cepea ([s.d.]), em 2019, tal despesa correspondeu a 0,007% PIB agrícola. De acordo com os dados de STN (2020), entre os anos de 1995 e 2013, em média, 79% da despesa pública com irrigação foi empenhada no Nordeste, região com maior concentração de PPis.

A despesa pública com irrigação certamente associa-se ao desempenho operacional e produtivo dos perímetros irrigados. Nesse sentido é importante ressaltar a grande capacidade ociosa dos perímetros públicos em operação e implantação no Brasil (Alves e Souza, 2015; Alves, Souza e Marra, 2017; Alves e Vieira Filho, 2019). Medida

como a relação entre a área em produção e a área implantada, a capacidade ociosa dos projetos públicos irrigados no âmbito dos quatro estados considerados nesta análise foi de 49%, calculado com base nas informações da ANA (2017); do DNOCS ([s.d.]) e da Codevasf ([s.d.]). O melhor aproveitamento dessas áreas, com baixo investimento público, poderia retomar a expansão dos perímetros de irrigação, visando à emancipação e consolidação dos arranjos produtivos e contribuindo com a geração de renda e emprego local.

3 METODOLOGIA

3.1 Fonte e tratamento de dados

Os dados utilizados referem-se ao Censo Agropecuário 2017, obtidos junto ao Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. A amostra, composta pelas informações dos estabelecimentos agropecuários agregadas em nível municipal, apresentam três cortes principais. O primeiro é o recorte regional, que considera na análise os estabelecimentos agropecuários dos municípios pertencentes ao semiárido nos estados onde estão localizados os principais polos de fruticultura irrigada (Ceará, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais).

A partir dessa amostra, o segundo recorte exclui os municípios cuja soma da área irrigada pelo método localizada (gotejamento, microaspersão e outros métodos de irrigação localizada) e aspersão convencional tenha sido igual a zero. Esse recorte é importante, pois, segundo a ANA (2017), esses dois métodos de irrigação possuem maior correlação com o cultivo da fruticultura irrigada.

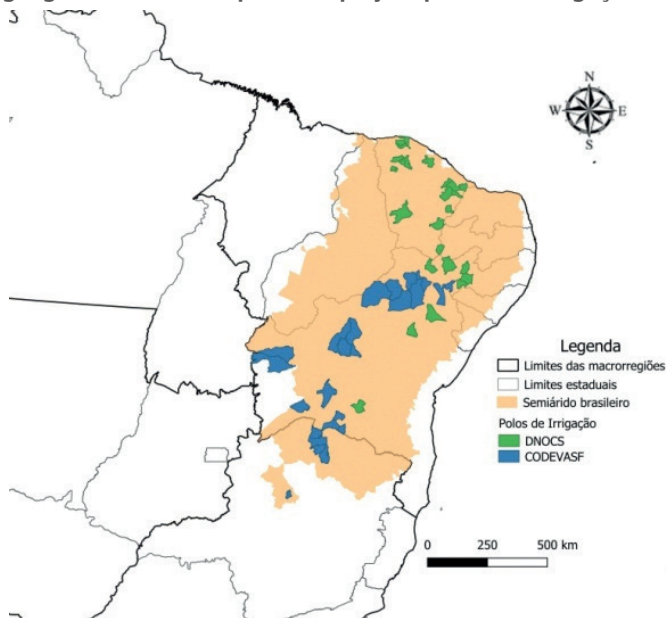
O terceiro recorte exclui da amostra municípios cujo valor da produção da fruticultura, para os onze cultivos selecionados, tenha sido igual a zero. Assim, a amostra é composta por estabelecimentos agropecuários que têm área irrigada pelos métodos de irrigação correlacionados com a atividade frutícola maior que zero, e também com valor da produção dessa atividade positivo e maior que zero.

A amostra final foi constituída por 567 observações. No grupo de tratados estão os municípios com presença de PPI; no grupo de controle, os municípios sem PPI. Ao todo são 516 municípios no grupo de controle e 51 municípios no grupo de tratados,

com disposição geográfica dada pelo mapa 1. Os PPIs que compõem a análise deste estudo somam 41, sendo que 46% estão sob a administração do DNOCS e 54% da Codevasf. As informações sobre área desapropriada, área implantada e área em produção dos projetos podem ser analisadas no apêndice A.

MAPA 1

Disposição geográfica dos municípios com projeto público de irrigação analisados no estudo



Elaboração dos autores.

Obs.: Mapa reproduzido em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Em todos os projetos, são produzidos, ao menos, dois dos onze principais cultivos da fruticultura irrigada no semiárido, como banana, coco-da-baía, goiaba, laranja, limão, manga, mamão, maracujá, uva (de mesa, vinho e suco), melão e melancia.

Em relação às variáveis utilizadas no modelo, a variável resultado do estudo de impacto aqui proposto¹ foi o valor bruto da produção para o ano de 2017 dos onze cultivos da fruticultura selecionados. Por seu turno, as covariadas, descritas no quadro 1, foram escolhidas com base em diversos estudos (Correia, Araújo e Cavalcanti, 2001;

1. Importante ressaltar que não é objetivo deste estudo avaliar o benefício, em termos de valor da produção, da adoção da irrigação, e sim o benefício, nos mesmos termos, da atividade frutícola ser desenvolvida em municípios com presença institucional de PPIs. Para análises sobre o benefício da adoção da tecnologia de irrigação, consultar Cunha (2011) e Moraes (2019).

Lima e Miranda, 2001; Ortega e Sobel, 2010; ANA, 2017; Souza *et al.* 2018; Alves e Vieira Filho, 2019), e buscaram refletir a caracterização geral dos PPIs nas áreas rurais, que, por sua vez, marcaram a presença institucional desses projetos nos municípios considerados na amostra.

