

DEZEMBRO 2021

Análise de Impacto do Programa Cisternas 1ª Água sobre Indicadores de Mercado de Trabalho



Todos os direitos reservados.

É proibida a reprodução parcial ou integral do conteúdo deste documento por qualquer meio de distribuição, digital, impresso, sem a expressa autorização do GAPPE ou de seu(s) autor(es).

Análise de Impacto do Programa Cisternas 1a Água sobre Indicadores de Mercado de Trabalho

Dezembro, 2021

Diogo G. C. Britto (UFPE/GAPPE e Bocconi University)

Bladimir Carrillo (UFPE/GAPPE)

Breno Sampaio (UFPE/GAPPE) (Coordenador)

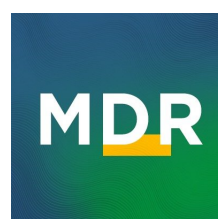
Pesquisadores Assistentes:

Daniel Araújo

Yuri Barreto

Francisco Brito

Caique Melo



Sumário

1	Introdução	5
2	O Programa	12
3	Revisão de Literatura	17
4	Estrutura Conceitual e Efeitos Esperados	23
5	Dados	26
5.1	CadÚnico	26
5.2	Programa Cisternas	27
5.3	Mercado de Trabalho	27
6	Metodologia	30
7	Resultados	35
7.1	Impacto sobre Emprego	36
7.2	Impacto sobre Rendimentos	38
7.3	Estudo de eventos e hipótese de trajetória comum	40
7.4	Impacto sobre Mercado de Trabalho por Gênero	42
7.5	Efeitos por Escolaridade	44
7.6	Efeitos por Idade	46
8	Conclusão e Implicações Políticas	49
	Referências Bibliográficas	51

I

Introdução

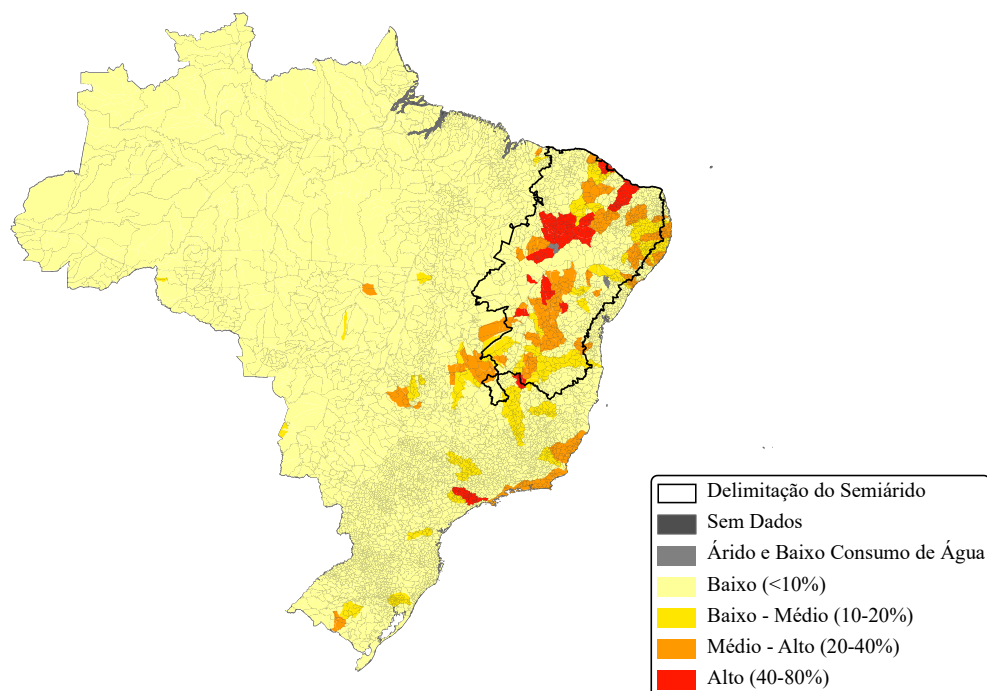
1 Introdução

O semiárido brasileiro, região que abriga aproximadamente 28 milhões de pessoas e ocupa cerca de 12% do território nacional, abrangendo 1.262 municípios¹, constitui-se um território propenso a chuvas irregulares, baixa retenção de água pelo solo e secas severas. O clima semiárido impõe um árduo *déficit* hídrico para a região marcada pela escassez de chuvas, concentradas em poucos meses do ano e distribuídas de maneira irregular. A média anual de precipitação no semiárido brasileiro varia entre 200 e 800 mm consistindo em um dos semiáridos mais chuvosos do planeta, porém, como característico de tais regiões, o índice de evaporação no semiárido brasileiro é de 3.000 mm por ano, o que configura um cenário desafiador para as famílias que vivem da agricultura e da criação de animais na região (Asa Brasil, 2017). Isso pode ser ilustrado por meio do indicador *Baseline Water Stress* (BWS) de disponibilidade de água, desenvolvido no projeto *Aqueduct 2.0* do *World Resources Institute* por Gassert et al. (2012), o qual mede a relação entre o consumo de água (municipal, industrial, e agrícola) e a quantidade de água disponível para cada região. O mapa da Figura 1 ilustra a distribuição do índice BWS em todos os municípios brasileiros e mostra que os maiores valores do índice estão localizados na região do semiárido, o que indica uma maior necessidade por recursos hídricos na região com relação ao restante do país.

A região, cujas principais atividades econômicas são as de agricultura de subsistência e pecuária, também é marcada por baixos níveis de indicadores sociais o que é ilustrado no fato de que cerca de metade da população brasileira abaixo da linha do pobreza vive na região semiárida. Ainda, a taxa de analfabetização na região, em 2010, correspondia ao triplo da média nacional, enquanto o Produto Interno Bruto per capita igualava um terço do observado no país como um todo (Da Mata and Resende, 2020). Em aproximadamente 60% dos municípios do semiárido, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que leva

¹De acordo com a Resolução 115, de 23 Novembro de 2017, da Sudene. Após a entrega da versão final deste relatório, a Resolução 150, de 13 de dezembro de 2021, revogou a Resolução 115, adicionando 215 municípios e trazendo a possibilidade de exclusão de 50 municípios.

Figura 1: Índice Baseline Water Stress na Região do Semiárido Brasileiro. Fonte: Elaboração própria.



em consideração indicadores de renda, educação e longevidade, varia de Muito Baixo a Baixo, além disso metade da população no Semiárido não possui renda monetária ou tem como única fonte de rendimento transferências condicionais de renda, como o Programa Bolsa Família ([Asa Brasil, 2017](#)).

