

Título do capítulo

CAPÍTULO 16 – PROJETOS PÚBLICOS DE IRRIGAÇÃO: PRESENÇA INSTITUCIONAL, FRUTICULTURA E IMPACTOS PRODUTIVOS

Autores(as)

Zenaide Rodrigues Ferreira
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho

DOI

<http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0/cap16>

Título do livro

UMA JORNADA PELOS CONTRASTES DO BRASIL: CEM ANOS DO CENSO AGROPECUÁRIO

Organizadores(as)

José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho
José Garcia Gasques

Volume

-

Série

-

Cidade

Brasília

Editora

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

Ano

2020

Edição

-

ISBN

978-65-5635-011-0

DOI

<http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-011-0>

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2020

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.

PROJETOS PÚBLICOS DE IRRIGAÇÃO: PRESENÇA INSTITUCIONAL, FRUTICULTURA E IMPACTOS PRODUTIVOS

Zenaide Rodrigues Ferreira¹
José Eustáquio Ribeiro Vieira Filho²

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 da região Sul e Nordeste, com 25% e 19%, respectivamente, da área total irrigada. De acordo com a ANA (2017), o setor privado foi responsável por quase a totalidade da área irrigada brasileira, com participação de 97%, enquanto o restante se deu em projetos públicos de irrigação.

Os projetos públicos de irrigação, enquanto política pública, tem como objetivo promover o desenvolvimento socioeconômico de regiões economicamente desfavorecidas e com notória vocação agrícola. No Brasil, são 79 projetos públicos de irrigação distribuídos em 88 municípios ao longo do território nacional, muito embora a maioria deles, 90% do total, localiza-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 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) em 1986, respectivamente, promoveram os investimentos públicos e privados em obras coletivas que foram fundamentais para a concepção e consolidação dos projetos públicos de irrigação 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)³ e da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf),⁴ responsáveis por aproximadamente 80% dos perímetros públicos irrigados no Brasil, seguidos da administração exercida pelos estados e pelo Ministério da Integração.

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 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 projetos públicos de irrigação.

1. Pesquisadora do Núcleo de Estudos de Economia Agropecuária (ne²agro), do Ipea e do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (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; professor do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade de Brasília (Propaga/UnB); e professor do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Universidade Federal de Viçosa (PPGEA/UFV). *E-mail*: <jose.vieira@ipea.gov.br>.

3. Disponível em: <<http://goo.gl/pwFNDc>>. Acesso em: nov. 2019.

4. Disponível em: <<https://bit.ly/2RrrDD9>>. Acesso em: jan 2020.

De acordo 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.

Sendo 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, tais como Valdes *et al.* (2004), Buainain e Garcia (2015), bem como Alves e Vieira Filho (2019), utilizaram informações qualitativas e indicadores socioeconômicos sem, contudo, isolar o efeito do impacto desses projetos. Não obstante, tais trabalhos compreendem diferentes aspectos que envolvem a caracterização dos polos de irrigação, em especial aqueles localizados na região Nordeste do país.

No intuito de contribuir com o debate, este capítulo procurou avaliar o impacto da presença institucional de projetos públicos de irrigação 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. Esse tipo de avaliação tem por objetivo subsidiar a formulação de políticas públicas que maximize os resultados positivos e minimize o desperdício de recursos.

Para tanto, apresentam-se cinco seções, incluindo esta breve introdução. A seção 2 apresenta 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 para avaliar o impacto da presença institucional dos projetos públicos de irrigação no valor bruto da produção da fruticultura. A seção 4 analisa e discute os principais resultados. Por fim, seguem 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, Pernambuco, Bahia e 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 Jaíba (Minas Gerais). Nessas regiões, verifica-se uma maior utilização de insumos modernos na produção e elevada produtividade em função do investimento em infraestrutura hídrica, que viabilizam a operação dos projetos públicos de irrigação e fazem com que esses aglomerados se destaquem no cenário nordestino e nacional na produção de frutas tropicais (Buainain e Garcia, 2015).