QUADRO 1
Variáveis e descrição das variáveis utilizadas no modelo

Variáveis	Descrição
IRRIGMETDPRINCIPS	Proporção da área irrigada pelos métodos irrigação localizada (gotejamento, microaspersão e outros métodos de irrigação localizada) e aspersão convencional em relação à área total irrigada dos estabelecimentos agropecuários, exceto área irrigada por molhação.
IRRIGAGFAMILIAR	Proporção de estabelecimentos agropecuários que utilizaram os métodos de irrigação localizada e aspersão convencional em relação ao total de estabelecimentos irrigantes pertencentes à agricultura familiar.
CONCESSOUASSENT	Proporção de estabelecimento, cuja condição do produtor em relação a terra foi indicativa de concessionário ou assentado, aguardando titulação definitiva.
IRGLAVTEMP	Proporção de estabelecimento com irrigação de lavouras temporárias em relação ao total de estabelecimentos agropecuários.
IRGLAVPERMNT	Proporção de estabelecimento com irrigação de lavouras permanentes em relação ao total de estabelecimentos agropecuários.
RECEBOT	Proporção de estabelecimentos agropecuários que receberam algum tipo de orientação técnica, seja ela de origem governamental ou privada, ou ainda de cooperativas, empresas integradoras, empresas privadas de planejamento, organizações não governamentais (ONGs), Sistema S e outras fontes não especificadas.
ASSOCIAD	Proporção de estabelecimentos agropecuários que pertencem a algum tipo de associação ou entidade de classe.
OBTFINAC	Proporção de estabelecimentos agropecuários que obtiveram algum tipo de financiamento, independentemente de sua origem.
PREPSOLO	Proporção de estabelecimentos agropecuários que utilizaram sistema convencional de preparo do solo, técnicas tradicionais baseadas na remoção da vegetação nativa, aração, calagem, gradagem, semeadura, adubação mineral, capinas e aplicação de defensivos.
ENERGELET	Despesa em R\$ 1 mil com energia elétrica dos estabelecimentos agropecuários.
IMPLEMT&MAQUIN	Número de implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários.
TRABLHTEMP	Proporção de estabelecimentos agropecuários com trabalhador temporário sem laço familiar com o produtor em relação ao total de estabelecimentos agropecuários com pessoal ocupado.
DUMMEDSFRANC	<i>Dummy</i> que recebe valor 1 se o município estiver localizado na bacia do médio São Francisco.
DUMMSUBMEDSFRANC	<i>Dummy</i> que recebe valor 1 se o município estiver localizado na bacia do submédio São Francisco.

Elaboração dos autores.

3.2 Modelo econométrico

As metodologias de avaliação de impacto apoiam-se na tentativa de estabelecer uma relação causal entre a exposição a um determinado estímulo e a resposta verificada em decorrência de tal exposição via experimentos controlados. Nesse tipo de metodologia, o *estímulo* é considerado como tratamento e a *resposta* ao estímulo, como efeito, de modo que o cálculo do efeito de tratamento consiste em medir o impacto de determinada intervenção com relação a alguma resposta de interesse.

Nas ciências sociais aplicadas, a construção de experimentos controlados é um problema, de modo que os estudos se baseiam em dados observacionais, os quais dificultam o isolamento e a quantificação do efeito líquido do tratamento sobre a resposta desejada. Com os dados observados, os grupos de tratados e controles são diferentes, possuem características observáveis e não observáveis distintas. Portanto, o grande desafio da avaliação de impacto é encontrar um bom grupo de controle, uma vez que não é possível observar as mesmas unidades observacionais com e sem o tratamento de forma simultânea.

A resposta para um tratado na ausência do tratamento é o seu contrafactual. O grupo de controle é quem determina o que teria acontecido com os tratados na ausência do tratamento e, por isso, a importância de encontrar um grupo de controle o mais semelhante possível ao grupo de tratados. Assim, com a construção de um bom contrafactual, é possível mensurar causalidade e magnitude de impacto, comparando dois grupos estatisticamente idênticos, sendo que um está sob tratamento e o outro não.

Dessa forma, se houver alguma diferença em termos de resultados entre tratados e controles, será necessário atribuí-la a exposição ao tratamento, uma vez que é a única variável que difere os dois grupos. A incapacidade de estabelecer uma relação contrafactual adequada e identificar a verdadeira causalidade de mudança pode conduzir o pesquisador a estabelecer relações causais equivocadas e, consequentemente, direcionamentos de política enganosos (Dantas e Tannuri-Piant, 2013).

Considerando-se que tratados e controles possuem características observáveis diferentes e relevantes, obter um grupo de controle o mais semelhante possível ao de tratados envolve a necessidade de utilização de métodos de balanceamento, com objetivo de minimizar tais diferenças entre os dois grupos e obter uma amostra pareada equilibrada. Nesse sentido, Hainmueller (2012) propôs o método do balanceamento por entropia, que compreende um esquema de reponderação multivariado e não paramétrico, e que ajusta as distribuições da amostra através da atribuição de pesos ao conjunto de observações do grupo de controle; assim, ajustando as unidades ao grupo de tratados (Costa *et al.*, 2018).

Assumindo que a utilização desse método permite a construção de um bom contrafactual, o balanceamento por entropia consiste na primeira etapa da estratégia empírica aplicada, com vistas a eliminar o viés originado pela ausência de atribuições

aleatórias no tratamento. A segunda etapa consiste na combinação dos pesos encontrados no balanceamento por entropia com o método de *propensity score matching* (PSM), que tem como propósito estimar o efeito da presença institucional de PPIs sobre o valor bruto da produção da fruticultura no semiárido brasileiro. Para melhor compreensão, tem-se a descrição de cada uma das etapas.

3.2.1 Balanceamento por entropia

O balanceamento por entropia, proposto por Hainmueller (2012), trata-se de um método multivariado e não paramétrico de pré-processamento, o qual envolve um esquema de reponderação, incorporando diretamente o equilíbrio das covariáveis na função de peso aplicada às unidades da amostra. Esse método pondera um conjunto de dados de modo que a distribuição das variáveis nas observações reponderadas satisfaça um conjunto de restrições de equilíbrio, baseado no primeiro, no segundo e, possivelmente, nos maiores momentos das distribuições das covariáveis nos grupos de tratamento e controle.

Esse método caracteriza-se por uma generalização da abordagem de ponderação por escore de propensão e envolve a etapa de estimação de pesos dos escores de propensão por meio de modelos paramétricos, tais quais *logit* ou *probit* e, em seguida, executa o pareamento verificando se os pesos estimados equilibram as distribuições das covariadas. Por sua vez, o balanceamento por entropia ajusta diretamente os pesos aos momentos conhecidos da amostra, integrando o balanceamento das covariáveis aos pesos, implementando diretamente o equilíbrio exato, ao contrário dos métodos convencionais de ponderação (Hainmueller, 2012; Costa *et al.*, 2018).

