



TECNOLOGIAS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA: Impactos na Renda e na Sustentabilidade Agrícolas de Agricultores Familiares no Município de Iguatu – Ceará, Brasil

Ahmad Saeed Khan

Pesquisador Visitante da Universidade Regional do Cariri (URCA), Ceará
saeed@ufc.br

Maria Josiell Nascimento da Silva

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP)
nascimentojosiell@hotmail.com

Eliane Pinheiro de Sousa

Professora da Universidade Regional do Cariri (URCA)
pinheiroeliane@hotmail.com

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima

Professora da Universidade Federal do Ceará (UFC)
pvpslima@gmail.com

Resumo

As tecnologias sociais de reaproveitamento de água da chuva e dos efluentes domésticos para irrigação surgem como uma alternativa para tornar os agricultores familiares do semiárido menos vulneráveis à seca. Essas tecnologias sociais têm como objetivo melhorar a renda e disseminar a sustentabilidade na agricultura. Desta forma, este trabalho analisa os efeitos dessas tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda e a sustentabilidade agrícola da produção dos agricultores familiares no semiárido cearense. Para atender esse objetivo, utilizou-se o método de Propensity Score Matching. Os resultados encontrados foram positivos, evidenciando o potencial dessas tecnologias sociais para melhorar as condições de convivência dessa população com o Semiárido.

Palavras-chave: reaproveitamento de água; irrigação; agricultores familiares; semiárido, tecnologias sociais.

Abstract

Social technologies for reusing rainwater and domestic effluents for irrigation appear as an alternative to make family farmers in the semiarid region less vulnerable to drought. These technologies aim to improve income and disseminate sustainability in agriculture. Thus, this work analyzes the effects of these water reuse technologies on the income and agricultural sustainability of the family farmer's production in the semiarid region of Ceará. To meet this objective, the Propensity Score Matching method was used. The results found were positive, showing the potential of these social technologies to improve the living conditions of population Semi-Arid.

Keywords: water reuse; irrigation; family farmers; semi-arid; social technologies.

JEL Codes: Q01, Q18, Q25, R58



1. Introdução

As mudanças climáticas são um dos maiores desafios a serem enfrentados no século XXI, e seus impactos sob os agricultores familiares ao redor do mundo tendem a ser desproporcionalmente maior que para outros segmentos da sociedade (Cunha *et al.* 2013; Harvey *et al.* 2018). A vulnerabilidade desses agricultores familiares se torna ainda mais expressiva, segundo Altieri e Koohafkan (2008), devido a sua limitada capacidade adaptativa, especialmente da agricultura de sequeiro (cultivada sem irrigação, em regiões onde a precipitação é baixa, inferior a 500 mm anuais).

A localização geográfica é outro ponto de destaque no que tange à vulnerabilidade às mudanças do clima. Os agricultores familiares do semiárido nordestino estão suscetíveis a uma grave perda de suas atividades devido à ameaça de redução da disponibilidade de água na região perante o atual cenário de mudanças climáticas (Marengo 2008; Marengo *et al.* 2018; Marengo, Torres, Alves 2017). Marengo e Bernasconi (2015) enfatizam que, em longo prazo, a projeção é de que o semiárido nordestino sofra diminuição das chuvas, aumento das temperaturas e com secas mais frequentes, poderá tornar uma região árida. Além disso, os autores ressaltam que a concretização das projeções aliada à deterioração do meio ambiente causada por práticas agrícolas não sustentáveis, elevará o risco de desertificação.

Diante de um cenário negativo que vai se tornando real com o passar do tempo, há uma demanda urgente por estratégias de convivência com a seca. Essas estratégias podem ter como instrumento as tecnologias sociais, entendidas como uma solução desenvolvida e/ou aplicada em interação com a população local, com um baixo custo, simplicidade de manuseio e capacidade de replicação (Sousa *et al.* 2017). Algumas delas se encontram em execução desde o início dos anos 2000, como é o caso do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido – P1MC, implementado pela Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA) e cujo

objetivo é a construção de um milhão de cisternas de 16 mil litros para armazenar água da chuva para o consumo humano das famílias da região (Neves *et al.* 2010). Tendo em vista o sucesso do P1MC, a mesma organização, em 2007, deu início ao Programa Uma Terra e Duas Águas – P1+2, que também consiste em construir cisternas de placas para armazenar água da chuva, com capacidade de 52 mil litros para ser usada na produção agrícola, também chamadas de cisternas de segunda água (Alencar, Justo e Alves 2018).

Além das cisternas de placas, outra iniciativa que vem se destacando no bojo das tecnologias sociais de convivência com o semiárido é o Projeto Bioágua Familiar, uma iniciativa que busca a construção de sistemas de reutilização de águas cinzas também para produção agrícola (Jalfim e Santiago 2017). Esta é uma iniciativa recente dado que suas primeiras unidades construídas no Ceará datam de 2014 apenas como experimento, sendo que somente no ano de 2016 foram implantadas unidades da tecnologia em alguns municípios cearenses.

Diante da distribuição irregular de chuvas no semiárido, o reuso da água reveste-se de importância (Santos Filho e Araújo 2018). Assim, o Projeto Bioágua Familiar é uma técnica que tem contribuído para a segurança alimentar e a sustentabilidade dessas famílias (Santos *et al.* 2016).

Nesse contexto, o objetivo desse estudo é analisar o efeito do uso de tecnologias de reaproveitamento de água para irrigação (reuso de águas cinzas e/ou cisternas de segunda água) sobre a renda agrícola e a sustentabilidade agrícola da produção dos agricultores familiares do semiárido cearense, sendo representado neste artigo pelo município de Iguatu.

Dessa forma, buscam-se informações ainda inexistentes quanto à importância do Projeto de Reuso de Águas Cinzas e/ou Cisternas de Segunda Água para promover uma maior adaptabilidade de agricultores à seca. Estudos dessa natureza adquirem maior relevância dada a



necessidade de avaliar, expandir e aprimorar projetos, programas e políticas voltados à criação de resiliência a estressores climáticos junto aos agricultores familiares do semiárido brasileiro. Outra contribuição do estudo se refere à utilização de dados primários que possibilitam a percepção da problemática em estudo a partir da observação “*in loco*”. Deressa *et al.* (2009) e Thathsarani e Gunaratne (2018) ressaltam que estudos em uma escala local são imprescindíveis como forma de contemplar as especificidades locais. Ademais, o levantamento de informações sobre um tema incipiente em pesquisas acadêmicas, como é o caso do reuso da água na agricultura, também desperta interesse de ser investigado.