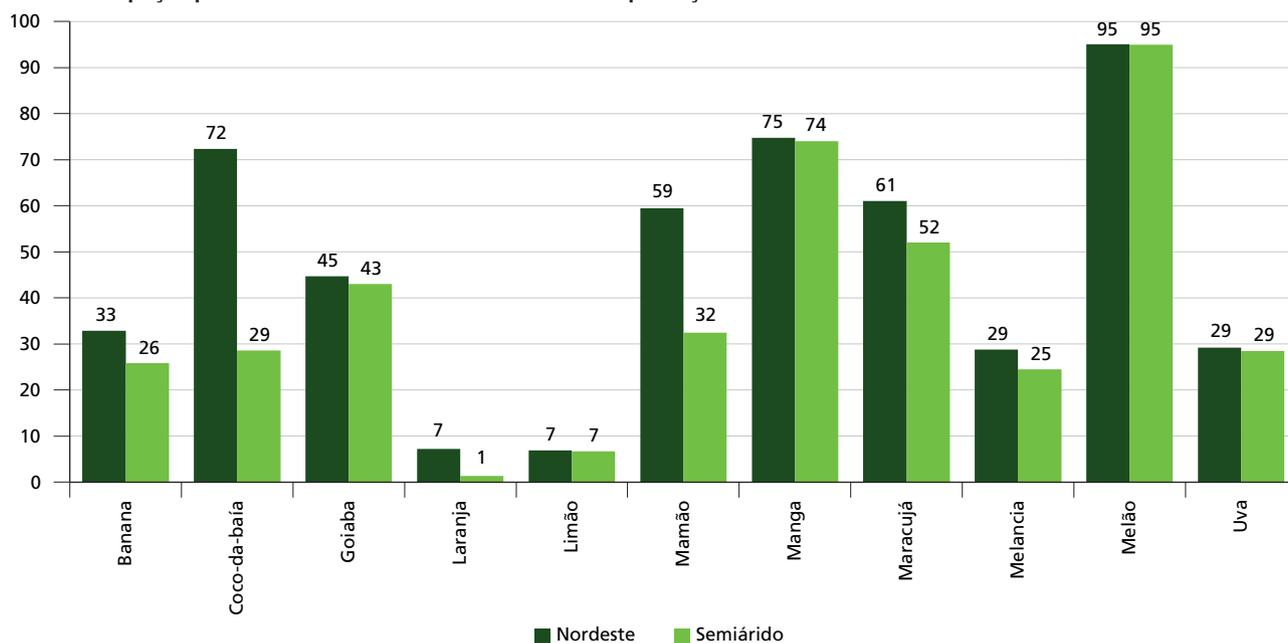
Nos projetos públicos de irrigação, tem-se uma maior diversificação produtiva. A fruticultura, mesmo com uma escala de menor porte quando comparada a outros cultivos, tais como cana-de-açúcar e arroz, é uma das mais importantes atividades agrícolas praticadas nos polos de irrigação do Nordeste. Ela oferece 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 nessa região é destinada a atender o 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

Participação percentual do Nordeste e do Semiárido na produção da fruticultura no Brasil



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 projetos públicos de irrigação. De acordo com a Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), tais produtos compõem parcela importante no volume de exportação da fruticultura brasileira.⁵ 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 a 2018.

TABELA 1

Área colhida, quantidade produzida e valor da produção dos principais produtos da fruticultura por unidade territorial
1A – 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
PPI DENOCS	9.848	13.625	37.422	25.677	160,73	-31,39
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

5. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2020/01/28/8825/>>. Acesso em: abr. 2020.

1B – Quantidade produzida (t)

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
PPI DENOCS	158.449	273.913	558.476	382.332	141,30	-31,54
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
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

1C – 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
PPI DENOCS	197.657	164.602	524.177	381.174	92,85	-27,28
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 (2020).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Valor da produção deflacionado para valores correntes de 2018 com base do 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 projeto público de irrigação (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.

Em relação à quantidade produzida, observou-se uma queda mais expressiva para o Brasil e para o Nordeste, considerando a variação percentual ocorrida nos períodos de 1995 e 2018. 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 projetos públicos de irrigação, em especial os municípios com perímetros irrigados sob a administração da Codevasf.

No período de 2010 e 2018 se, por um lado, prevaleceram-se variações positivas na quantidade produzida no Semiárido, por outro lado chama a atenção o resultado da região Nordeste, que apresentou queda bem mais acentuada do que a média brasileira. 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 de a seca fazer parte da variabilidade natural do clima regional, sua intensificação no ano de 2012 e ampliação no ano de 2015 foi considerada a mais grave nas últimas décadas, com impactos em muitos distritos das regiões semiáridas, principalmente, aquelas situadas na região Nordeste (Marengo, Cunha e Alves, 2016; Vidal, 2017).

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 projetos públicos de irrigação analisados cresceu 91% nesse período. De 2010 a 2018, o cenário geral foi positivo, com algumas exceções que merecem melhor investigação, mesmo que possam estar diretamente associados ao período de estiagem citado.