Segundo Braga, Vieira Filho e Freitas (2019), o balanceamento por entropia assegura equilíbrio e similaridade entre os grupos de controle e tratados através da especificação de um nível de equilíbrio desejável para as covariadas, utilizando um conjunto de restrições associadas aos momentos da distribuição, de modo que os grupos ponderados tenham os mesmos momentos especificados, tornando-os o mais idêntico possível.

Para compreender o procedimento de entropia, considere uma amostra aleatória com $n = n_1 + n_0$ unidades, sendo n_1 as observações pertencentes ao grupo de tratados e n_0 as observações pertencentes ao grupo de controle, extraídas de uma população de tamanho $N = N_1 + N_0$. Considere como indicativo de tratamento $D_i \in \{1, 0\}$, sendo $D_i=1$, se a unidade i recebeu o tratamento, e $D_i=0$, caso contrário. Tome a

matriz X composta por X_{ij} componentes referentes às características de cada unidade i , que vetorialmente é representada por $X_i = [X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ij}]$. Deixe $f_{X|D=1}$ e $f_{X|D=0}$ denotar as densidades de covariáveis nas observações de tratamento e de controle, respectivamente. Por fim, $Y_i(D_i)$ denota o par de resultado potencial para cada unidade observacional i , dadas as condições de tratamento e controle. Os resultados observados para cada unidade são realizados como $Y_i = Y_i(1)D_i + (1 - D_i)Y_i(0)$.

O efeito médio do tratamento sobre os tratados é dado por $\tau = E[Y(1)|D = 1] - E[Y(0)|D = 1]$, em que a primeira média é diretamente identificada no grupo de tratados, mas a segunda corresponde ao contrafactual, o qual não é observado. No esquema de balanceamento por entropia, o contrafactual médio pode ser estimado por:

$$E[Y(0)|D = 1] = \frac{\sum_{\{i|D=0\}} Y_i w_i}{\sum_{\{i|D=0\}} w_i}, \quad (1)$$

em que, w_i é o peso escolhido para cada unidade de controle, o qual é determinado pelo seguinte esquema de reponderação que minimiza a distância métrica de entropia.

Considere w_i o peso do balanceamento por entropia escolhido para cada unidade de controle determinado pelo seguinte esquema de reponderação que minimiza a distância métrica da entropia:

$$\min_{w_i} H(w) = \sum_{\{i|D=0\}} w_i \log(w_i/q_i) \quad (2)$$

Sujeito as seguintes restrições de equilíbrio e normalização:

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i c_{ri}(X_i) = m_r, \text{ com } r \in 1, \dots, R$$

$$\sum_{\{i|D=0\}} w_i = 1, \text{ e}$$

$$w_i \geq 0 \text{ para todo } i, \text{ tal que } D=0.$$

Na equação, $h(\cdot)$ é a distância métrica e $c_{ri}(X_i)$ descreve o conjunto de restrições impostas sobre os momentos das covariadas do grupo de controle reponderado. O peso base é dado por $q_i = 1/n_0$, em que n é o tamanho da amostra das unidades de controle. Segundo Hainmuller (2012), inicialmente escolhe-se a covariada que será

incluída na reponderação. Para cada covariada, especifica-se um conjunto de restrições de balanceamento, a fim de equiparar os momentos das distribuições das covariadas dos grupos de tratado e controle reponderados. As restrições de momentos podem ser a média (primeiro momento), a variância (segundo momento) e a assimetria (terceiro momento). Uma típica restrição de balanceamento é formulada com m_r , contendo a r ordem de momento de uma dada variável X_j do grupo de tratados, em que a função de momento para o grupo de controle é especificada como $C_{ri}(X_{ij}) = X_{ij}^r$ ou $C_{ri}(X_{ij}) = (X_{ij} - \mu_j)^r$, com média μ_j .

Assim, o balanceamento por entropia procura, para um dado conjunto de unidades, pesos $W = [w_i, \dots, w_{n_0}]$ que minimizem a distância de entropia entre W e o vetor base de pesos $Q = [q_i, \dots, q_{n_0}]$, sujeito às restrições de equilíbrio e normalização.

A imposição feita à restrição de momentos considera que seja ajustado o primeiro momento das covariadas. Assim, dado o conjunto de covariadas que determinam a presença institucional de PPIs, o método calculará as médias no grupo de tratados, buscando um conjunto de pesos de entropia de forma que as médias ponderadas do grupo de controle sejam similares (Braga, Vieira Filho e Freitas, 2019).

O método de entropia pode ser combinado com outros métodos de pareamento, assim como aplicado por Costa *et al.* (2018). Nesse estudo, especificamente, os pesos encontrados pelo balanceamento por entropia serão combinados com o PSM, visando equilibrar com maior robustez as covariadas e obter o efeito causal da presença de PPIs sobre o valor da produção da fruticultura nos municípios amostrados.

3.2.2 *Propensity score matching*

A causalidade e a magnitude do efeito da presença institucional de PPIs sobre o valor da produção dos principais cultivos da fruticultura irrigada podem ser feitas por meio da comparação dos resultados de dois grupos, sendo um deles o grupo de municípios com PPIs (tratados) e outro grupo, o de controle, aqueles municípios que não incluem PPIs.

A ausência de atribuições aleatórias no tratamento implica em viés de seleção entre os grupos analisados. Para obter o efeito da presença institucional da política pública estabelecida pela implantação de perímetros irrigados, optou-se por minimizar o viés por intermédio da aplicação do PSM, desenvolvido por Rosenbaum e Rubin (1983).

A análise de PSM é um procedimento de estimação por meio do qual é possível construir um grupo de contrafactual que reúne características semelhantes ao grupo tratado em todas as dimensões. A correspondência por meio do escore de propensão é uma maneira de reduzir o viés, quando a comparação dos resultados for realizada usando grupos de tratados e controles que são tão semelhantes quanto possível. Assim, unidades observacionais com os respectivos escores seriam comparáveis, já que possuíam probabilidades similares de serem tratadas (Becker e Ichino, 2002).

Tal método consiste em trabalhar com resultados potenciais. Dado tratados e não tratados, para qualquer indivíduo i , haverá apenas dois resultados possíveis, que são os resultados potenciais, dados por:

$$Resultado\ Potencial = \begin{cases} Y_{1i} & se\ D_i = 1 \\ Y_{0i} & se\ D_i = 0 \end{cases}, \quad (3)$$

em que, D_i é a *dummy* que identifica se a unidade observacional i participa ou não do tratamento, assumindo valor 1 quando tratado e valor 0 caso contrário. Por seu turno, Y_{1i} e Y_{0i} são os resultados potenciais para as unidades observacionais i quando for tratada e não tratada, respectivamente.