Os dados usados na pesquisa foram coletados em julho de 2018, o sétimo ano consecutivo de seca no Nordeste brasileiro, considerado o período de seca mais longo que o Ceará enfrentou, de acordo com Brito *et al.* (2017), o que ocasionou grande redução do volume de água armazenada nos reservatórios. Em maio de 2012, o estado contava com uma capacidade de 48,9% de água acumulada e, em 2017, esse percentual foi reduzido para 12,15% (Gondim *et al.* 2017), o que tornou a população semiárida do estado do Ceará mais vulnerável às perdas de safras.

Para poder mensurar os impactos das tecnologias de reaproveitamento de água, foi utilizado o *Propensity Score Matching*, uma metodologia que consiste em parear indivíduos beneficiários (tratados) pelas tecnologias com indivíduos não beneficiários (controle).

Além desta introdução, este trabalho encontra-se organizado em mais quatro seções. A segunda concentra-se em descrever os programas avaliados. A terceira conta com a metodologia, em que são detalhados os procedimentos de avaliação de impacto dos programas. Logo depois encontram-se os resultados e a discussão da pesquisa e, por fim, as considerações finais.

2. Projetos para o Reaproveitamento de Água e a Convivência com o Semiárido

A agricultura familiar de pequeno porte é a principal atividade rural do semiárido brasileiro, entretanto sua continuidade e desenvolvimento são limitados pelas condições edafoclimáticas da região (Castro 2012). De acordo com Claessens *et al.* (2012), as alterações climáticas (no caso, a seca) exacerbam a vulnerabilidade da população, que depende da agricultura para sua subsistência, o que faz com que as iniciativas ofereçam alternativas para garantir acesso à água com o intuito de que os agricultores familiares possam dar continuidade às atividades agrícolas, mesmo em períodos de grande estiagem, contribuindo para o desenvolvimento rural desse território.

Nas últimas décadas, estão sendo disseminados vários projetos que pretendem promover uma melhor convivência com o semiárido, não só por meio do acesso à água, mas também mediante o incentivo de um alinhamento entre a agricultura praticada na região com os princípios agroecológicos (Bispo *et al.* 2020). Nesse perfil, enquadram-se o P1+2 e o reuso de águas cinzas, que são programas que visam permitir ou ampliar o acesso à água para irrigação para que os agricultores familiares tenham condições de produzir uma maior diversidade de culturas durante todo o ano (Gnadlinger, Silva e Brito 2008).

O P1+2 é um programa desenvolvido pela ASA e foi lançado em 2007, com o objetivo de consolidar as estratégias de convívio com o clima semiárido. Nesse programa, são adotadas tecnologias simples e baratas que os agricultores familiares possam dominar. O projeto concentra esforços para fomentar a elaboração de processo participativo de gestão hídrica, que visa promover a soberania, a segurança alimentar e nutricional e a geração de emprego e renda às famílias agricultoras, por meio do acesso e manejo sustentáveis da terra e da água para produção de alimentos (ASA 2019).

Mais recentemente, em 2014, com a finalidade de expandir a oferta de água para irrigar pequenos



cultivos no semiárido brasileiro, foi iniciado o programa de Reuso de Águas Cinzas. Esse projeto surgiu na região pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no Rio Grande do Norte, com o Projeto Bioágua Familiar, que foi iniciado em 2009 com a fase de pesquisas (Santiago *et al.* 2015).

A tecnologia social desenvolvida no Projeto Bioágua Familiar se desenvolveu em duas fases. De 2009 a 2013, consistiu em pesquisas básicas experimentais com as três unidades iniciais e, a segunda fase, de 2013 a 2015, tratou de expandir as unidades para 200. A partir de 2015, o projeto ampliou-se ainda mais e passou a beneficiar outras famílias; e órgãos estaduais estão disseminando e aplicando a tecnologia no Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia (Jalfim e Santiago 2017).

O projeto inicial foi inspirado em experiências de outros países, como China e Israel, países que também sofrem com a escassez de recursos hídricos e encontram na reutilização dos efluentes domésticos uma forma de expandir a disponibilidade de água para irrigação (Santos *et al.* 2016). Além da baixa disponibilidade de água para irrigação, há também a preocupação com a inadequada disposição dos resíduos e a degradação ambiental provocada (Santiago *et al.* 2015).

Além dos programas desenvolvidos pelos governos estaduais, no Ceará, houve a instalação de outras unidades da tecnologia que foram implantadas por uma parceria entre a Fundação Banco do Brasil e o Instituto Elo Amigo (o Elo Amigo é uma OSCIP que atua no desenvolvimento de projetos voltados à agroecologia familiar e a convivência com o Semiárido na região Centro-Sul do Ceará). Essas unidades foram construídas em 2016 no município de Iguatu-CE, e, desde então, estão sendo utilizadas. Essa iniciativa estabeleceu como critério de prioridade, que os agricultores já possuíssem uma cisterna de segunda água do P1+2, para expandir seus cultivos.

Nessa perspectiva, as tecnologias de reaproveitamento de água para produção de

pequena escala configuram-se como uma estratégia de convivência com o Semiárido, oferecendo, além do acesso à água para irrigação, a redução do desperdício desse bem, pois coleta a água da chuva evitando perdas por escoamento e evaporação, ou então trata a água dos efluentes domésticos, geralmente depositados a céu aberto, degradando as áreas em que são despejados e oferecendo riscos à saúde (Silva *et al.* 2017).

Dentre as tecnologias que vêm sendo desenvolvidas para racionalizar o uso da água na agricultura irrigada, aquelas que preconizam o reaproveitamento de água são as que possuem maior potencial de impactar positivamente na redução do uso de água de boa qualidade para irrigação (Braga e Lima 2014). A aplicação dessas tecnologias promove maior segurança alimentar e nutricional e fomenta a geração de renda para os agricultores familiares e suas famílias, mediante a sustentabilidade agrícola.

Dessa forma, os agricultores familiares do semiárido podem aprimorar suas estratégias de produção e estocagem de recursos, indicando um direcionamento para que a região se torne mais produtiva e sustentável.

3. Metodologia

3.1. Área de estudo e descrição da amostra

A área de estudo é o semiárido cearense, devido a sua histórica exposição aos períodos recorrentes de estiagem e a presença de famílias beneficiadas com o P1+2 e com o Projeto Bioágua Familiar. Como subárea, optou-se pelo município de Iguatu, localizado na região centro-sul do estado (Figura 1), uma área suscetível aos longos períodos de estiagem, devido ao clima tropical semiárido, caracterizado pela irregularidade de chuvas no tempo-espaço.