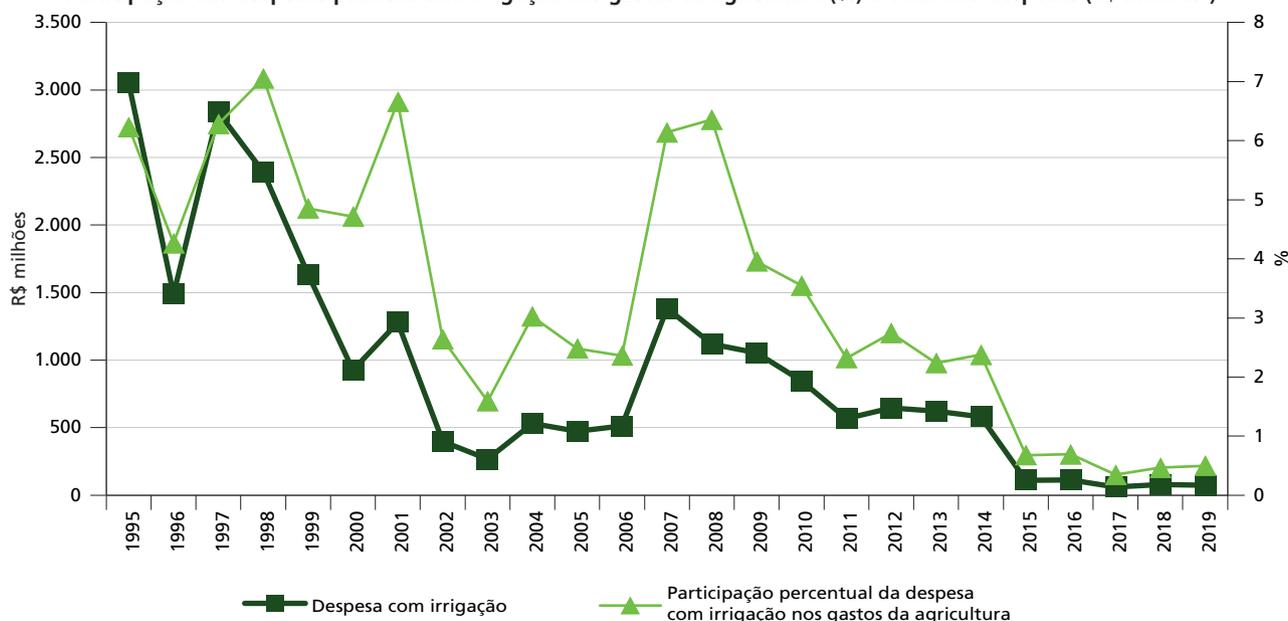
No entanto, quando se observam as estatísticas no âmbito do total de projetos públicos amostrados, fica evidente a importância desses resultados positivos na sustentação das variações encontradas para a região do Semiárido. Não há dúvidas de que a manutenção da segurança hídrica foi fundamental para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

De acordo com Alves e Vieira Filho (2019), o desenvolvimento dos perímetros irrigados envolve as etapas de construção, implantação e emancipação. A etapa de construção, que compreende a aquisição de terras e 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 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 (R\$ milhões¹)



Fontes: Brasil (2013) e STN (2020).⁶

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Valores deflacionados para 2019.

A despesa pública com irrigação no Brasil caiu de forma expressiva a partir dos anos de 1990. Tal queda pode ser justificada não só pelo movimento de emancipação dos projetos públicos de irrigação sob administração da Codevasf no fim dos anos 1980 e início dos anos 1990, como também por ser um período que marca a conclusão de implantação de diversos projetos públicos de irrigação 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 PIB do agronegócio brasileiro, calculado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea),⁷ em 2019, tal despesa correspondeu a 0,007% do PIB agrícola. De acordo com os dados do Tesouro Nacional, entre 1995 e 2013, em média, 79% da despesa pública com irrigação foi empenhada no Nordeste, região com maior concentração de projetos públicos de irrigação.

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

6. Dados orçamentários – irrigação. Disponível em: <<https://bit.ly/3amfojV>>. Acesso em: fev. 2020.

7. Disponível em: <<https://bit.ly/3bXYZ6i>>. Acesso em: mar. 2020.

relação entre área em produção e área implantada, a capacidade ociosa dos projetos públicos irrigados no âmbito dos quatro estados considerados nessa análise foi de 49%, considerando dados de 2010 informados por Alves e Vieira Filho (2019). 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 Recuperação Automática do IBGE (Sidra), (IBGE, 2017). A amostra, composta pelas informações dos estabelecimentos agropecuários agregadas em nível municipal, apresenta 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.