Para eliminar o viés de seleção decorrente do uso de modelos que utilizam variáveis conhecidas e observáveis para selecionar o contrafactual, é necessário supor independência condicional (*unconfoundedness*). Esta hipótese assume que os resultados potenciais serão independentes de variáveis binárias de tratamento a partir do momento em que o resultado potencial seja condicionado às variáveis observáveis X_i . Formalmente, a hipótese de independência condicional é dada por:

$$(Y_{0i}, Y_{1i}) \perp D | X, \quad \forall X. \quad (4)$$

Outra suposição que se faz necessária é o critério de balanceamento. Tal critério será satisfeito quando, para cada valor de X , houver uma distribuição similar de probabilidade de tratamento entre os dois grupos, ou seja, $D \perp X | P(X)$. Uma vez que apenas as unidades com idêntico escore de propensão sejam comparáveis entre si, é necessário incluir uma hipótese auxiliar importante para a identificação do efeito do tratamento, que é a condição de suporte comum. Tal condição assegurará que tratados e controles tenham observações comparáveis quanto às características X_i , uma vez que é apenas na área em que existe suporte comum que se torna possível realizar inferências causais (Dantas e Tannuri-Piant, 2013).

Formalmente, a condição de suporte comum é dada por:

$$0 < P(D_i = 1|X_i) < 1 . \quad (5)$$

Desde que as hipóteses citadas sejam satisfeitas, pode-se escrever o efeito médio de tratamento sobre os tratados como:

$$ATT = E[Y_{1i} - Y_{0i} | D_i = 1] = E\{E[Y_{1i}|D_i = 1, P(X_i)] - E[Y_{0i}|D_i = 0, P(X_i)]\} . \quad (6)$$

O estimador de PSM é, então, a média da diferença entre resultados de tratados e controles sobre o suporte comum, dentro de um determinado estrato de escore de propensão, ou entre unidade de tratados e controles com $P(X)$ muito parecido (Caliendo e Kopeinig, 2008).

Os métodos para combinar unidades de tratamento e de controle são os mais variados possíveis, destacando-se o pareamento por vizinho mais próximo (*nearest neighbor matching*), o pareamento estratificado (*stratification matching*), o pareamento por Kernel (*Kernel matching*) e o pareamento por alcance (*radius matching*). Esses procedimentos diferem quanto à definição de pesos para cada observação e quanto à maneira como o suporte comum é determinado para a estimação do tratamento sobre os tratados (ATT). Para o pareamento dos escores de propensão, foi utilizado o procedimento que reportou menor *pseudo-R*² (Becker e Ichino, 2002).

Para avaliar a qualidade das estimativas do PSM, foi realizado o teste de redução do viés padronizado, sugerido por Rosenbaum e Rubin (1983). Tal método avalia, por meio da comparação antes e depois do pareamento, a existência de diferenças sistemáticas após a utilização do escore de propensão verificando se o pareamento obtido foi satisfatório. Foi também procedido o teste de igualdade de médias nos grupos de controle e tratamento antes e depois do pareamento estabelecido pelo PSM.

Após a aplicação do PSM, foi feita uma análise elementar, via *educated guess*, comparando a despesa pública com irrigação e o benefício, em termos do valor da produção da fruticultura, de modo a avaliar sucintamente se os ganhos produtivos obtidos nos municípios com PPI compensaram os gastos do governo com essa política.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Efeito médio do tratamento (presença institucional dos perímetros públicos de irrigação nos municípios)

A tabela 2 reporta a análise descritiva dos dados em termos médios. A proporção de áreas irrigadas pelos métodos localizado e aspersão convencional em relação à área total irrigada do estabelecimento agropecuário foi de 66,7% na amostra total. Esse valor é bem próximo quando comparado ao grupo de municípios sem PPI. Nos municípios com PPI, tal percentual equivaleu a 74,4% do total da área irrigada nos estabelecimentos agropecuários.

TABELA 2
Média e unidade de medida das variáveis utilizadas para amostra total e por grupos de tratados e controles

Variáveis	Unidade de medida	Amostra total	Municípios sem PPI	Municípios com PPI
IRRIGMETDPRINCIPS	Proporção	0,6668	0,6592	0,7437
IRRIGAGFAMILIAR	Proporção	0,0778	0,0609	0,2490
CONCESSOUASSENT	Proporção	0,0351	0,0321	0,0655
IRGLAVTEMP	Proporção	0,4007	0,4192	0,2133
IRGLAVPERMNT	Proporção	0,1960	0,1844	0,3132
RECEBOT	Proporção	0,0997	0,0947	0,1509
ASSOCIAD	Proporção	0,2434	0,2470	0,2069
OBTFINAC	Proporção	0,1379	0,1385	0,1320
PREPSOLO	Proporção	0,5342	0,5366	0,5101
TRABLHTEMP	Proporção	0,1322	0,1297	0,1568
ENERGELET	R\$ mil	1.935,95	1.575,60	5.581,84
IMPLEMT&MAQUIN	Número	107,90	95,64	231,96
DUMMEDSFRANC	-	0,1481	0,1395	0,2353
DUMMSUBMEDSFRANC	-	0,1464	0,1357	0,2549
VALOR DA PROD DA FRUTICULTURA	R\$ mil	5.467,51	1.763,58	42.942,55
Número de observações	-	567	516	51

Elaboração dos autores.

Entre os estabelecimentos agropecuários que irrigam pelos métodos localizado e aspersão convencional, uma proporção de 7,8% pertence à agricultura familiar (*IRRIGAGFAMILIAR*). Quando se observa apenas os municípios com PPIs, essa proporção salta para, aproximadamente, 25% dos estabelecimentos agropecuários com uso de métodos de irrigação correlacionados com a produção da fruticultura. Analisando-se a proporção de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação, cuja condição do

produtor em relação a terra é concessionária ou assentada aguardando titulação definitiva, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários (*CONCESSOUASSENT*), observa-se que, na média, a proporção é semelhante entre amostra total e amostra dos municípios sem PPIs. Porém, entre os municípios com PPIs, a proporção dobra, atingindo 6,5% dos estabelecimentos agropecuários avaliados sob esse critério.