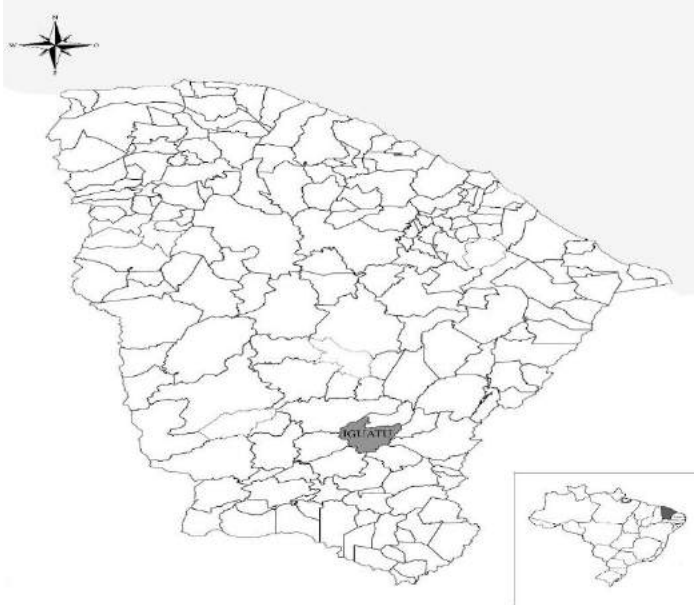


Figura 1 – Localização do município de Iguatu, CE.
Fonte: Adaptado de IBGE Mapas (2019).

O município de Iguatu apresenta características muito similares a grande parte dos demais municípios da região semiárida em termos de temperaturas médias de 26°C a 28°C e volume de precipitação anual de 806,5 mm. Conta com uma população estimada de 103.074 habitantes em 2020, com cerca de 20% deste total residindo na zona rural. A economia é baseada, principalmente, no setor de serviços (IPECE 2017). A cidade possui grande importância regional, atuando como polo de atração das cidades ao entorno (Holanda 2011), servindo também como modelo para estes municípios periféricos, o que expressa a importância de iniciar projetos de inovação neste município, em que se ganhará mais visibilidade e, com isso, as chances de replicação aumentam.

Dessa forma, os resultados encontrados para este município podem ser orientadores úteis em processos de decisão requeridos em outras áreas localizadas no semiárido cearense. Outro fator que justifica a escolha do município é o fato de ser o primeiro do estado a receber as unidades do reuso de águas cinzas para fins agrícolas, portanto, as unidades dessa tecnologia estão em pleno funcionamento desde 2016, podendo ser

captados os seus efeitos. As cisternas de segunda água do P1+2 foram construídas em 2015 nesse município.

Os dados utilizados foram de origem primária, obtidos por meio de questionários aplicados junto às famílias beneficiadas e não beneficiadas pelos programas durante o mês de julho de 2018. Foram coletadas informações de 65 agricultores familiares beneficiários. Essa amostra foi calculada seguindo Fonseca e Martins (1996), descrita pela expressão (1):

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (1)$$

Em que: n = tamanho da amostra; Z = escore Z correspondente ao nível de confiança escolhido, expresso em número de desvio; p = % a qual o fenômeno se verifica; q = percentagem complementar; N = tamanho da população; e = erro máximo permitido.

As tecnologias de reaproveitamento de água para produção agrícola (Reuso de águas cinzas mais as cisternas do P1+2) beneficiam 101 famílias no município de Iguatu (população do estudo = N), que se encontram espalhadas em diferentes áreas desse município. Ao ser considerado um nível de confiança de 95% ($Z = 1,96$) e um erro máximo de 7% (e), assumindo que há 50% de chance de o evento ocorrer ($p=q= 50\%$), obteve-se uma amostra de 65 famílias (grupo tratamento). Também foram coletadas informações de outros 90 agricultores familiares não beneficiários dessas tecnologias sociais no município de Iguatu e que vivem próximo aos beneficiários e em condições similares, estabelecendo, assim, o grupo de controle. A amostra no grupo de não beneficiários pode ser definida considerando-se um tamanho maior que 40% em relação ao grupo de beneficiários, para possibilitar uma maior qualidade no pareamento requerido no método *Propensity Score Matching*. Desse modo, tem-se que a pesquisa foi realizada com um total de 155 famílias que foram classificadas em dois grupos, um com as famílias de agricultores que possuem tecnologia de reaproveitamento de água residencial e da chuva, e um segundo grupo



formado por famílias agricultoras que não possui essas tecnologias sociais.

3.2 Índice de Sustentabilidade Agrícola

Com vistas a proporcionar uma melhor elucidação das características consideradas neste trabalho como sendo as práticas adotadas na produção agrícola dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água, foi elaborado um Índice de Sustentabilidade Agrícola (ISA), de acordo com o índice proposto no trabalho de Damasceno, Khan e Lima (2011), conforme a expressão (2):

$$ISA = \frac{1}{w} \sum_{y=1}^w I_y \quad (2)$$

Em que: *ISA* = índice de sustentabilidade agrícola; *I* = escore do *y*-ésimo indicador; *Y* = 1, 2, ..., *w* (indicador); *w* = número de indicadores.

Os *Y* indicadores componentes do ISA captam o modo de produção dos agricultores familiares considerando-se os seguintes aspectos a saber: 1) Prática de queimadas, 2) Uso de fertilizante químico, 3) Uso de arado mecânico, 4) Uso de tração animal, 5) Uso de herbicida, 6) Uso de agrotóxico, 7) Uso de esterco para fertilização do solo, 8) Prática de plantio direto, 9) Prática de descanso da terra, 10) Prática de rotação de cultura, 11) Uso de sementes resistentes, 12) Prática de capina manual, 13) Uso de adubação verde, 14) Uso de extratos vegetais, 15) Práticas de conservação do solo e 16) Tratamento da água dos efluentes para reutilizar na irrigação.

Os escores foram atribuídos da seguinte forma:

- i) para os indicadores de 1 a 6 respostas “sim” receberam escore 0 e respostas “não” receberam escore 1;
- ii) para os indicadores de 7 a 16 respostas “não” receberam escore 0 e respostas “sim” receberam escore 1.

O ISA pode variar de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, mais sustentáveis são as práticas agrícolas, ou seja, a produção do agricultor familiar está sendo menos agressiva ao ambiente. Pode-se classificar o índice de acordo com o proposto por Damasceno, Khan e Lima (2011):

- i) baixo nível de sustentabilidade ambiental: $0 < ISA \leq 0,5$
- ii) médio nível de sustentabilidade ambiental: $0,5 < ISA \leq 0,8$
- iii) alto nível de sustentabilidade ambiental: $0,8 < ISA \leq 1$

Com o intuito de avaliar da melhor forma possível os resultados encontrados, foi empregado o teste *t* de *Student* para a comparação das médias não pareadas dos grupos de tratamento e controle encontrados (Maia, Khan e Sousa 2013).