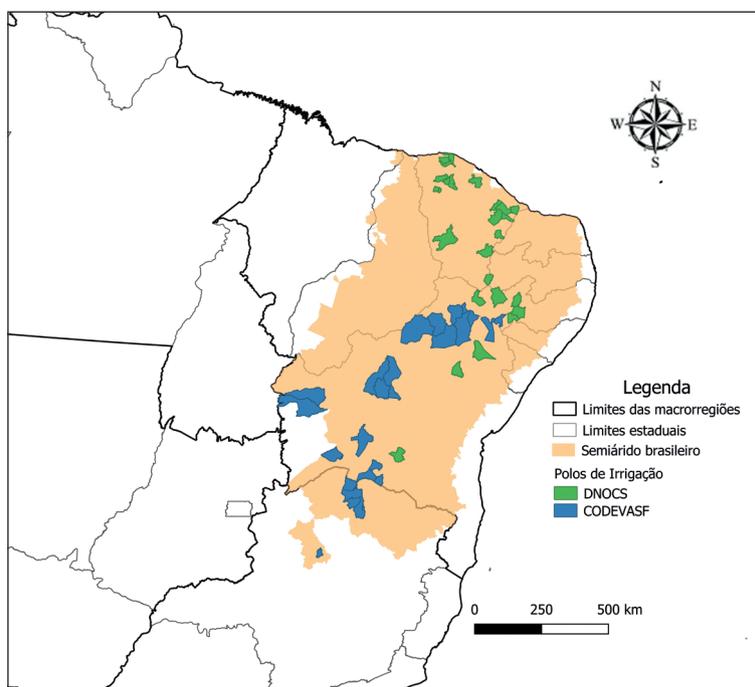
A partir dessa amostra, o segundo recorte excluiu os municípios cuja soma da área irrigada pelo método localizada (gotejamento, microaspersão e outros métodos de irrigação localizada) e aspersão convencional tenha sido igual a zero. Esse recorte é importante, pois – segundo a ANA (2017), esses dois métodos 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 tem 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 projeto público de irrigação. No grupo de controle, têm-se os municípios sem projeto público de irrigação. Ao todo são 516 municípios no grupo de controle e 51 municípios no grupo de tratados, com disposição geográfica dada pelo mapa 1. Os projetos públicos de irrigação que compõem a análise desse estudo somam 41, sendo que 46% estão sob a administração do DNOCS e 54% da Codevasf.

MAPA 1

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



Elaboração dos autores.

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 proposto⁸ foi o valor bruto da produção para o ano de 2017 dos onze cultivos da fruticultura selecionados. Já as covariadas, descritas no quadro 1, foram escolhidas com base em diversos estudos (Correia, Araújo e Cavalcanti, 2001; 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 projetos públicos de irrigação 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 a 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, 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, independente da origem do mesmo
PREPSOLO	Proporção de estabelecimentos agropecuários que utilizou sistema convencional de preparo do solo, técnicas tradicional baseada na remoção da vegetação nativa, aração, calagem, gradagem, semeadura, adubação mineral, capinas e aplicação de defensivos
ENERGELET	Despesa em mil reais 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
DUMMEDSFANC	<i>Dummy</i> que recebe valor 1 se o município estiver localizado na Bacia do Médio São Francisco

8. Importante ressaltar que não é objetivo desse capítulo 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 projetos públicos de irrigação. Para análises sobre o benefício da adoção da tecnologia de irrigação, consultar Cunha (2011) e Morais (2019).

Variáveis	Descrição
DUMMSUBMEDSFRANC	Dummy que recebe valor 1 se o município estiver localizado na bacia do submédio São Francisco

Elaboração dos autores.

3.2 Modelo econométrico

A abordagem metodológica utilizada para identificar os efeitos da presença institucional de projeto público de irrigação sobre o valor da produção da fruticultura foi composta por duas etapas. A primeira consistiu na utilização do método de balanceamento por entropia, desenvolvido por Hainmueller (2012), com objetivo de minimizar as diferenças entre os grupos de tratado e controle visando obter uma amostra pareada equilibrada. A segunda etapa envolveu a combinação dos pesos encontrados no balanceamento por entropia com o método de *propensity score matching* (PSM), com o propósito de estimar o efeito da presença institucional de projetos públicos de irrigação sobre o valor da produção da fruticultura no semiárido brasileiro. Para melhor compreensão, tem-se a descrição de cada uma das etapas.