Entre a proporção de estabelecimentos agropecuários com uso de irrigação em lavouras temporárias (*IRGLAVTEMP*), os resultados identificam que o uso da irrigação nesse tipo de lavoura é mais extensivo entre os estabelecimentos que estão nos municípios sem PPIs, ou seja, 41%, valor superior ao da amostra (40%) e dos municípios com a presença institucional dos projetos de irrigação (21%). Em relação à proporção de estabelecimentos com o uso de irrigação em lavouras permanentes (*IRGLAVPERMNT*), os dados revelam um percentual superior dos municípios com projetos de irrigação comparativamente aos municípios sem a presença institucional da política de irrigação.

Em relação à proporção de estabelecimentos agropecuários que receberam algum tipo de orientação técnica (*RECEBOT*), observa-se que, nos municípios com PPI, essa proporção é maior, atingindo um percentual de 15% dos estabelecimentos agropecuários. Na amostra e no grupo de municípios sem PPI, essa proporção não chega a 10% dos estabelecimentos agropecuários.

No que tange à associação de produtores à cooperativa e/ou entidade de classe, chama a atenção que a proporção de estabelecimentos agropecuários associados a algum sistema de cooperativa ou entidade de classe (*ASSOCIAD*) é menor nos municípios com PPI, correspondendo a, aproximadamente, 21% dos estabelecimentos agropecuários. Em relação à proporção de estabelecimentos agropecuários que obtiveram algum tipo de financiamento (*OBTFINAC*), independentemente do agente financeiro, os três estratos apresentam percentuais próximos a 13%.

Em relação ao sistema de preparo do solo do tipo convencional, a proporção de estabelecimentos agropecuários que utilizaram esta técnica agrícola (*PREPSOLO*) é mais da metade entre os estabelecimentos agropecuários, porém, com um percentual um pouco menor entre os municípios com PPI. Nos municípios com PPI, a proporção de estabelecimentos que utilizaram tal prática agrícola correspondeu a 51% do total de estabelecimentos, contra, aproximadamente, 53% dos estabelecimentos agropecuários na amostra total e no grupo de controle.

O uso de energia elétrica está correlacionado com o uso mais intensivo de motores e bombas naturais de equipamentos de irrigação. Considerando-se a despesa, em R\$ 1 mil, de energia dos estabelecimentos agropecuários (*ENERGELET*), em média, tal despesa é praticamente quatro vezes maior nos estabelecimentos agropecuários no grupo de municípios com PPI em relação à amostra total, assim como ao grupo de municípios sem PPI. Vale ressaltar que o custo de energia ainda é subsidiado nos perímetros públicos irrigados, o que potencializa o efeito desses percentuais em uma análise de impacto da política de irrigação.

Em relação ao número de implementos e máquinas existentes nos estabelecimentos agropecuários (*IMPLEMT&MAQUIN*), em média, esse número é muito superior entre os estabelecimentos agropecuários nos municípios com PPI. Nos municípios sem PPI, o número médio de implementos e máquinas nos estabelecimentos agropecuários é 94 contra, aproximadamente, 236 nos estabelecimentos agropecuários pertencentes aos municípios com PPI.

Por fim, analisando-se a proporção de estabelecimentos agropecuários com trabalhador temporário sem laço familiar com o produtor em relação ao total de estabelecimentos agropecuários com pessoal ocupado (*TRABLHTEMP*), tal valor é maior nos municípios com PPI, abrangendo uma média de, aproximadamente, 16% dos estabelecimentos agropecuários contra 13% dos estabelecimentos agropecuários nos outros dois estratos analisados. Em relação as *dummies*, observou-se uma maior proporção de estabelecimentos agropecuários nos municípios com PPI localizados nas duas principais sub-bacias do rio São Francisco, regiões que concentram 70% da demanda de água para a irrigação em relação à bacia como um todo (CBHSF, [s.d.]).

Como esperado, o valor da produção da fruticultura passa por grande discrepância entre as médias dos dois primeiros estratos em relação ao grupo de municípios com polos de irrigação especializados em fruticultura. Em média, o valor total da produção da fruticultura alcançado nos municípios com PPI é oito vezes maior do que a amostra total, atingindo uma cifra de R\$ 42,9 milhões em 2017.

A primeira etapa da aplicação empírica consistiu em proceder o balanceamento das covariadas utilizadas no modelo de avaliação de impacto. A tabela 3 apresenta os resultados do balanceamento dessas covariadas, utilizando o método de entropia para o primeiro momento da amostra, ou seja, para a média das covariadas.

TABELA 3
Resultados do balanceamento pelo método de entropia para as covariadas do modelo considerando o primeiro momento da amostra

Variáveis	Amostra não pareada		Amostra pareada	
	Municípios com PPI	Municípios sem PPI	Municípios com PPI	Municípios sem PPI
IRRIGMETDPRINCIPS	0,7437***	0,6592	0,7437 ^{ns}	0,7428
IRRIGAGFAMILIAR	0,249***	0,0609	0,2490 ^{ns}	0,2483
CONCESSOUASSENT	0,06547***	0,0321	0,0655 ^{ns}	0,0654
IRGLAVTEMP	0,2133***	0,4192	0,2133 ^{ns}	0,2153
IRGLAVPERMNT	0,3132***	0,1844	0,3132 ^{ns}	0,3165
RECEBOT	0,1509***	0,0947	0,1509 ^{ns}	0,1507
ASSOCIAD	0,2069***	0,2470	0,2069 ^{ns}	0,2070
OBTFINAC	0,1320 ^{ns}	0,1385	0,1320	0,1321
PREPSOLO	0,5101***	0,5366	0,5101 ^{ns}	0,5103
ENERGELET	5582***	1576	5582	5559
IMPLEMT&MAQUIN	232***	96	232 ^{ns}	231
TRABLHTEMP	0,1568***	0,1297	0,1568 ^{ns}	0,1568
DUMMEDSFANC	0,2353***	0,1395	0,2353 ^{ns}	0,2350
DUMMSUBMEDSFANC	0,2549***	0,1357	0,2549 ^{ns}	0,2544

Elaboração dos autores.

Obs.: *** média estatisticamente diferente do grupo de controle a 1%.

^{ns} não significativo, ou seja, média estatisticamente igual ao grupo de controle.