3.3 Propensity Score Matching

A mensuração do efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda e a sustentabilidade agrícolas dos agricultores familiares do semiárido cearense foi realizada por meio do método *Propensity Score Matching*. Esse método foi desenvolvido por Rosenbaum e Rubin (1983) para resolver o problema de viés de seleção que pode haver em métodos que não utilizam um suporte comum entre os grupos a serem comparados.

A primeira etapa do método é a estimação de um escore de propensão $P(x)$, que é a probabilidade condicional de um indivíduo pertencer ao grupo de beneficiários, dadas as características observáveis (Rosenbaum e Rubin 1983). Matematicamente, pode-se definir pela expressão (3) que:

$$P(x) = \Pr(C = 1|x) \quad (3)$$

A estimação do escore de propensão é feita por meio de uma regressão logit ou probit, que permite o cálculo da probabilidade de um indivíduo está no grupo de tratamento a partir de características observáveis (X). As variáveis independentes são aquelas que podem afetar a participação do indivíduo no programa. A variável dependente é



uma *dummy*, que assume valor 1 para o caso de o indivíduo pertencer ao grupo tratado e 0 para o caso de o indivíduo pertencer ao grupo de controle.

A escolha do modelo binário para se estimar a probabilidade de participação no programa é feita considerando diversos critérios, como a significância dos coeficientes estimados, feita em modelos binários pela Razão de Máxima Verossimilhança. Outra estatística considerada para avaliar o ajustamento do modelo é o Pseudo R^2 que revela o poder explicativo do modelo. Foram usados também os critérios de Informação de Akaike (AIC) e de Informação Bayesiano (BIC), o percentual de casos corretamente classificados e a área sob a curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Esta última é uma medida sobre a capacidade de o modelo discriminar as categorias da variável dependente (Fávero 2014).

A segunda etapa do modelo consiste na formação dos pares de agricultores familiares beneficiários e não beneficiários que possuem score de propensão o mais semelhante possível, o que possibilita a análise dos impactos dos programas por meio do pareamento (Maia, Khan e Sousa 2013).

Segundo Rosenbaum e Rubin (1983), o *Average Treatment effect on Treated* (ATT), ou seja, o efeito médio dos programas avaliados sobre os beneficiários, tomando como hipótese a existência de um vetor de características observáveis X e sendo vinculado de forma condicional a este, com as unidades tendo a mesma probabilidade de serem escolhidas para comporem os grupos de beneficiários ou não beneficiários, $y^{As}, y^{com}, \perp C|X$ pode ser encontrado pela expressão (4):

$$ATT = E\{E[y^{com}|C = 1, P(X)] - E[y^{As}|C = 1, P(X)|C = 1]\} \quad (4)$$

Com o *propensity score*, é possível ajustar os vieses entre os grupos de beneficiários e não beneficiários, porém, para a sua aplicação, é necessário assumir duas hipóteses:

i) balanceamento das características observáveis: a seleção da amostra requer que a participação

nos programas seja independente dos resultados; e

ii) existência de um suporte comum, isto é, $0 < P(X) < 1$, para que exista um indivíduo no grupo de beneficiários para cada indivíduo no grupo de não beneficiários.

Diferentes procedimentos para realizar o pareamento entre os escores de propensão das unidades tratadas em relação aos escores de propensão das unidades do grupo de controle e tratado podem ser usados. De acordo com Gandra (2017), as técnicas mais usadas são: pareamento por vizinho mais próximo (*Nearest-Neighbor Matching*), Pareamento Radial (*Radius Matching*) e Pareamento de kernel (*Kernel Matching*).

No pareamento por vizinho mais próximo, cada unidade de tratamento é correspondida à unidade de comparação com o escore de propensão mais próximo. Pode-se também escolher n vizinhos mais próximos e fazer correspondência (geralmente $n = 5$ é usado). A correspondência pode ser feita com ou sem reposição. A correspondência com reposição, por exemplo, significa que o mesmo não-participante pode ser usado como uma correspondência para diferentes participantes (*handbook*). O pareamento com reposição apresenta a vantagem de se evitar pareamentos pobres, resultando em redução do viés, porém tem como *trade-off* o aumento da variância das estimativas em virtude da redução do número de observações distintas (Rodrigues et al. 2020).

No pareamento radial, cada unidade tratada é comparável apenas com as unidades de controle, cujos escores de propensão estejam contidas em uma vizinhança de escore de propensão de unidades tratadas definidas a priori. Se a dimensão da vizinhança (o raio) for muito pequena, há a chance de que algumas unidades tratadas não sejam pareadas devido à falta de unidades de controle na vizinhança estabelecida, por outro lado, quanto menor for a vizinhança estabelecida, melhor a qualidade do pareamento (Becker e Ichino 2002).



No pareamento por Kernel, todas as unidades tratadas são combinadas com uma média ponderada de todas as unidades do grupo de controle, com pesos que são inversamente proporcionais à distância entre os escores de propensão de tratados e controles (Becker e Ichino 2002). Neste trabalho, o método de pareamento analisado seguiu o critério de melhor equilíbrio entre as unidades de controle e tratamento, ou seja, o menor pseudo R^2 (Caliendo e Kopeining 2008). O respectivo teste está localizado na Tabela 1A do Apêndice.

Maia, Khan e Sousa (2013) afirmam que os sinais negativos ou positivos dos ATT's indicam o provável impacto dos programas na variável de resultado analisada. Após feito o procedimento do *Propensity Score Matching*, realizou-se o teste de sensibilidade Rosenbaum bounds, para atestar se há viés de não observáveis.

4. Resultados e Discussão

Esta seção está organizada em três partes: a primeira faz uma breve explanação das características socioeconômicas e da estrutura produtiva dos beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reuso de água; a segunda traz a análise do índice de sustentabilidade agrícola dos dois grupos avaliados e a terceira dedica-se à avaliação do impacto das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda e o índice de sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares beneficiados.

4.1 Perfil dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água para irrigação

Os efeitos diretos e indiretos de uma intervenção, seja pública ou privada, dependem das características socioeconômicas do público-alvo. Por esse prisma, é relevante uma análise do perfil dos agricultores familiares pesquisados para uma compreensão mais clara da importância do reaproveitamento da água entre os beneficiários.