Proposto por Hainmueller (2012), o balanceamento por entropia trata-se de um método multivariado e não paramétrico de pré-processamento, que envolve um esquema de reponderação incorporando diretamente o equilíbrio das covariáveis na função de peso aplicada às unidades da amostra.⁹

Esse método pondera um conjunto de dados de modo que a distribuição das variáveis nas observações reponderadas satisfaça a um conjunto de restrições de equilíbrio. 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). Segundo Braga, Vieira Filho e Freitas (2019), a aplicação desse método assegura o equilíbrio e a similaridade entre os grupos ponderados tornando-os o mais idêntico possível.

A imposição feita à restrição de momentos considera que seja ajustado o primeiro momento das covariadas. 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 foram combinados com o PSM,¹⁰ visando equilibrar com maior robustez as covariadas e obter o efeito causal, em termos de efeito de tratamento médio sobre os tratados (ATT), da presença de projetos públicos de irrigação sobre o valor da produção da fruticultura nos municípios amostrados. Para o pareamento dos escores de propensão, foi utilizado o procedimento que reportou menor *pseudo R*².¹¹

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, 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 projeto público de irrigação compensaram os gastos do governo com essa política.

9. Para mais explicações sobre o método de balanceamento por entropia, ver Hainmueller (2012).

10. Para mais explicações sobre o método de PSM, ver Rosenbaum e Rubin (1983) e Caliendo e Kopeinig (2008).

11. Existem diferentes procedimentos para realizar o pareamento na aplicação do PSM. As técnicas mais utilizadas na literatura são: *nearest_neighbor matching*, ou pareamento por vizinhos mais próximos; *kernel matching*, ou pareamento de kernel; *radius matching*, ou pareamento radial, e; *stratification matching*, ou pareamento estratificado. Para explicações mais detalhadas sobre tais métodos, consultar Caliendo e Kopeinig (2008) e Cunha (2011).

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 localizada 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 projeto público de irrigação. Nos municípios com projeto público de irrigação, 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	Mil reais	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. fruticultura	Mil reais	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 localizada e aspersão convencional, uma proporção de 7,8% pertence à agricultura familiar (IRRIGAGFAMILIAR). Quando se observa apenas os municípios com projetos públicos de irrigação, essa proporção salta para, aproximadamente, 25% dos estabelecimentos agropecuários com uso de métodos de irrigação correlacionados com a produção da fruticultura. Analisando 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 projetos públicos de irrigação. Porém, entre os municípios com projetos públicos de irrigação, 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 em lavouras temporárias é mais extensivo entre os estabelecimentos que estão nos municípios sem projetos públicos de irrigação, 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 recebeu algum tipo de orientação técnica (RECEBOT), observa-se que, nos municípios com projetos públicos de irrigação, essa proporção é maior, atingindo um percentual de 15% dos estabelecimentos agropecuários. Na amostra e no grupo de municípios sem projeto público de irrigação, essa proporção não chega a 10% dos estabelecimentos agropecuários.

No que tange à associação de produtores à cooperativa e/ou à entidade de classe, chama atenção que a proporção de estabelecimentos agropecuários associados a algum sistema de cooperativa ou entidade de classe (ASSOCIAD) é menor

nos municípios com projeto público de irrigação, correspondendo a, aproximadamente, 21% dos estabelecimentos agropecuários. Já em relação à proporção de estabelecimentos agropecuários que obtiveram algum tipo de financiamento (OBTFINAC), independente do agente financeiro, os três estratos apresentam percentuais próximo 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 projetos públicos de irrigação. Nos municípios com projeto público de irrigação, a proporção de estabelecimentos que utilizou 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 a despesa, em mil reais, de energia dos estabelecimentos agropecuários (ENERGELET), em média, tal despesa é praticamente quatro vezes maior nos estabelecimentos agropecuários no grupo de municípios com projeto público de irrigação em relação à amostra total, assim como ao grupo de municípios sem projeto público de irrigação. 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 projeto público de irrigação. Nos municípios sem projetos públicos de irrigação, o número médio de implementos e máquinas nos estabelecimentos agropecuários é 94 contra, aproximadamente, 236 nos estabelecimentos agropecuários pertencentes aos municípios com projeto público de irrigação.