Notadamente, os desafios socioeconômicos presentes na região semiárida tem sua formação influenciada pelos processos históricos e formações econômicas ocorridas no nordeste brasileiro ([Buainain and Garcia, 2013](#); [Prado Júnior, 1960](#); [Furtado, 2020](#)). A concentração de terras, por exemplo, associada por diversos autores ao passado escravista ([Naritomi, Soares and Assunção, 2012](#)) e associada historicamente à diversos conflitos na região semiárida, como o fenômeno do

Cangaço ([Hobsbawm, 2011](#)), ainda hoje consiste em um dos principais entraves ao desenvolvimento da região ([Asa Brasil, 2017](#)).

No que se refere à geografia, [Bobonis et al. \(2017\)](#) identificam a escassez de água como principal fonte de vulnerabilidade para as famílias rurais que vivem no semiárido brasileiro. Além disso, dadas as peculiaridades geológicas da região, a perfuração de poços, como possível solução para o suprimento das necessidades da população do semiárido, está sujeita a limitações, tais como baixas vazões, altos teores de sais (superiores ao recomendado para consumo humano) e altos índices de poços secos. Desse modo, a água para consumo doméstico e não doméstico é tipicamente obtida através da captação da água da chuva em lagoas e represas, sendo as doenças transmitidas pela água, como a diarreia, uma ameaça frequente.

Com o intuito de promover o desenvolvimento do semiárido, o Governo Federal tem promovido, ao longo das últimas décadas, uma série de ações focadas na melhoria das condições de vida na região. Nesse contexto nasce, no início dos anos 2000, o Programa Cisternas Primeira Água (PC1A) cujo principal objetivo é o de aliviar a escassez de água no semiárido, garantindo o acesso à água de qualidade. A estratégia do PC1A consiste na instalação de reservatórios próximos às casas para armazenar a água da chuva captada por calhas instaladas nos telhados. Além disso, as famílias beneficiárias recebem treinamento sobre como usar e limpar adequadamente os reservatórios. Com isso, as famílias passam a obter água potável a poucos passos de casa, evitando o sacrifício de longos deslocamentos para buscar a água necessário para o consumo doméstico. Além disso, o programa promove a descentralização da água que, ao invés de acumuladas em grandes açudes, as cisternas estocam um volume de água necessário para o uso da família beneficiária que passa de dependente a gestora de sua própria água.

Neste relatório são avaliados os efeitos do Programa Cisternas Primeira Água sobre os indicadores de mercado de trabalho dos membros dos domicílios das famílias beneficiárias que começaram a participar do PC1A entre 2011 e 2017. Utilizando um rico conjunto de informações que mescla dados do universo dos

beneficiários do PC1A com microdados do Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico) e microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), fornecida pelo Ministério do Trabalho, uma análise global dos efeitos foi realizada a fim de promover um maior entendimento de como os efeitos variam de acordo com o perfil socioeconômico das famílias beneficiárias.

A princípio, uma ampliação do acesso à água pode afetar a oferta de trabalho através de dois mecanismos distintos que afetam a alocação do tempo dos indivíduos. O primeiro mecanismo opera através dos impactos do acesso à água sobre o aumento da produtividade da agricultura familiar e consequentemente dos retornos provenientes da produção doméstica que pode resultar em um aumento no custo de oportunidade de migração do trabalho na agricultura para o trabalho no mercado formal. É importante notar que o PC1A tem seu principal foco em distribuir cisternas para o consumo, fazendo com que esse incremento na produtividade da agricultura familiar seja limitado. O segundo canal de atuação está associado à diminuição do tempo gasto na coleta e transporte de água para fins de consumo humano, o que aumenta o tempo disponível tanto para ofertar trabalho no mercado formal, quanto o tempo disponível para lazer e bem-estar e, portanto, potencialmente aumentando a probabilidade dos indivíduos estarem empregados no futuro.

Dado que o PC1A não distribuiu as cisternas aleatoriamente entre as famílias brasileiras, mas sim priorizando domicílios de baixa renda, chefiados por mulheres, com maior número de crianças em idade escolar e/ou com necessidades especiais, uma simples comparação dos indicadores de mercado de trabalho de beneficiários com não beneficiários levaria à estimativas viesadas do efeito causal do programa ([Angrist and Pischke, 2008](#); [Cunningham, 2019](#)). Para contornar o problema de vies causado pela seleção não-aleatória dos beneficiários, este estudo estimou um modelo de diferença-em-diferenças controlado por efeitos fixos. Sob a assunção de que, condicional aos efeitos fixos, as famílias beneficiárias e não beneficiárias apresentassem tendências semelhantes nos indicadores de mercado

de trabalho antes do início do programa, o modelo permite estimar o impacto causal do Programa Cisternas 1ª Água sobre os indicadores de mercado de trabalho dos indivíduos beneficiados, contornando o problema de viés de seleção. Ainda, para testar empiricamente a hipótese de que os indivíduos que participaram do programa e os não beneficiados apresentam tendências semelhantes nos indicadores de mercado de trabalho antes do programa, também foram estimadas especificações com modelos de estudo de eventos, tal como prática na literatura (Jacobson, LaLonde and Sullivan, 1993; Autor, 2003; Goodman-Bacon, 2018; Cunningham, 2019), que também permitem conhecer a dinâmica do efeito do programa ao longo do tempo.

Em geral, os resultados encontrados mostram que o PC1A causou um efeito positivo sobre os indicadores de mercado de trabalho dos beneficiários. Indivíduos que receberam o programa experimentaram um aumento de 14% na probabilidade de estarem empregados num emprego formal, em relação à média do período anterior ao programa. Além disso, em média, entre aqueles indivíduos já empregados, os beneficiários do programa observaram um aumento de 7,5% nos rendimentos do trabalho. Resultados da estimação de efeitos heterogêneos sugerem que o impacto do programa foi maior para homens, indivíduos de baixa escolaridade e mais jovens. Esses resultados são consistentes com o mecanismo de economia de tempo, uma vez que os grupos menos propensos a ofertar mais trabalho no domicílio, isto é, mais jovens e de menor escolaridade foram os aqueles para os quais o impacto do programa foi maior.

Este relatório segue a seguinte estrutura. O Programa Cisternas 1ª Água é apresentado na seção 2, onde são discutidos seu formato, objetivo e cobertura. A seção 3 realiza uma revisão da literatura, enquanto a seção 4 discute os efeitos esperados do programa em face do que já foi apontado pela literatura especializada. Na seção 5 são discutidas e apresentadas, detalhadamente, todas as bases de dados utilizadas neste estudo, bem como os processos de *linkage* entre elas. A seção 6 detalha a estratégia empírica adotada neste relatório para estimação do

efeito causal do programa, bem como discute os pressupostos necessários para sua validade. A seção 7 apresenta os resultados das estimações do modelo econométrico, bem como apresenta resultados de heterogeneidades dentro da amostra utilizada. Por fim, a seção 8 discute os principais resultados encontrados e conclui o relatório.