As informações apresentadas na Tabela 1 mostram que as famílias são chefiadas, majoritariamente, por mulheres, tanto no grupo de beneficiários quanto no de não beneficiários, não havendo diferença significativa entre os grupos nessa variável. Essa configuração feminina vem sendo observada e ganhou força no semiárido brasileiro com a atuação da ASA que se constituiu a partir de uma gama de organizações da sociedade civil que lutam pela quebra de velhos paradigmas ainda existentes na região, sendo um deles a autonomia feminina, como registra Malvezzi (2007). Nota-se que as tecnologias de reaproveitamento de água estão dando a possibilidade de aumentar a participação feminina na produção dos quintais, pois a proximidade entre a lavoura irrigada e a residência as estimula e facilita o desempenho das atividades agrícolas com as atividades domésticas, que são tradicionalmente realizadas pelas mulheres na região. Os quintais permitem maior renda à família, continuidade na produção de alimentos para consumo próprio e a manutenção de conhecimentos tradicionais que fortalecem a agroecologia (Leal et al. 2020).

A idade média do chefe de família em ambos os grupos está acima dos 45 anos, o que pode indicar que há um desestímulo para que os jovens adultos permaneçam no campo e no trabalho agrícola. Esse ponto é enfatizado por Chalita (2006), que argumenta haver uma menor importância da herança da gestão da propriedade, havendo o afastamento dos filhos das atividades agrícolas, com a intenção de propiciá-los a inserção em ocupações com melhores rendimentos, que, em geral, são fora da agricultura. Como é visto, a idade média dos agricultores familiares beneficiários é maior que a dos não beneficiários, e isso indica que a focalização do programa está de acordo com o preconizado em seus critérios de prioridade de participação, que prioriza os domicílios com idosos. A diferença entre os grupos é estatisticamente significativa a um nível de 10%.

A respeito da escolaridade, vê-se que, em média, os não beneficiários têm cerca de um ano a mais de estudo que os beneficiários, embora, ambos os



grupos tenham um reduzido nível médio de escolaridade, que corresponde ao ensino fundamental incompleto. A baixa formação de capital humano pode limitar o uso de tecnologias ecologicamente recomendadas. Esse quadro faz parte da realidade não apenas do semiárido cearense, mas de todo o Brasil rural, como assinala Santos (2017) ao evidenciar que o baixo nível educacional no campo é um reflexo da tendência à migração para zonas urbanas em busca de melhores oportunidades de trabalho por parte, especialmente, dos mais bem qualificados, por isso a população que resta no campo tende a possuir poucos anos de estudo.

A Tabela 1 também apresenta algumas características relacionadas à estrutura da produção agrícola. Em todos os aspectos apresentados, os agricultores familiares beneficiários encontram-se em uma situação mais favorável, ou seja, possuem uma estrutura produtiva mais propícia à agricultura. O acesso aos fatores institucionais, como assistência técnica e crédito, são elementos que permitem um melhor desenvolvimento das atividades agrícolas (Castro e Pereira 2017).

Tabela 1: Perfil dos beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água

Características		Beneficiários	Não Beneficiários	Testes para comparação entre os grupos
Sexo do chefe	Masculino (%)	41,54	37,78	Chi2=0,22
	Feminino (%)	58,46	63,22	
Idade do chefe	Média (anos)	52,03	47,21	t=1,83***
Anos de estudo do chefe	Média (anos)	4,58	5,77	t=1,69***
Tamanho da família	Média (unid.)	3,53	2,83	t=2,28**
Estado civil do chefe	Casado (%)	73,85	54,44	Chi2=6,06**
	Não Casado (%)	26,15	45,56	
Vínculo com associação (%)		72,31	53,33	Chi2=5,72**
Área total (ha)		7,18	2,04	t=3,74*
Área cultivada (ha)		1,62	1,11	t=1,23
Proprietários da terra (%)		78,46	61,11	Chi2=5,25**
Acesso à assistência técnica (%)		93,75	33,33	Chi2=55,00*
Acesso ao crédito rural (%)		27,69	13,33	Chi2=4,98**
Renda agrícola mensal <i>per capita</i> (R\$)		79,71	23,59	t=4,02*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa

*significante a 1%; **significante a 5%; ***significante a 10%.



No tocante aos fatores fundiários, como a posse da terra e seu tamanho, Souza Filho (2007) evidencia que esses fatores possuem forte relação entre tamanho da propriedade e outras variáveis, como acesso ao crédito, participação em programas governamentais. Já o tamanho da propriedade indica a capacidade de absorção dos membros da família na atividade agrícola, ou seja, agricultores com uma maior área podem ocupar mais membros e com isso há possibilidade de obter um maior rendimento. Além disso, Aguiar (2020) observa que a ausência de posse da terra está associada a uma menor preocupação com a adoção de práticas de conservação da terra.

4.2 Índice de sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares beneficiários e não beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água

De acordo com os valores dos índices agrícolas apresentados na Tabela 2, é possível qualificar, em média, os não beneficiários como tendo um “baixo nível” de sustentabilidade agrícola na produção e os beneficiários como “nível médio”. A diferença existente entre os dois grupos é bastante significativa, ou seja, as práticas de manejo da produção por parte dos beneficiários são realizadas de maneira menos agressiva ao meio ambiente.

Apesar de os beneficiários apresentarem um ISA mais alto, o estrato da variável correspondente ao uso de queimadas para o preparo do plantio chama a atenção. A maior parte de ambos os

grupos comparados (quase 70%) utilizam-se dessa técnica de pré-plantio, porque ela promove a disponibilidade imediata da terra para as culturas que serão plantadas. Entretanto, essa técnica de preparo do solo é uma das grandes causadoras da erosão do solo em regiões semiáridas, além das prejudiciais emissões de CO₂ (Melo *et al.* 2019). Esse resultado indica que a assistência técnica precisa ser mais incisiva no que tange às técnicas de preparação do solo, e isso seja estendido em um nível administrativo público mais amplo, oferecendo acesso às máquinas e equipamentos capazes de reduzir os danos futuros das etapas que antecedem os plantios.

Outro ponto de destaque é o escore do uso de agroquímicos, representados na Tabela 2, como o uso de herbicidas e agrotóxicos. A primeira variável é mais utilizada pelo grupo de beneficiários, enquanto a segunda é adotada pela grande maioria dos não beneficiários. A aplicação desses materiais tem como finalidade o controle de pragas e doenças que atingem os cultivos. Entretanto, o uso desses insumos químicos traz graves riscos à saúde humana e ambiental, interferindo no equilíbrio dos ecossistemas (Lopes e Albuquerque 2018). Mesmo havendo o desincentivo ao uso desses insumos pelos programas de reaproveitamento de água, os seus beneficiários muitas vezes não percebem outra alternativa mais eficiente para enfrentar as pragas que acometem suas lavouras, pois o uso de caldas e extratos naturais não conseguem salvar as plantações de infestações mais graves.