Os resultados do balanceamento mostram que as médias entre os grupos de tratados e de controle apresentavam diferenças significativas antes do pareamento. Após o ajustamento proporcionado pelo método de entropia, observou-se uma harmonização entre as médias das covariadas dos dois grupos, tornando a amostra mais homogênea. O sucesso do balanceamento é confirmado pela não significância da hipótese nula do teste de igualdade de médias na amostra pareada.

Depois de realizado o método de balanceamento, estimou-se o efeito médio do ATT da presença institucional de PPIs sobre o valor da produção da fruticultura na amostra selecionada. O pareamento utilizado foi *matching vizinho mais próximo*² sem reposição. Tal método foi o que apresentou a menor estatística para o *pseudo-R*².

2. O método de pareamento por vizinho mais próximo consiste em parear cada unidade do grupo de tratado a uma unidade do grupo de controle que tenha o escore de propensão mais próximo. O método realizado sem reposição indica que uma mesma unidade pertencente ao grupo de controle não pode ser pareada com mais de uma unidade do grupo de tratado.

Foram procedidos os testes de redução do viés padronizado antes e depois do pareamento e o teste de igualdade de médias nos grupos de tratados e controles. Os resultados apontaram a não existência de diferenças significativas nas variáveis observáveis entre as unidades pareadas, indicando que os resultados obtidos apresentaram uma boa adequação dos escores de propensão. A tabela 4 reporta o resultado encontrado, cujo ATT representa a diferença no valor da produção da fruticultura, dado o efeito do tratamento.

TABELA 4

Efeito tratamento sobre tratados no valor da produção da fruticultura para os cultivos selecionados¹

		ATT	Teste-t	Desvio-padrão
Resultado efeito tratamento sobre tratados		12.539,02	2,60	4.826,45
Pareamento	Pseudo-R ²	LR <i>chi</i> ²	Viés médio	Viés mediano
Vizinho mais próximo	0,046	5,97	12,6	12,4

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Dados elaborados com base nos resultados da pesquisa.

De acordo com os resultados, em média, os estabelecimentos agropecuários pertencentes aos municípios com PPIs apresentam valor da produção da fruticultura maior do que aquele encontrado nos estabelecimentos agropecuários nos municípios sem a presença institucional dos PPIs. Tal diferença aponta efeito no valor da produção de R\$ 12,539 milhões em valores correntes, referente ao ano de 2017.

Os resultados são indicativos de que a presença institucional de PPIs tem fundamental importância sobre os resultados econômicos da atividade frutícola nas regiões do semiárido brasileiro. Esse resultado pode ser avaliado como uma característica de sucesso desse tipo de investimento público onde a obtenção de maior valor da produção da atividade representa uma vantagem comparativa fundamental desse tipo de produção agrícola na região.

4.2 Avaliação custo-benefício via *educated guess*

A avaliação de impacto mostrou resultados positivos sobre o valor da produção da fruticultura nos municípios com presença institucional de PPIs. Cabe analisar, mesmo que de forma elementar, se os ganhos de produtividade e renda compensaram os gastos do governo com essa política.

A partir dos dados de despesas com irrigação no ano de 2016 e tomando o impacto encontrado produtivo da atividade frutícola irrigada, calculou-se uma análise de custo-benefício da política, com base na tabela 5.

TABELA 5
Despesas com irrigação e benefício médio das atividades frutícolas
(Em R\$)

Variáveis	(R\$) ¹
Despesa total com irrigação (DTI)	98.516.563,00
Despesa com irrigação NE = (0,79*DTI)	77.828.085,00
Despesa média com irrigação por município com PPI no NE (considerando os oitenta municípios com PPI na região Nordeste)	972.851,00
ATT ou benefício médio para municípios com PPI	12.539.000,00

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Valores correntes de 2017.

Como o impacto estimado está em nível municipal, é coerente que a despesa média com irrigação também seja calculada com esta unidade de seleção, ou seja, não necessariamente por projeto. Nesse sentido, dada a existência de oitenta municípios com PPI no Nordeste, a despesa média por municípios com o projeto foi de R\$ 972,851 mil. A diferença do benefício estimado em relação à despesa empenhada foi de R\$ 11.566.149,00, o que mostrou que, em média, para cada real despendido com irrigação, houve um retorno de R\$ 12,88 em produção para os municípios com presença institucional de perímetros públicos de irrigação. Mesmo sendo uma análise elementar ausente de robustez metodológica, tal aproximação mostra a importância da política em termos de retorno produtivo, uma vez que os gastos públicos com irrigação vêm decrescendo ao longo do tempo. Esse ponto sustenta a assertiva que, assumindo impactos positivos sobre os resultados econômicos dos projetos de irrigação, é possível, com baixo investimento do governo, melhorar o desempenho das atividades irrigadas na região, bem como aproveitar de forma mais eficiente os projetos já existentes, expandindo a produção nas áreas implantadas que se encontram ociosas.

5 COMENTÁRIOS CONCLUSIVOS

Avaliou-se o impacto da presença institucional de PPIs sobre o valor da produção da fruticultura, considerando os onze principais cultivos produzidos nos polos de irrigação frutícolas da região do semiárido brasileiro. Assim, adotou-se metodologia de avaliação de impacto de política pública, que combinou balanceamento por entropia com o método de PSM.

Os resultados mostraram efeito positivo e estatisticamente significativo da presença institucional de perímetros irrigados sobre o valor produzido da fruticultura na região estudada. A avaliação mostrou a importância das atividades irrigadas para a manutenção de resultados econômicos positivos na atividade agrícola principal. A análise de custo-benefício via *educated guess* apontou retorno positivo de R\$ 12,88 para cada real investido, o que justifica o gasto público na política de irrigação.

Ampliar o aproveitamento de áreas irrigáveis ociosas, respeitando a disponibilidade hídrica regional, pode criar oportunidades de desenvolvimento local, notadamente em uma região historicamente vulnerável, tanto em recursos naturais quanto em condições econômicas de baixo emprego e renda. Sabe-se que, no âmbito da consolidação de áreas irrigadas, nos PPIs, é preciso superar diferentes obstáculos, como a baixa qualificação dos produtores assentados, o uso de equipamentos obsoletos, a deficiência de gerenciamento dos programas, entre outros fatores que dificultam a sustentabilidade produtiva dos negócios.

No entanto, as áreas irrigadas no semiárido configuram-se em esperança para muitos agricultores, além de possibilidade de criação de empregos remunerados e consolidação de atividades agrícolas fundamentais para o desenvolvimento regional. É complicado enfrentar a pobreza no semiárido com base na agricultura sem o fomento da atividade de irrigação.