II

0 Programa

2 O Programa

O Programa Cisternas Primeira Água (PC1A) tem como principal objetivo o fornecimento de acesso a água limpa e segura para famílias que vivem em áreas rurais no Brasil. O programa constrói cisternas, com placas de concreto, próximos às casas para armazenar a água da chuva, que é colhida através de calhas instaladas nos telhados. Cada tanque tem capacidade de armazenamento padrão de 16.000 litros, volume suficiente para uso doméstico (beber e cozinhar) de uma família de até seis pessoas durante o período de estiagem, que pode chegar a oito meses. As cisternas são construídas com placas de concreto pré-moldado — uma tecnologia simples e de baixo custo, de fácil escalabilidade e adequada para condições secas.²

Figura 2: Cisterna típica construída pelo PC1A

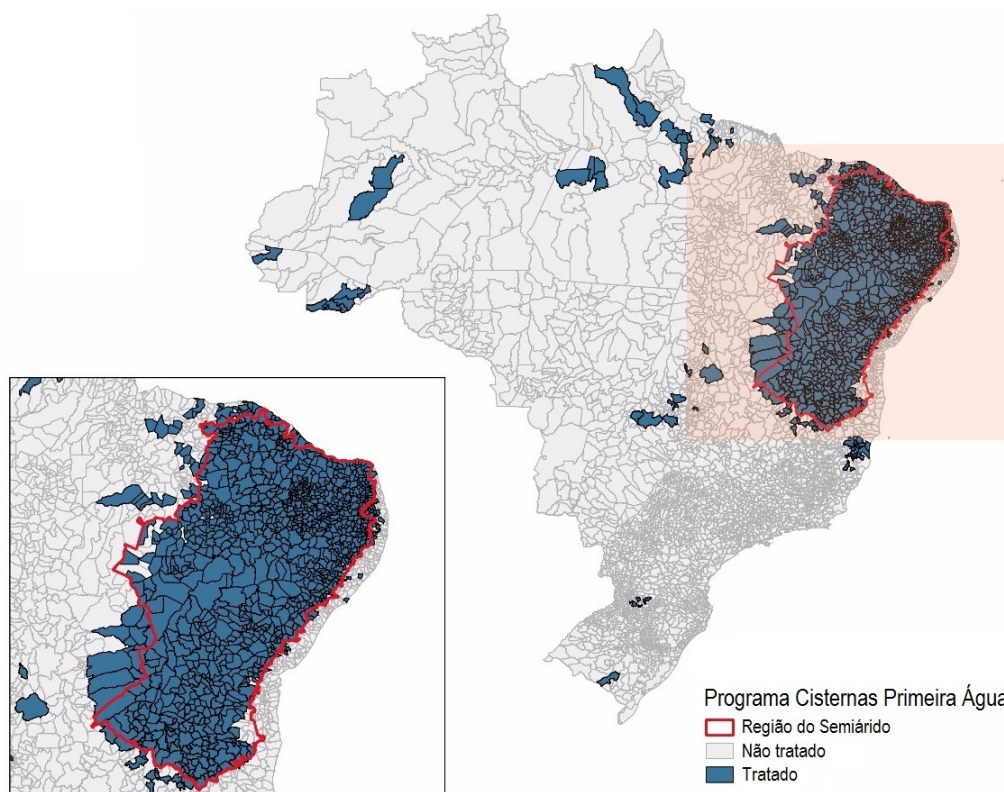


Fonte: Ministério da Cidadania

Para iniciar a implementação do programa em uma região, os implementadores contam com a força de trabalho local para construir as cisternas. Antes da construção das cisternas, as famílias contavam com fontes alternativas para obter água, como pequenos lagos e reservatórios, que são frequentemente vulneráveis

²Tecnologias similares de captação de água da chuva foram adotados em várias regiões do mundo (ver [Zhu et al., 2015](#)). [Mintz et al. \(2001\)](#) argumentam que “abordagens descentralizadas para tornar a água potável mais segura, incluindo desinfecção química e solar no local do uso, armazenamento seguro e mudanças de comportamento merecem alta prioridade para uma rápida implementação”. A figura 2, mostra um exemplo de cisterna construída pelo programa.

Figura 3: Programa Cisternas Primeira Água



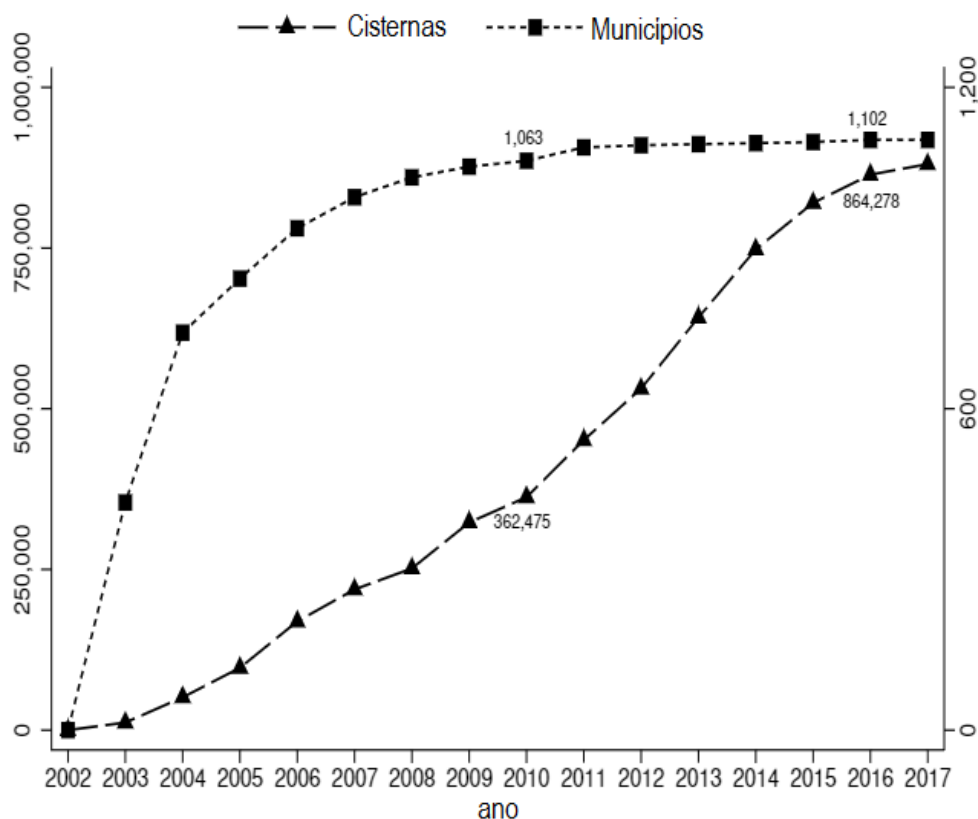
Notas. A figura mostra os municípios em que pelo menos uma família recebeu uma cisterna pelo Programa Cisternas Primeira Água entre 2003-2016. Nota-se a alta concentração de municípios do Semiárido beneficiados pelo programa. Mapas extraídos de [Sampaio \(2019\)](#).