Tabela 2: Indicadores e índice de sustentabilidade agrícola dos beneficiários e não beneficiários de tecnologias de reaproveitamento de água

Indicadores (expressam a proporção de agricultores com respostas “sim”)	Beneficiários (%)	Não Beneficiários (%)	Diferença (%)	χ^2
Prática de Queimadas	69,77	61,9	7,87	0,69
Uso de fertilizante químico	24,19	72,09	-47,9	23,66*
Uso de arado mecânico	69,77	55,56	14,21	2,17
Uso de tração animal	77,42	58,14	19,28	4,45**
Uso de herbicida	50,00	23,26	26,74	7,63*
Uso de agrotóxico	22,58	95,35	-72,77	53,9*
Uso de esterco para fertilização do solo	61,29	11,63	49,66	25,89*
Prática de plantio direto	53,23	20,93	32,3	11,03*
Prática de descanso da terra	38,71	41,86	-3,15	0,10
Prática de rotação de cultura	96,77	4,65	92,12	89,10*
Uso de sementes resistentes	51,61	44,19	7,42	0,56
Prática de capina manual	14,52	90,70	-76,18	59,37*
Uso de adubação verde	91,94	0,00	91,94	86,47*
Uso de extratos vegetais	79,03	0,00	79,03	63,71*
Práticas de conservação do solo	90,32	0,00	90,32	83,22*
Tratamento da água dos efluentes para reutilizar na irrigação	38,46	0,00	38,46	41,27*
ISA	56,82	15,39	41,43	13,82*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa.

*significante a 1%, **significante a 5%.

Essa relação mais harmônica entre a produção e a terra por parte dos beneficiários sugere que as capacitações oferecidas pela ONG executora dos programas, incentivando os agricultores a desenvolverem a agricultura agroecológica, estão sendo aplicadas. Nessas capacitações, são apresentadas formas de substituir os agrotóxicos e adubos químicos por extratos vegetais e adubos orgânicos. Também é incentivada a criação de um banco de sementes comunitário, para que as

sementes crioulas sejam preservadas e façam a substituição das sementes transgênicas.

Dessa forma, os agricultores familiares beneficiários das tecnologias de reaproveitamento de água têm acesso aos conhecimentos de práticas com um menor impacto ambiental, o que reduz a degradação do solo e diminui a probabilidade de desertificação na região. Entretanto, os valores das práticas agrícolas e do ISA podem ser influenciados por algumas



características não observáveis dos agricultores de ambos os grupos. Para eliminar possível viés existente nas diferenças entre os valores das práticas agrícolas e do ISA, foi utilizada a técnica de Propensity Score Matching.

4.3 Impactos das tecnologias de reaproveitamento de água

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram o modelo logit usado para realizar o pareamento entre beneficiários e não beneficiários dos programas. A escolha do modelo ocorreu com base nos critérios descritos e apresentados na tabela 1A, no apêndice. Os resultados são úteis para destacar as características que aumentam a probabilidade de uma família participar do projeto.

Avaliando-se o sinal e a significância dos coeficientes estimados, é possível identificar que o gênero, o acesso à assistência técnica e a prática do uso de esterco aumentam a probabilidade de uma família aderir ao reuso ou reaproveitamento da água para irrigação. Nota-se, por outro lado, que a idade do chefe e a realização da capina de maneira manual são variáveis que diminuem a chance de adotar essa tecnologia. As variáveis referentes ao estado civil, outro trabalho, participação nas associações, recebe Bolsa Família e renda total da família não apresentam qualquer influência em relação à probabilidade de o beneficiário participar dos programas dessas tecnologias sociais.

Tabela 3: Características correlacionadas com a probabilidade de participação nos programas de reaproveitamento de água (Modelo logit)

Variáveis	Coeficiente	P > z
Idade	-0,063	0,051***
Estado Civil	0,201	0,658
Mulheres Agricultoras	2,052	0,008*
Outro Trabalho	-0,252	0,701
Participa de Associação	0,037	0,921
Assistência Técnica	1,597	0,018**
Usa Esterco	3,563	0,000*
Faz Capina Manual	-3,482	0,000*
Recebe Bolsa Família	-0,325	0,631
Renda Total	0,000	0,209
Log Likelihood=-16,484		
Pseudo R2=0,758		
LR Chi2 (10)= 103,65		
Prob>Chi2=0,000		
Número De Obs.= 103		

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa

*significante a 1%; **significante a 5%; ***significante a 10%.



As variáveis dos “Odds Ratio”, mostradas na Tabela 4, expressam a variação do logaritmo natural da relação das probabilidades de sucesso ou insucesso do não beneficiário tornar-se beneficiário.

A variável usa esterco destaca-se na comparação entre beneficiários e não beneficiários do reaproveitamento de água, segundo o valor do “Odd Ratio”, indicando que o uso de esterco com quantidade maior aumenta a proporção de um agricultor familiar não beneficiário tornar-se beneficiário do programa.

As variáveis estado civil, outro trabalho e recebe Bolsa Família apresentaram valores de “p” superiores no limite de significância e, conseqüentemente, não contribuem para evidenciar características que possam definir a participação de um indivíduo no programa.

A variável assistência técnica indica que o recebimento de assistência técnica pelo agricultor familiar não beneficiário eleva significativamente sua chance de participar do programa.

O valor do “Odds Ratio” para a variável idade do chefe da família indica que os não beneficiários com maior idade apresentam probabilidade de 11,7% de não serem incluídos no programa de reaproveitamento de água para agricultura.

O maior número de capina manual foi realizado pelo agricultor familiar não beneficiário (Odds Ratio = 0,001) reduz em 99,99% suas chances de tornar-se beneficiário do programa. Portanto, pode-se dizer que o agricultor familiar que realiza o maior número de capinas manualmente, não tem chance de participar do programa de reaproveitamento de água para agricultura.

Tabela 4: Valores do Odds Ratio do modelo de Regressão Logit a fim de comparar beneficiários e não beneficiários do reaproveitamento da água de tecnologias sociais no município de Iguatu, CE

Variáveis	Odds Ratio	Erro padrão	z	P> z
Idade	0,883	0,054	-2,00	0,045**
Estado Civil	1,545	1,337	0,50	0,615
Mulheres Agricultoras	38,63	56,45	2,50	0,012**
Outro Trabalho	0,541	0,665	-0,50	0,618
Participa de Associação	1,081	0,697	0,12	0,903
Assistência Técnica	22,13	30,17	2,27	0,023**
Usa Esterco	700,2	1380,8	3,32	0,001*
Faz Capina Manual	0,001	0,002	-3,76	0,000*
Recebe Bolsa Família	0,430	0,562	-0,64	0,519
Renda Total	1,00	0,000	1,29	0,196

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa

*significante a 1%; **significante a 5%.