Em relação à análise de custo-benefício, é importante ressaltar que a pesquisa considera uma aproximação média do gasto público com irrigação para os municípios com PPI na região Nordeste e não o gasto efetivo por PPI. Além do mais, o fato de se trabalhar com dados agregados impede a devida separação dos estabelecimentos que pertencem de fato aos perímetros irrigados. Assim, é evidente que, no valor bruto da produção da fruticultura, que foi a variável de impacto analisada, pode constar o valor da produção de estabelecimentos que, mesmo estando nos municípios com PPI, não façam parte dos perímetros irrigados.

A avaliação de impacto aqui analisada possui limitações. No intuito de melhorar os resultados, é importante analisar os dados do Censo Agropecuário em nível de estabelecimento. Além disso, é interessante analisar os efeitos de transbordamento do investimento em irrigação no entorno da região irrigada.

REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Estatística de exportações de frutas em 2019**. Brasília, 28 jan. 2020. Disponível em <<https://bit.ly/2D6bsI1>>. Acesso em: abr. 2020.

ALVES, E. R. A.; ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? *In*: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.). **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2010, cap. 11, p. 275-290.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. D. S. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 7-21, 2015.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. D. S.; MARRA, R. Uma viagem pelas regiões e estados guiada pelo Censo Agropecuário 2006. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 113-150, 2017.

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. D. S.; ROCHA, D. P. Lucratividade na agricultura. **Revista de Política Agrícola**, v. 21, n. 2, p. 45-63, 2012.

ALVES, E. R. A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O que se espera da irrigação para o Nordeste? *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. *et al.* (Orgs.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: Ipea, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2013.

_____. **Atlas da irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017.

BECKER, S.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. **The Stata Journal**, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

BRAGA, M. J.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; FREITAS, C. O. Impactos da extensão rural sobre a renda produtiva. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R. **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Brasília: Ipea, 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balança comercial do agronegócio**. Brasília: Mapa, 2013.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R. Polos de irrigação no Nordeste do Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. especial, p. 611-632, nov. 2015.

CALIENDO, M.; KOPEINIG, S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. **Journal of economic surveys**, v. 22, n. 1, p. 31-72, 2008.

CBHSF – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **A bacia: principais características**. Belo Horizonte: CBHSF, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/30gBCk4>>. Acesso em: mar. 2020.

CEPEA – CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2019**. Piracicaba: Cepea, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/2PdYZVi>>.

CODEVASF – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO RIO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Projetos públicos de irrigação**: polos de desenvolvimento. Brasília: Codevasf, [s.d.]. Disponível em <<https://bit.ly/3hSqM9V>>. Acesso em: nov. 2019.

CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.; CAVALCANTI, E. B. A fruticultura como vetor de desenvolvimento: o caso dos municípios de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39., 2001, Recife, Pernambuco. **Anais...** Recife: Sober, 2001.

COSTA, R. A. *et al.* Impactos do programa bolsa família no mercado de trabalho e na renda dos trabalhadores rurais. **Nova Economia**, v. 28, n. 2, 385-416, 2018.

CUNHA, D. A. **Efeito das mudanças climáticas globais na agricultura brasileira**: análise da irrigação como estratégia adaptativa. 2011. 147 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2011.

DANTAS, R. S.; TANNURI-PIANT, M. E. Avaliação de impacto de reconhecimento de direito de propriedade de facto: uma análise de *propensity score matching*. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 41., 2013, Foz do Iguaçu, Paraná. **Anais...** Foz do Iguaçu: Anpec, 2013.

DNOCS – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Perímetros públicos de irrigação**. Fortaleza: DNOCS, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3flQvFT>>. Acesso em: nov. 2019.

GERUM, A. F. A. A. *et al.* **Fruticultura tropical**: potenciais riscos e seus impactos. Cruz das Almas: Embrapa, maio 2019.

HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. **Political Analysis**, v. 20, n. 1, p. 25-46, 2012.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

_____. **Produção Agrícola Municipal (PAM)**: informações sobre culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

LIMA, J. P. R.; MIRANDA, E. A. A. Fruticultura irrigada no Vale do São Francisco: incorporação tecnológica, competitividade e sustentabilidade. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 32, p. 611-632, 2001.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-2015 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climánilise**, v. 3, p. 49-54, 2016.

MORAIS, G. A. S. Three essays on irrigated agriculture in Brazil. 2019. 115 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2019.

ORTEGA, A. C.; SOBEL, T. F. Desenvolvimento territorial e perímetros irrigados: avaliação das políticas governamentais implantadas nos perímetros irrigados Bebedouro e Nilo Coelho em Petrolina (PE). **Planejamento e políticas públicas**, Brasília, v. 2, n. 35, 2010.

ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. **Biometrika**, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.

SOUZA, H. G. *et al.* Análise da projeção espacial da fruticultura no Nordeste brasileiro. **Revista de Economia**. Fortaleza, v. 49, n. 4, p. 121-141, out./dez. 2018.

STN – SECRETARIA DO TESOIRO NACIONAL. **Dados orçamentários**: irrigação. Brasília: STN, 2020. Disponível em <<https://bit.ly/3amfojV>>. Acesso em: fev. 2020.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Levantamento nos perímetros irrigados do NE e impacto na produção agropecuária**. Brasília: TCU, 2015.

VALDES, A. *et al.* Impactos e externalidades sociais da irrigação no semiárido brasileiro. **Série Água Brasil**, n. 5, Brasília, jun. 2004.

VIDAL, M. F. Comportamento recente da fruticultura na área de atuação do BNB. **Caderno Setorial Etene**, n. 15, set. 2017.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; CAMPOS, A. C.; FERREIRA, C. M. C. Abordagem alternativa do crescimento agrícola: um modelo de dinâmica evolucionária. **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 2, p. 425-476, 2005.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil**: inovação e competitividade. 1. ed. Brasília: Ipea, 2017, v. 1, p. 305.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FORNAZIER, A. Productividad agropecuaria: reducción de la brecha productiva entre el Brasil y los Estados Unidos de América. **Revista Cepal**, v. 118, p. 215-233, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SILVEIRA, J. M. F. J. Competências organizacionais, trajetória tecnológica e aprendizado local na agricultura: o paradoxo de Prebisch. **Economia e Sociedade**, v. 5, p. 599-629, 2016.