à contaminação por patógenos, evidenciando o elevado potencial do programa para melhoria na saúde e qualidade de vida dos beneficiários.

O PC1A concentrou-se em fornecer cisternas para famílias que moram na área rural da região semiárida, região constantemente afetada pela escassez de água e estiagens longas. A Figura 3 apresenta a distribuição espacial dos municípios beneficiados pelo programa, evidenciando a maior presença de beneficiados no semiárido. De acordo com dados do Ministério da Cidadania, cerca de um milhão de cisternas foram construídas nessa região, com uma rápida expansão do programa nos últimos anos, particularmente entre 2010 e 2016 (Figura 4). Essa rápida expansão está associada à grande população rural que historicamente enfrenta severas restrições de disponibilidade e qualidade da água.

O programa disponibilizou treinamento sobre desinfecção (hipoclorito de sódio) para as famílias beneficiadas, num intuito de garantir uma boa qualidade

Figura 4: Número de cisternas e evolução do programa nos municípios da região semiárida



Fonte: [Sampaio \(2019\)](#).

da água armazenada no reservatório. Além disso, as famílias são instruídas a remover as calhas durante as secas, separar um balde de água para lidar exclusivamente com a água do tanque, cobrir as paredes externas com cal e limpar o tanque anualmente usando a primeira chuva da estação adicionada com água sanitária ([Palmeira, 2006](#)). De fato, o treinamento recebido pelas famílias beneficiadas é apontado por [Da Mata et al. \(2021\)](#) como diretamente relacionado com a qualidade da água nos reservatórios, reforçando a importância dessa etapa do programa.

A execução do programa fica a cargo de governos estaduais e entidades privadas sem fins lucrativos (selecionadas por meio de chamadas públicas) em parceria com o Ministério da Cidadania do Brasil. Esses parceiros são responsáveis por identificar e selecionar famílias com base em critérios estabelecidos pelo go-

verno federal ([Brasil, 2018](#)).³ Para serem elegíveis para participar do programa, as famílias que vivem em áreas rurais sem acesso regular à água devem estar registradas no Cadastro Único para Programas Sociais (CadÚnico), do Governo Federal. O processo de seleção prioriza famílias com as seguintes características: (i) baixa renda; (ii) chefiadas por mulheres; (iii) grande número de crianças com até seis anos ou crianças em idade escolar; (iv) famílias com pessoas com necessidades especiais e (v) famílias com idosos ([Brasil, 2018](#)).⁴

³O processo de localização de famílias elegíveis é realizado em reuniões locais envolvendo diferentes entidades, como autoridades públicas locais, organizações da sociedade civil, conselhos de assistência social, entre outras.

⁴Neste estudo, idosos são definidos como aqueles com 65 anos ou mais no momento da construção da cisterna.

III

Revisão de Literatura

3 Revisão de Literatura

O acesso aos recursos de água doce tem um impacto direto na vida das mulheres, na mortalidade e morbidade infantil, na saúde das crianças e, conseqüentemente, no bem-estar de toda a unidade familiar ([Lin et al., 2003](#); [Singh et al., 2008](#); [Venkataramani, Bhalotra et al., 2013](#)). Pesquisas acadêmicas apontam para a dimensão humana das questões hídricas chamando a atenção para as desigualdades sociais no acesso à água, mas também nos processos de tomada de decisão relacionados à água ([Barlow et al., 2007](#)). Em áreas rurais pobres de países em desenvolvimento, onde o abastecimento de água permanece em grande parte individual ou responsabilidade doméstica, mulheres e meninas são os principais fornecedoras e gestoras da água ([Oyanedel-Craver et al., 2017](#)).⁵

Notadamente, a divisão desigual de tarefas domésticas relacionadas à coleta de água, ao sobrecarregar mulheres e a meninas com mais uma atividade doméstica, se constitui, potencialmente, em mais um empecilho para entrada das mulheres no mercado de trabalho e para frequência escolar de meninas ([UNDP, 2006](#); [IFAD, 2012](#)). Ao investigar os efeitos de longo-prazo de um programa de melhoria da qualidade da água potável na China sobre indicadores de educação, [Zhang and Xu \(2016a\)](#) estimam que, na média, o programa foi capaz de aumentar a escolaridade dos jovens beneficiários com um aumento de aproximadamente 1,1 anos de escolaridade. Além disso, os efeitos encontrados foram consideravelmente heterogêneos com relação à gênero e idade, com meninas beneficiando-se mais que os garotos da zona rural, de maneira que o programa foi capaz de eliminar completamente a disparidade de gênero nos anos de escolaridade entre meninos e meninas nas comunidades tratadas. Além disso, os autores encontram que indivíduos beneficiados pelo programa ainda na primeira infância experimentam maiores ganhos de escolaridade com relação àqueles indivíduos afetados pelo programa com idade mais avançada. Em um estudo sobre os impactos

⁵De acordo com [UNICEF, Organization et al. \(2008\)](#), usando dados para 18 países africanos, mulheres têm cinco vezes mais probabilidade de serem as coletoras de água do domicílio.

do acesso água sobre indicadores educacionais de jovens no Nepal, [Dhital et al. \(2021\)](#) estimam que o aumento de uma hora no tempo de viagem para buscar água para o domicílio diminui a probabilidade de jovens do sexo feminino completarem a escola primária em aproximadamente 17% (no grupo de jovens entre 14 e 16 anos).

No contexto de trabalho remunerado, [Ilahi and Grimard \(2000\)](#) estudam a relação entre acesso à água e alocação de tempo de mulheres, principais responsáveis pela coleta de água, no Paquistão e mostram que piores infraestruturas no acesso à água potável induzem mulheres a reduzirem o tempo no mercado de trabalho remunerado. Os resultados encontrados pelos autores também sugerem que melhorias na infraestrutura hídrica têm o potencial de diminuir a pobreza através da inclusão de mulheres em atividades geradoras de renda. [Li, Xi and Zhou \(2021\)](#), ao estudar os impactos de um programa que facilitou o acesso à água limpa na China sobre realocação do trabalho e desenvolvimento rural, encontram resultados que apontam para um aumento significativo no trabalho não agrícola que beneficiou indivíduos de baixa renda aumentando os rendimentos no mercado de trabalho formal de maneira igualitária para homens e mulheres.