Por fim, analisando 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 projeto público de irrigação, 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 projetos públicos de irrigação localizados das 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.¹²

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 projeto público de irrigação 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

12. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>>. Acesso em: mar. 2020.

Variáveis	Amostra não pareada		Amostra pareada	
	Municípios com PPI	Municípios sem PPI	Municípios com PPI	Municípios sem PPI
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 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 tratamento sobre os tratados (ATT) da presença institucional de projetos públicos de irrigação sobre o valor da produção da fruticultura na amostra selecionada. O pareamento utilizado foi *matching vizinho mais próximo*¹³ sem reposição. Tal método foi o que apresentou a menor estatística para o *pseudo R*².

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 (ATT) no valor da produção da fruticultura para os cultivos selecionados

Resultado Efeito Tratamento sobre Tratados	ATT		Teste-t	Desvio-padrão
		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.

De acordo com os resultados, em média, os estabelecimentos agropecuários pertencentes aos municípios com projetos públicos de irrigação apresentam valor da produção da fruticultura maior do que aquele encontrado nos estabelecimentos agropecuários nos municípios sem a presença institucional dos projetos públicos de irrigação. Tal diferença aponta efeito no valor da produção de R\$ 12.539.000 em valores correntes, referente ao ano de 2017.

Os resultados são indicativos de que a presença institucional de projetos públicos de irrigação 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 no qual a obtenção de maior valor da produção da atividade representa uma vantagem comparativa fundamental desse tipo de produção agrícola na região.

13. 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.

4.2 Avaliação de impacto via *educated guess*

A avaliação de impacto mostrou resultados positivos sobre o valor da produção da fruticultura nos municípios com presença institucional de projetos públicos de irrigação. 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 como benefício produtivo da atividade frutícola irrigada, uma análise sucinta do custo-benefício da política pode ser calculada 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, dado a existência de oitenta municípios com projetos públicos de irrigação no Nordeste, a despesa média por municípios com projeto foi de R\$ 972.851. A diferença do benefício estimado em relação à despesa empenhada foi de R\$ 11.566.149, o que mostrou que, em média, para cada real despendido com irrigação, houve um retorno de R\$ 12,89 em produção para os municípios com presença institucional de perímetros públicos de irrigação. Mesmo sendo uma simples análise, 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 projetos públicos de irrigação 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. Foram utilizadas variáveis do Censo Agropecuário 2017 na determinação no modelo de seleção.

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\$ 12,89 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 projetos públicos de irrigação, é preciso superar diferentes obstáculos, como, por exemplo, 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 de-

envolvimento 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 trabalhar com os 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 projeto público de irrigação, não façam parte dos perímetros irrigados.

Tais limitações sugerem análises mais robustas utilizando 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

- ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da S. Pequenos estabelecimentos também enriquecem? Pedras e tropeços. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 7-21, 2015.
- ALVES, E. R. de A.; SOUZA, G. da 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. de A.; VIEIRA FILHO, J. E. R. O 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. p. 259-293.
- 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.
- 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. *et al.* (Orgs.). **Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira**. Rio de Janeiro: Ipea, 2019. p. 137-160.
- 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: desenvolvimento recente e perspectivas. **Confins**, n. 23, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3kjPRM3>>.
- 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.
- CORREIA, R. C.; ARAÚJO, J. L. P.; CAVALCANTI, E. de 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., Recife, 2001. **Anais...** Recife: ALICE, 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, p. 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, Viçosa, 2011.
- GERUM, A. F. A. de A. *et al.* **Fruticultura tropical: potenciais riscos e seus impactos**. Cruz das Almas: Embrapa, maio 2019. (Embrapa Mandioca e Fruticultura, documentos 232).
- 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**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

LIMA, J. P. R.; MIRANDA, E. A. de 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 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanálise**, v. 3, p. 49-54, 2016.

MORAIS, G. A. de S. **Three essays on irrigated agriculture in Brazil**. 2019. 115 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, 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**, 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. de *et al.* Análise da projeção espacial da fruticultura no Nordeste brasileiro. **Revista de Economia NE**, Fortaleza, v. 49, n. 4, p. 121-141, out.-dez. 2018.

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Levantamento nos perímetros irrigados do NE e impacto na produção agropecuária**. Secretaria Geral de Controle Externo, 2015. (Relatório de Levantamento).

VALDES, A. *et al.* **Impactos e externalidades sociais da irrigação no semiárido brasileiro**. Brasília: Banco Mundial, 2004. (Série Água Brasil, 5).

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