A Tabela 5 apresenta o efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sobre a renda agrícola e o índice de sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares pesquisados. Os valores de

ATT, que captam o impacto do projeto, são significantes para as duas variáveis de resultado. De acordo com o exposto, as tecnologias de reaproveitamento de água surtem efeito positivo



na renda agrícola por hectare, que é a renda anual obtida na agricultura dividida pelos hectares usados para produção.

Tabela 5: Efeito das tecnologias de reaproveitamento de água sob a renda e a sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares do semiárido cearense

Variáveis de interesse	Beneficiários	Não Beneficiários	Diferença (ATT) ¹	Teste T
Renda Agrícola/ha	R\$ 1300,26	R\$ 52,16	1248,10	5,29*
ISA	0,6140	0,2588	0,3552	4,04*

Fonte: elaborado pelos autores com dados da pesquisa

*significante a 1%.

O pareamento utilizado para o cálculo do ATT foi o vizinho mais próximo com 5 vizinhos escolhidos pelo critério do menor Pseudo R². A Tabela 2A em apêndice reporta os resultados do ptest para os matching descritos na seção de metodologia.

Mesmo após o pareamento, a renda continua maior para o grupo de tratamento em relação ao grupo não beneficiário. Esses agricultores familiares beneficiados pelos programas conseguem manter suas produções durante o ano inteiro, devido, em parte, à disponibilidade do uso das tecnologias de reaproveitamento de água, já os agricultores que não contam com essas tecnologias colhem apenas uma safra anual, sendo esta, muitas vezes, sujeitas às grandes perdas decorrentes das chuvas e dos efluentes abaixo do esperado, como ocorrido nos últimos cinco anos que antecederam a pesquisa.

O fato de ser beneficiário das tecnologias de reaproveitamento de água também produz efeitos positivos sobre o índice de sustentabilidade agrícola dos agricultores familiares do município pesquisado, confirmando os resultados da Tabela 2. Esses resultados podem ser atribuídos à utilização de práticas de produção agrícola que são menos agressivas ao meio ambiente usado pelos agricultores familiares beneficiários em relação a não beneficiários.

É preciso também registrar que esses programas de reaproveitamento de água suprem um conjunto de carências. Além de proporcionar a pequena produção irrigada, a reciclagem dos efluentes domésticos realizada no sistema de reuso pode reduzir os riscos à saúde associados ao despejo incorreto dos esgotos nas zonas rurais, que, em geral, não possuem saneamento (Medeiros e Rezende 2018).

5. Considerações Finais

O reaproveitamento da água da chuva ou dos efluentes domésticos para irrigação se constitui em tecnologia social recente e ainda pouco disseminada no meio rural do Ceará. O perfil dos atuais beneficiários da estratégia é caracterizado por agricultores familiares com idade superior a 45 anos, baixo nível de escolaridade e baixo poder aquisitivo. Contudo, observa-se como fator favorável aos resultados pretendidos pela iniciativa o fato de a maioria dos beneficiários ter acesso à assistência técnica, o que pode agregar ao uso da irrigação, a adoção de técnicas produtivas capazes de tornar os agricultores mais competitivos.

Pela ótica da sustentabilidade agrícola, o estudo mostrou que o reaproveitamento da água para irrigação se constitui em uma tecnologia social que



promove a adoção de práticas agrícolas menos agressivas ao meio ambiente, representadas aqui pelo Índice de Sustentabilidade Agrícola.

O modelo adotado para aferir os impactos das tecnologias de reaproveitamento da água mostrou que as mesmas podem contribuir significativamente para aumentar a renda agrícola por hectare dos agricultores familiares, sendo, portanto, recomendadas como estratégias de convivência com o semiárido a serem ampliadas.

Referências

- Aguiar, D. A. D., 2020. Direitos de propriedade e conservação do solo: algumas evidências para o Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 31, n. 1: 73-82.
- Alencar, M. O., Justo, W. R. e D. F. Alves., 2018. Os efeitos do programa “Uma Terra e Duas Águas (P1+2)” sobre a qualidade de vida do pequeno produtor rural do Semiárido nordestino. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v.49, n.1: 165-180.
- Altieri, M. A. E. e P. Koohafkan., 2008. *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. Penang, Malaysia: Third World Network.
- ASA – Articulação do Semiárido Brasileiro., 2019. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br>>. Acesso em: 28 out. 2019.
- Becker, S. O. e A. Ichino., 2002. Estimation of Average Treatment Effects Based on Propensity Score. *The Stata Journal*, v. 2, n. 4: 358-377.
- Bispo, R. de S., Souza, D. L de, Santos, J. C. N., Albuquerque, G. C. A. de e Souza, J. O. dos S. e R. C. N. Rios., 2020. Construindo a convivência com o semiárido mediante a formação dos pequenos agricultores. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 7: 45528-45535.
- Braga, M. B. e C. E. P. Lima., 2014. *Reuso de água na agricultura*. Brasília: Embrapa.
- Brito, S. S. B., Cunha, A. P. M. A., Cunningham, C. C., Alvalá, R. C., Marengo, J. A. e M. A. Carvalho., 2017. Frequency, duration and severity of drought in the Semi-arid Northeast Brazil region. *International Journal of Climatology*, v.38, n. 2.
- Caliendo, M. e S. Kopeinig., 2008. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, v. 22, n.1: 31-72.
- Castro, C. N., 2012. *Agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento*. Texto para discussão. Brasília: IPEA.
- Castro, C. N. e C. N. Pereira., 2017. *Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e a política nacional de Ater*. Texto para discussão. Brasília: IPEA.
- Chalita, M. A. N., 2006. *Agricultura familiar e seus novos vínculos com a prática econômica*. Agric., São Paulo, v. 53, n. 2: 125-139.
- Claessens, L., Antle, J. M., Stoorvogel, J. J., Valdivia, R. O., Thornton, P. K. e M. Herrero., 2012. A method for evaluating climate change adaptation strategies for small-scale farmers using survey, experimental and modeled data. *Agricultural Systems*, v. 111: 85-95.
- Cunha, D. A., Coelho, A. B., Féres, J. G., Braga, M. J. e C. Souza., 2013. *Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos*. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Piracicaba, v. 51, n. 2: 369-386.
- Damasceno, N. P., Khan, A. S. e P. V. P. S. Lima. 2011. O impacto do Pronaf sobre a sustentabilidade a agricultura familiar, geração de emprego e renda no estado do Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Piracicaba, v.49, n.1: 129-156.
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T. e M. Yesuf., 2009. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global environmental change*, v. 19, n. 2: 248-255.