Em oposição ao argumento anterior, [Lokshin and Yemtsov \(2005\)](#), analisando comunidades rurais na Geórgia, e utilizando um modelo de diferença-em-diferenças, não encontram efeitos estatisticamente significantes da melhoria no acesso à água sobre o salário médio de mulheres do domicílio no mercado de trabalho. [Koolwal and Van de Walle \(2013\)](#) estudam a correlação entre a presença de infraestrutura hídrica e a participação de mulheres no mercado de trabalho na região rural para diferentes países. As autoras não encontram relação entre melhor acesso a água e participação no mercado de trabalho. Por outro lado, os resultados mostram uma relação positiva entre o acesso a água e participação no trabalho não-remunerado dentro da própria roça, bem como num aumento no tempo dedicado a lazer. Esses resultados são similares aos encontrados por [De-](#)

[voto et al. \(2012\)](#) que mostram um efeito de ganho de bem estar, como mais tempo de lazer, saúde mental e integração social.

Avaliando como um melhor acesso à água limpa pode afetar o bem-estar das famílias, em um contexto de países de baixa renda, [Meeks \(2017\)](#) estudou os impactos sobre trabalho de uma intervenção que promoveu o fornecimento de fontes de água limpa compartilhadas em vilas rurais no Quirguistão, na Ásia Central. Nesse caso, o autor identificou que parte considerável do tempo poupado na coleta de água é realocado para o trabalho na lavoura, causando um aumento significativo no trabalho rural, traduzindo-se em uma maior produção de produtos cultivados apenas em pequenas propriedades. Tal evidência sugere que os efeitos do melhor acesso à água tem impactos não apenas sobre o trabalho no mercado formal, mas também sobre a produção agrícola familiar.

Tabela 1: Revisão da Literatura: evidências sobre o impacto de melhor acesso à água sobre indicadores de mercado de trabalho

Autor(es) / Fonte	Objetivos	Método	Descobertas
Ilahi and Grimard (2000) / Economic Development and Cultural Change	Foco na relação entre acesso à água e alocação do tempo das mulheres, em um contexto onde as mulheres são as principais responsáveis pela coleta de água, utilizando dados para o ano de 1991 do Pakistan Integrated Household Survey (PIHS).	Estimação com sistema de equações de forma reduzida de tempo.	Resultados indicam que infraestruturas de fornecimento de água mais precárias induzem as mulheres a reduzirem os trabalhos orientados para o mercado e, portanto, suas respectivas contribuições na renda familiar. Além disso, os resultados também que infraestruturas de fornecimento de água mais pobres causam um aumento na carga das mulheres, reduzindo o bem-estar dessas através de uma redução do tempo de lazer.
Lokshin and Yemtsov (2005) / The World Bank Economic Review	Analisa os impactos de investimentos em infraestrutura, em nível comunitário, na Georgia, entre os anos de 1998 e 2001 utilizando dados de 2800 famílias do censo Survey of Georgian Households (SGHH).	Propensity Score Matching + Diferença em Diferenças	Resultados não mostram efeitos insignificantes de melhorias no sistema de água sobre indicadores indicadores de renda provenientes do trabalho de mulheres no mercado formal.
Devoto et al. (2012) / American Economic Journal	Estuda a demanda por conexões residenciais ao sistema água e os efeitos de tais conexões sobre o bem-estar familiar no Marrocos.	Randomized Controlled Trial (RCT)	Resultados não apontam efeitos de aumento de participação no mercado de trabalho formal, mas sim efeitos sobre indicadores de bem-estar social como indicadores auto-declarados de maior satisfação / felicidade e integração social.
Koolwal and Van de Walle (2013) / Economic Development and Cultural Change	Estuda os impactos da infraestrutura de água na alocação do tempo de mulheres que vivem em zonas rurais, com foco na participação de mulheres no mercado de trabalho formal, utilizando dados rurais de nove países da África, do Sul da Ásia e do oriente médio.	Mínimos Quadrados Ordinários	Não encontram evidência de que uma melhoria no acesso à água está associado com maior quantidade de trabalho ofertada no mercado formal para mulheres.
Zhang and Xu (2016b) / Journal of Development Economics	Avaliação sobre os efeitos de longo prazo de um programa de tratamento de água na China rural dos anos 1980 sobre indicadores de educação de 4700 jovens entre 18 e 25 anos.	Two-way fixed effects	Jovens expostos ao programa durante a idade escolar apresentam maior escolaridade no futuro (cerca de 1,08 anos a mais). Meninas são as maiores beneficiadas em termos de ganhos em escolaridade com um adicional de 1,29 anos de escolaridade contra um ganho de 0,87 anos adicionais para os meninos.
Meeks (2017) / Journal of Human Resources	Investigam como indivíduos realocam tempo da produção doméstica para o mercado de trabalho após a exposição a um programa, implementado entre os anos de 2003 e 2006, que promoveu o acesso à fontes de água limpa no Quirguistão.	Diferença em Diferenças	Maior acesso à estruturas de fornecimento de água potável aumentam o tempo alocado em lazer e trabalho na agricultura com retornos provenientes do trabalho adicional de cerca de 50% dos rendimentos de um trabalhador de lavoura médio.
Dhital et al. (2021) / Oxford Development Studies	Examinam, explorando variações geográficas no acesso à água, os efeitos da acessibilidade à água sobre a escolaridade de crianças com idade entre 6 e 16 anos situadas em áreas montanhosas do Nepal.	Mínimos Quadrados Ordinários	O aumento de uma hora no tempo gasto com coleta e transporte de água diminui a probabilidade de garotas completarem a escola primária em aproximadamente 17 pontos percentuais (no grupo com idade entre 14-16 anos).
Li, Xi and Zhou (2021) / Social Science Research Network (SSRN)	Avaliam os impactos de um grande programa que facilitou o acesso à água na China sobre a realocação do trabalho e desenvolvimento rural utilizando dados do China Health and Nutrition Survey (CHNS), cobrindo cerca de 3000 famílias em nove províncias chinesas.	Diferença em Diferenças	Resultados mostram que a obtenção de acesso à instalações de água foi responsável por um aumento na probabilidade de uma pessoa da família trabalhar fora de casa de 18,7 % e também promoveu um aumento de 57,9% na renda familiar.
Oliveira (2021) / International Fund for Agricultural Development (IFAD)	Estuda a associação entre choques negativos no volume de chuvas e ocorrências de secas no semiárido brasileiro e indicadores de empregabilidade utilizando dados do IBGE e da RAIS para o período 2002-2017.	Mínimos Quadrados Ordinários	Resultados sugerem que a ocorrência de seca está associada com um aumento de 2% no número de empregos formais na região do semiárido, indicando que indivíduos migram de atividades no campo para atividades na zona urbana quando da ocorrência de secas.