APÊNDICE A

RELAÇÃO DOS PROJETOS PÚBLICOS DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADOS NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO CEARÁ, PERNAMBUCO, BAHIA E MINAS GERAIS

TABELA A.1

**Perímetros irrigados no semiárido do Ceará, de Pernambuco, da Bahia e de Minas Gerais –
por sedes municipal, administração, área total, irrigável e implantada em hectares**

Perímetro irrigado	Municípios	Administração	Área total (desapropriada) (ha)	Área irrigável (ha)	Área implantada (ha)
Brumado	Livramento de Nossa Senhora (BA)	DNOCS	7.821	4.295	2.470
Jacurici	Itiúba (BA)	DNOCS	1.100	360	306
Vaza Barris	Canudos (BA)	DNOCS	11.677	4.498	1.796
Araras Norte	Varjota e Reriutaba (CE)	DNOCS	6.407	3.225	3.200
Curu Pentecostes	Pentecostes e São Luiz do Curu (CE)	DNOCS	5.016	1.180	1.068
Jaguaribi-Apodi	Limoeiro do Norte (CE)	DNOCS	13.229	5.393	5.393
Tabuleiro de Russas	Russas, Limoeiro do Norte e Morada Nova (CE)	DNOCS	18.915	14.508	10.564
Ayres de Souza	Sobral (CE)	DNOCS	8.943	1.158	615
Ema	Iracema (CE)	DNOCS	352	42	42
Jaguaruana	Jaguaruana (CE)	DNOCS	343	202	202
Baixo Acarau	Acarau, Bela Cruz e Marco (CE)	DNOCS	12.407	12.407	8.817
Forquilha	Forquilha (CE)	DNOCS	3.327	261	218
Morada Nova	Morada Nova e Limoeiro do Norte (CE)	DNOCS	11.025	4.333	3.737
Icó-Lima Campos	Icó (CE)	DNOCS	10.583	4.263	2.712
Quixabinha	Mauriti (CE)	DNOCS	530	293	293
Boa Vista	Salgueiro (PE)	DNOCS	249	131	131
Custódia	Custódia (PE)	DNOCS	1.341	350	263
Cachoeira II	Serra Talhada (PE)	DNOCS	378	253	230
Moxotó	Ibimirim e Inajá (PE)	DNOCS	12.396	8.596	7.202
Gorutaba	Nova Porteirinha (MG)	Codevasf	8.487	4.885	5.286
Jaíba	Jaíba, Matias Cardoso e Verdelândia (MG)	Codevasf	86.795	53.976	27.772
Lagoa Grande	Janaúba (MG)	Codevasf	2.178	1.538	1.538
Pirapora	Pirapora (MG)	Codevasf	1.645	1.236	1.236
Estreito	Urandi e Sebastião Laranjeiras (BA)	Codevasf	-	7.973	2.768
Ceraíma	Guanambi (BA)	Codevasf	853	408	408
Formoso A e H	Bom Jesus da Lapa (BA)	Codevasf	19.500	12.134	11.777
Formosinho	Coribe (BA)	Codevasf	-	400	280
Nupeba/Riacho Grande	Riachão das Neves (BA)	Codevasf	5.405	4.330	4.171

(Continua)

(Continuação)

Perímetro irrigado	Municípios	Administração	Área total (desapropriada) (ha)	Área irrigável (ha)	Área implantada (ha)
Barrreiras Norte	Barreiras (BA)	Codevasf	-	1.652	1.359
Mirorós	Gentio do Ouro e Ibipêba (BA)	Codevasf	-	2.158	1.772
Baixio do Irecê	Xique-Xique e Itaguaçu (BA)	Codevasf	95.119	58.659	4.723
Bebedouro	Petrolina (PE)	Codevasf	8.076	2.418	1.892
Curaçá	Juazeiro (BA)	Codevasf	15.234	4.169	4.169
Mandacaru	Juazeiro (BA)	Codevasf	-	450	450
Manicoba	Juazeiro (BA)	Codevasf	8.542	4.847	4.847
Senador Nilo Coelho	Casa Nova (BA) e Petrolina (PE)	Codevasf	55.525	23.486	18.051
Caraibas/Fulgêncio	Santa Maria da Boa Vista e Orocó (PE)	Codevasf	33.437	4.716	4.716
Icó-Mandantes	Petrolândia (PE)	Codevasf	26.097	2.280	2.280
Pedra Branca	Abaré e Curaçá (BA)	Codevasf	14.185	2.371	2.371
Brígida	Santa Maria da Boa Vista e Orocó (PE)	Codevasf	8.685	1.436	1.436
Rodelas	Rodelas (BA)	Codevasf	14.074	1.210	1.210
Total			529.877	262.480	153.771

Fontes: ANA (2017), DNOCS ([s.d.]) e Codevasf ([s.d.]).
Elaboração dos autores.

REFERÊNCIAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas da irrigação**: uso da água na agricultura irrigada. Brasília: ANA, 2017.

CODEVASF – COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO RIO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. **Projetos públicos de irrigação**: polos de desenvolvimento. Brasília: Codevasf, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3hSqM9V>>. Acesso em: nov. 2019.

DNOCS – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Perímetros públicos de irrigação**. Fortaleza: DNOCS, [s.d.]. Disponível em: <<https://bit.ly/3flQvFT>>. Acesso em: nov. 2019.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Reginaldo da Silva Domingos

Assistente de Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Supervisão

Camilla de Miranda Mariath Gomes

Everson da Silva Moura

Revisão

Amanda Ramos Marques

Ana Clara Escórcio Xavier

Clícia Silveira Rodrigues

Idalina Barbara de Castro

Luiz Gustavo Campos de Araújo Souza

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Hellen Pereira de Oliveira Fonseca (estagiária)

Ingrid Verena Sampaio Cerqueira Sodré (estagiária)

Editoração

Aeromilson Trajano de Mesquita

Cristiano Ferreira de Araújo

Danilo Leite de Macedo Tavares

Herllyson da Silva Souza

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Leonardo Hideki Higa

Capa

Danielle de Oliveira Ayres

Flaviane Dias de Sant'ana

Projeto Gráfico

Renato Rodrigues Bueno

*The manuscripts in languages other than Portuguese
published herein have not been proofread.*

Livraria Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 2026-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA

ISSN 1415-4765