- Fávero, P., 2014. Métodos quantitativos com Stata: procedimentos, rotinas e análise de resultados. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Fonseca, J. S. e G. A. Martins., 1996. Curso de estatística. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 320p.
- Gandra, J. M. F. V., 2017. O impacto da educação em tempo integral no desempenho escolar: uma avaliação do programa mais educação. 2017. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Gnadlinger, J., Silva, A. S. e L. T. L Brito., 2008. Programa Uma Terra e Duas Águas para um semiárido sustentável. 2008. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/159651/1/OPB1516.pdf>>. Acesso em: 04/07/2020.
- Gondim, J., Fioreza, A. P., Alves, R. F. F. e W. G. de Souza., 2017. A seca atual no Nordeste brasileiro – impactos sobre os recursos hídricos. *Parcerias Estratégicas*, Brasília, v. 22, n. 44: 277-300.
- Harvey, C. A., Saborio-Rodríguez, M., Martínez-Rodríguez, M. R., Viguera, B., Chain-Guadarrama, A., Vignola, R. e F. Alpizar., 2018. Climate change impacts and adaptation among smallholder farmers in Central America. *Agriculture & Food Security*, v. 7, n. 57.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica Do Ceará., 2017. Perfil básico municipal. Fortaleza. Disponível em <<https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>> acesso em 04/06/2019
- Jalfim, F. e F. S. Santiago., O sistema bioágua familiar. 2017. Disponível em: <<https://www.cta.int/en/article/o-sistema-bio%C3%A1gua-familiar-sid0509a8dda-3b11-4382-af93-680d4c6d7bc0>>
- Leal, L., Filipak, A., Duval, H., Ferraz, J. M. e V. L. Ferrante., 2020. Quintais produtivos como espaços da agroecologia desenvolvidos por mulheres rurais. *Perspectivas em Diálogo: revista de educação e sociedade*, v. 7, n. 14: 31-54.
- Maia, G. S., Khan, A. S. e P. Sousa., 2013. Avaliação do impacto do programa de reforma agrária federal no Ceará: um estudo de caso. *Economia Aplicada*, Ribeirão Preto, v.17, n. 3: 379-398.
- Malvezzi, R., 2007. Semi-Árido: uma visão holística. Coleção Pensar o Brasil.
- Marengo, J. A., 2008. Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 22, n. 63: 83-96.
- Marengo, J. A. e M. Bernasconi., 2015. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. *Climate Change*, doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10584-014-1310-1
- Marengo, J. A., Alves, L. M., Alvala, R. C. S., Cunha, A. P., Brito, S., e O. L. L. Moraes., 2018. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, v. 90, n. 2, supl. 1: 1973-1985.
- Marengo, J. A., Torres, R. R. e L. M. Alves., 2017. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 129. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1840-8>
- Neves, R. S., Medeiros, J. C. de A., Silveira, S. M. B. e C. M. M. Morais., 2010. Programa Um Milhão de Cisternas: guardando água para semear vida e colher cidadania. *Revista Agriculturas*, v. 7, n. 3: 7-11.
- Rodrigues, A. S., Khan, A. S., Lima, P. V. P. S. e E. P. Sousa, 2020. Impacto do Projeto Hora de Plantar sobre a sustentabilidade da produção de milho híbrido dos agricultores familiares no Cariri cearense. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. Piracicaba, v. 58, n. 2.
- Rosenbaum, P. R. e D. Rubin., 2002. *Observational Studies*. New York: Springer.
- Rosenbaum, P. R. e D. Rubin., 1983. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70.



Santiago, F., Felipe, J., Blackburn, R., Dombroski, S., Monteiro, L., Nanes, M., Dias, I., Gurgel, R., Oliveira, B., Oliveira, G., Santos, W., Pinheiro, M. R., Sales, F. e J. Silva., 2015. Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar: reuso de água cinza doméstica para a produção de alimentos na agricultura familiar do semiárido brasileiro. Carnaúbas: ATOS.

Santos, C. F., Maia, Z. M. G., Siqueira, E. S. e C. R. Souza., 2016. A contribuição da Bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no Semiárido Potiguar brasileiro. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 7: 100-113.

Santos Filho, M. E. C. e M. T. L. Araujo., 2018. Aspecto para implantação de sistemas de reuso de águas cinzas em comunidades rurais no estado do Ceará – estudo de caso: projeto São José III. In: VI Simpósio em Economia Rural: políticas públicas e geração de renda no Nordeste rural. Fortaleza.

Santos, K. F., 2013. Estudo dos impactos gerados pelas tecnologias sociais de gestão hídrica sobre a sustentabilidade do pequeno agricultor no semiárido cearense: o caso dos municípios de Cariús e Saboeiro. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Santos, R., 2017. Trabalho e educação entre jovens de 15 a 29 anos residentes no campo: desafios à ampliação da escolaridade. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 98, n. 250: 596-623.

Silva, S. de A., Gama, J. A. S., Callado, N. H. e V. C. B. de Souza., 2017. Saneamento básico e saúde pública na bacia hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas. *Engenharia Sanitária Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4: 699-709.

Sousa, A. B. de, Costa, C. T. F. da, Firmino, P. R. A. e V. de S. Batista., 2017. Tecnologias sociais de convivência com o Semiárido na região do Cariri cearense. Brasília: *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 34, n. 2: 197-220.

Souza Filho, H. M., 2007. Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. Disponível em: <www.sober.org.br/palestra/12/09O442.pdf>. Acesso em: 29/07/2019.

Thathsarani, U. S. e L. H. P. Gunaratne., 2018. Constructing and Index to Measure the Adaptive Capacity to Climate Change in Sri Lanka. *Procedia Engineering*, v. 212: 278-285.

**APÊNDICE**

Tabela 1A: Critérios de escolha do modelo binário para estimar o escore de propensão

Critérios	Modelo	
	Logit	Probit
AIC	54,8235	54,9685
BIC	83,8055	83,9506
Curva ROC	0,9819	0,9835
Pseudo R ²	0,7630	0,7619
Casos corretamente classificados	95,15%	95,15%

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa.

Tabela 2A: PStest para os matchings por vizinho mais próximo, Kernel e Radius

MÉTODOS DE PAREAMENTO	PSEUDO R ²
Vizinho mais próximo (5 vizinhos)	0,301
Radius (0,05)	0,354
Kernel (0,05)	0,387

Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados da pesquisa