Uma outra maneira pela qual o melhor acesso à água pode afetar indicadores de mercado de trabalho é através da produtividade dos retornos provenientes da agricultura familiar, o que permite uma redução na migração do trabalho na agricultura familiar para o mercado de trabalho formal. Por exemplo, [Oliveira \(2021\)](#) mostra como choques negativos nos volumes de chuvas e ocorrência de secas estão associados com aumentos no número de empregos formais no semiárido brasileiro, sugerindo que indivíduos atingidos por tais choques estão mais propensos a migrar de atividades relacionadas ao campo como, agricultura e criação de animais, para atividades relacionadas ao trabalho na zona urbana.

As principais evidências empíricas citadas nesta seção estão sumarizadas na tabela 1 que destaca algumas características como os objetivos, metodologia utilizada e os achados de cada estudo.

IV

Estrutura Conceitual e Efeitos Esperados

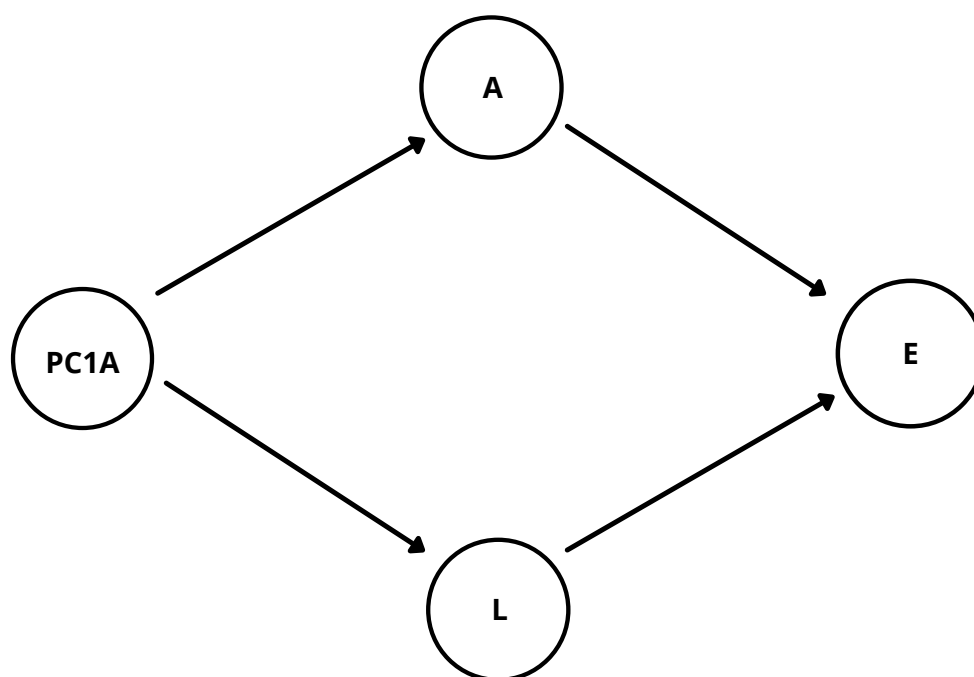
4 Estrutura Conceitual e Efeitos Esperados

O acesso à água pode afetar a oferta de trabalho no setor formal através de dois canais principais que atuam sobre a alocação do tempo dos indivíduos. O primeiro canal de atuação opera através dos impactos do acesso à água sobre o aumento da produtividade da agricultura familiar e consequentemente dos retornos provenientes da produção doméstica que pode resultar em um aumento no custo da migração do trabalho na agricultura para o trabalho no mercado formal. O segundo canal de atuação está associado à diminuição do tempo gasto na coleta e transporte de água para fins de consumo humano, o que aumenta o tempo disponível tanto para ofertar trabalho no mercado formal, quanto o tempo disponível para lazer e bem-estar.

O diagrama da Figura 5 ilustra os mecanismos através dos quais o acesso à água, devido à exposição ao PC1A, pode afetar a participação no mercado de trabalho formal, onde *A* representa um aumento na produtividade da agricultura familiar e *L* representa uma maior disponibilidade de tempo para ofertar trabalho devido à diminuição da carga de trabalho doméstico na coleta de água. No diagrama, cada seta apresenta a direção esperada do efeito causal de uma variável sobre outra. Por exemplo, se $X \rightarrow Y$, a variável *X* causa *Y*, mas a variável *Y* não causa *X*. Portanto, o caminho representado por $PC1A \rightarrow A \rightarrow E$ indica que ao promover um melhor acesso à água, o programa cisternas pode afetar negativamente a empregabilidade do indivíduo devido à um melhor retorno da agricultura familiar e, portanto tornando mais difícil a migração para o mercado de trabalho formal. Concorrentemente, o caminho representado por $PC1A \rightarrow L \rightarrow E$ indica que o melhor acesso à água limpa também reduz o tempo gasto pelos indivíduos no trabalho doméstico na coleta e armazenamento da água e assim o acesso à água promovido pelo PC1A pode afetar positivamente a empregabilidade, e portanto os rendimentos dos indivíduos pertencentes às famílias beneficiárias no mercado de trabalho formal.

Dado que o PC1A tem como principal objetivo facilitar o acesso à água limpa

Figura 5: Diagrama de Causalidade: Efeito do PC1A sobre indicadores de mercado de trabalho



Fonte: Elaboração própria

para o uso doméstico das famílias, deve-se esperar que a exposição ao programa, ao diminuir o tempo empregado pelos indivíduos na coleta de água, utilizada principalmente para consumo doméstico, aumente a oferta de trabalho no mercado formal e consequentemente os rendimentos das famílias beneficiárias.

V

Dados

5 Dados

Nesta seção serão apresentadas todas as bases de dados de diferentes fontes usadas para a avaliação de impacto do PC1A, bem como serão detalhados os procedimentos adotados para relacioná-las. A base de dados final utilizada no presente relatório é resultado do cruzamento entre os microdados identificados ao nível dos indivíduos presentes no CadÚnico, dados dos beneficiários do Programa Cisternas 1ª Água, e microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS).

5.1 CadÚnico

O Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (Cadastro Único ou CadÚnico) é um registro integrado de cerca de 80 milhões de pessoas em situação de pobreza e pobreza extrema. Os registros do CadÚnico reúnem todos os indivíduos de todas as famílias beneficiadas por algum programa de assistência social do governo federal, como, por exemplo, o Programa Bolsa Família. A partir do conjunto de dados do CadÚnico é possível obter informações sobre a data de nascimento, sexo, escolaridade, o número do registro no Cadastro de pessoa física (CPF), endereço e perfil de renda dos indivíduos cadastrados.

As informações do CadÚnico dividem-se em dois grandes blocos: famílias e indivíduos. O primeiro bloco contém informações referentes aos domicílios das famílias, tais como endereço, renda média familiar e situação do cadastro da família e programas sociais. O segundo consiste em características dos indivíduos, tais como idade, sexo, estado civil, escolaridade, filiação, trabalho, entre outros. O *link* entre os dois blocos torna possível definir quais indivíduos compõem cada unidade familiar a partir de um identificador comum aos blocos.

Neste trabalho, o CadÚnico fornece um vínculo direto entre o beneficiário e os membros de sua respectiva família, sendo utilizado para coleta de dados socioeconômicos de cada membro de cada família cadastrada no programa PC1A.

5.2 Programa Cisternas

Os dados administrativos do Programa Cisternas Primeira Água (PC1A) incluem os registros detalhados de todos os chefes de família beneficiados pelo programa. Os dados identificam cada beneficiário pelo nome, data de nascimento, município de residência e número do registro no Cadastro de Pessoa Física (CPF), o que permite o *link* com os dados do conjunto de dados do CadÚnico. Além dos dados utilizados para a identificação dos usuários, o conjunto de dados do Programa Cisternas também inclui dados sobre as datas exatas de início e fim do processo de construção de cada cisterna, que dura em torno de dois a três dias, isso permite identificar o *timing* do início da exposição ao programa PC1A para cada família beneficiária.

5.3 Mercado de Trabalho

Os dados sobre mercado de trabalho são decorrentes da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), que consiste em um conjunto de microdados, de periodicidade anual, de acesso restrito, relacionando empregadores e empregados, cobrindo o universo de trabalhadores e firmas formais no Brasil para período 2002-2018. Tal conjunto de dados consiste de informações socioeconômicas solicitadas pelo Ministério do Trabalho brasileiro às pessoas jurídicas e outros empregadores anualmente.⁶

Os dados da RAIS são organizados em nível de vínculo empregatício, definido como cada combinação entre um empregado e um empregador/firma para cada ano, contendo todos os vínculos declarados ativos e não ativos em 31/12 de cada ano. As informações fornecidas pela base da RAIS têm caráter censitário e representam o mercado de trabalho formal no Brasil, fornecendo, para cada vínculo empregatício, informações detalhadas sobre cada contrato de trabalho, incluindo, dentre outras coisas, a identidade de cada indivíduo (empregador e empregado),

⁶Foi instituída pelo Decreto nº 76.900 de Dezembro de 1975.

o tipo de contrato, as datas de início e término de cada contrato, jornada de trabalho contratual, tipo de ocupação, sexo, raça, faixa etária, rendimento mensal médio, grau de instrução, tamanho do estabelecimento, região, setor econômico, entre outros.

As informações contidas no conjunto de dados da RAIS permitem identificar cada trabalhador do mercado de trabalho formal e recuperar as informações sobre todos os seus respectivos vínculos formais ao longo dos anos utilizados. Isso implica que esses dados permitem a reconstrução do histórico profissional de cada trabalhador - no mercado de trabalho formal - ao longo de todo o período 2002-2018, permitindo uma observação fidedigna de toda movimentação do indivíduo no mercado de trabalho formal.

6 Metodologia

A estratégia empírica, a ser adotada para estimar os impactos do PC1A sobre os indicadores de mercado de trabalho dos indivíduos beneficiados explora a expansão escalonada do programa. Especificamente, usa-se o fato de que algumas famílias foram tratadas em diferentes momentos do tempo para implementar a técnica de Diferenças-em-Diferenças (DiD) com variação no *timing* da adoção do programa. A seguinte especificação é utilizada:

A técnica de Diferença-em-Diferenças (DiD) foi utilizada pela primeira vez por [Snow \(1855\)](#) numa tentativa de mostrar a relação entre a qualidade da água consumida e a disseminação de cólera em Londres, no século XIX. Na literatura econômica, [Card and Krueger \(2000\)](#) também utilizaram o estimador de DiD para medir o efeito de uma política de aumento do salário mínimo sobre emprego nos Estados Unidos. Desde então, o método se aprimorou e constitui-se, hoje, como uma das principais ferramentas utilizadas na literatura acadêmica para investigação de causalidade e avaliação de políticas públicas ([Goodman-Bacon, 2021](#)). O estimador canônico de DiD é obtido pela diferença no *outcome* observado (aqui, indicadores relacionados ao mercado de trabalho) antes e depois do tratamento para os tratados, menos a diferença no *outcome* observado no mesmo período para os não tratados ([Angrist and Pischke, 2008](#)). No presente estudo, o tratamento corresponde ao Programa Cisternas 1ª Água, e os indivíduos tratados são aqueles beneficiados pelo programa, isto é, que receberam uma cisterna em algum momento do tempo. Formalmente,

$$\begin{aligned} \beta = & E[Y|C = 1, t = 1] - E[Y|C = 1, t = 0] \\ & - E[Y|C = 0, t = 1] - E[Y|C = 0, t = 0] \end{aligned} \quad (1)$$

Onde C é uma variável dummy = 1 para indivíduos beneficiários do programa e zero para não beneficiários, t é uma dummy indicando o período pré tratamento

($t = 0$) e pós tratamento ($t = 1$) e Y corresponde a algum indicador de emprego dos indivíduos. O parâmetro de interesse a ser estimado β é o efeito causal da participação no PC1A sobre a saúde dos beneficiários. A equação 1 estabelece que, para estimar β , é necessário conhecer a média no *outcome* de interesse para um grupo de indivíduos que não foram tratados. No presente estudo, a base de dados utiliza apenas indivíduos que serão eventualmente tratados em algum período do tempo analisado. Isto implica que indivíduos tratados mais tarde, servirão como parte do grupo de controle para os indivíduos que receberam uma cisterna mais cedo, como ilustrado no seguinte exemplo. Sejam dois indivíduos, A e B , tais que ambos receberam uma cisterna em algum momento do tempo. O indivíduo A recebeu uma cisterna no ano de 2004, enquanto o indivíduo B foi beneficiado apenas em 2010. Assim, o indivíduo B servirá como parte do grupo de controle para o indivíduo A durante o período em que ainda não foi tratado, isto é, de 2004 a 2009.

Assim, com os dados apresentados na seção anterior, é possível estimar o parâmetro β , apresentado na equação 1, seguindo a especificação econométrica descrita na equação 2:

$$Y_{it} = \beta \cdot \mathbf{Treat}_{it} + \mathbf{X}'_{itj}\Theta + \gamma_{jt} + \mu_i + \varepsilon_{it} , \quad (2)$$

em que Y_{it} é uma das variáveis de resultado de interesse, como por exemplo algum indicador de emprego, para o indivíduo i observado em ano t no município j . O vetor X inclui características básicas dos indivíduos para controlar por diferenças correlacionadas com a adoção do programa e a variável dependente de interesse. O efeito fixo de município-por-ano (jt), γ_{jt} , controla não parametricamente para os determinantes municipais das variáveis de interesse, fixos por estado a cada período de tempo. O efeito fixo de indivíduo, μ_i , controla não parametricamente para eventuais determinantes individuais das variáveis de mercado de trabalho, fixas no tempo. Os erros-padrão, ε_{it} , são agrupados (*clustered*) no nível municipal.

O parâmetro de interesse é β , o qual mede o efeito de participar no programa. O pressuposto chave para interpretar os resultados de forma causal é que na ausência do programa, os indicadores de emprego dos beneficiários tratados em diferentes momentos do tempo teriam seguido trajetórias semelhantes. Avalia-se a plausibilidade desse pressuposto através de diferentes exercícios econométricos de robustez. O principal destes é a estimação de uma especificação não paramétrica (*event-study*) que mede os efeitos do programa detalhadamente antes e depois da sua adoção, permitindo testar empiricamente a hipótese de trajetória comum no período pré-programa. Para tanto, estima-se a equação dada por:

$$Y_{it} = \sum_{k=-M}^N \beta_k \cdot \text{Treat}_{ik} + \mathbf{X}'_{itj} \Theta + \gamma_{jt} + \mu_i + \varepsilon_{it} , \quad (3)$$

onde os coeficientes β_k para $k \geq 0$ estimarão os efeitos dinâmicos do programa (*lags*), enquanto os mesmos coeficientes para $k \leq 0$ estimarão efeitos de antecipação (*leads*). Os coeficientes β_k são normalizados de tal forma que é igual a zero quando $k = -1$. Isto é, o ano antes de adoção do programa é usado como a observação de comparação.

O modelo de Diferença-em-Diferenças (DiD) baseia-se na hipótese das tendências paralelas, sob a qual a trajetória temporal da variável de resultado para o grupo de controle deve representar o que ocorreria com o grupo tratado caso não existisse a intervenção. A validade da hipótese de tendências paralelas não pode ser testada diretamente nos dados, porém uma boa indicação de que tal hipótese é válida aparece quando as trajetórias das variáveis de resultado de interesse são parecidas no período pré-intervenção. A principal ideia é a de que se tais trajetórias se assemelham durante o período pré-intervenção, então seria razoável a suposição de que a evolução da variável resultado do grupo de controle se assemelha àquela que o grupo de tratados experimentaria na situação de não tratamento (situação contrafactual). Assim, um teste muito comum, e bastante intuitivo, a ser realizado, quando existem dados pré-intervenção para as variáveis de resultado

a serem testadas, é o de verificar se tais variáveis possuem tendências temporais similares para ambos os grupos no período pré intervenção.

VII

Resultados

7 Resultados

Nesta seção são apresentados os resultados do modelo diferença-em-diferenças, tal como descrito nas equações 2 e 3, medindo o impacto da exposição ao PC1A sobre os indicadores de emprego e renda das famílias beneficiárias. Inicialmente são apresentados os resultados para os efeitos da exposição ao PC1A sobre a probabilidade de estar empregado dos indivíduos maiores de 18 anos das famílias beneficiárias. Em seguida são apresentados os resultados sobre os rendimentos salariais sobre o mesmo grupo de indivíduos. Além disso, numa tentativa de melhor compreender os mecanismos por trás dos efeitos estimados, os resultados para emprego e renda são apresentados, também, desagregados por gênero, escolaridade e idade dos beneficiários, respectivamente. Ainda, esta seção apresenta estatísticas descritivas sobre a base de dados utilizada, num esforço de apresentação dos dados.

As estatísticas descritivas para variáveis de interesse na amostra de estudo são apresentadas na Tabela 2. Uma breve análise dessas estatísticas sinaliza que, em média, 67,5% dos indivíduos na amostra são do sexo masculino com idade média de 35 anos e aproximadamente 7 anos de escolaridade. As variáveis de interesse são a probabilidade de estar empregado, que é captada através de uma variável *dummy*, que assume valor unitário caso o indivíduo esteja empregado e valor nulo caso contrário, e a renda salarial, expressa em escala logarítmica. Dos indivíduos presentes na amostra, 28% encontram-se empregados no setor formal, uma vez que podem ser identificados na base de dados da RAIS. Por fim, é importante chamar atenção para o fato de que, o número de observações disponíveis na amostra com informações de salário é menor, uma vez que só é possível conhecer os rendimentos daqueles que estão efetivamente empregados.

Tabela 2: Estatísticas Descritivas

	Média	Desvio-Padrão	N. de Observações
<i>Principais Variáveis:</i>			
Empregado	0.281	0.45	485,804
Log rendimento	8.525	0.93	214,111
<i>Características Demográficas:</i>			
Homem	0.675	0.469	485,804
Ano de Nascimento	1976.3	5.68	485,804
Idade	35.07	6.71	485,804
Anos de Escolaridade	6.62	3.78	485,804

Notas: Esta Tabela apresenta estatísticas descritivas para variáveis importantes da amostra utilizada para a estimação. A amostra consiste em indivíduos eventualmente tratados com idade entre 18 e 55 anos entre os anos inicial e final da amostra.

7.1 Impacto sobre Emprego

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da estimação do efeito da exposição às cisternas sobre a probabilidade de o indivíduo estar empregado em um determinado ano. Cada coluna da Tabela 3 apresenta os resultados para diferentes especificações do modelo principal. Na coluna (1), são incluídos efeitos fixos de indivíduo e de ano, permitindo controlar para características específicas dos indivíduos, por exemplo, maior ou menor nível de habilidades sociais, que sejam fixas no tempo. Os efeitos fixos de ano permitem controlar para flutuações ou choques específicos do mercado de trabalho, comum a todos os indivíduos, mas que variam de ano a ano. A especificação apresentada na coluna (2) inclui, além dos efeitos fixos de indivíduos, uma interação entre o efeito fixo de ano e efeitos fixos de estado. Essa especificação é mais flexível do que a apresentada na coluna (1), uma vez que permite controlar para mudanças nas características do mercado de trabalho que variam no tempo, mas são comuns a determinados estados da federação, como, por exemplo, uma eventual mudança no governo estadual

após eleições.

A coluna (3) mostra os resultados de uma especificação ainda mais exigente, considerando a interação dos efeitos fixos de tempo com os efeitos fixos de município, controlando para possíveis choques anuais no mercado de trabalho no nível dos municípios. Finalmente, a especificação principal é apresentada na coluna (4), onde são apresentadas as estimações do modelo tal como descrito na equação 2. Nessa especificação, como detalhado na seção 6, são incluídos um conjunto de características dos municípios como variáveis de controle, onde essas características são interagidas com os efeitos fixos de ano, permitindo controlar para diferentes tendências no tempo dessas variáveis, que poderiam estar correlacionadas com a possibilidade de um indivíduo receber uma cisterna e com o mercado de trabalho do município.

Tabela 3: Efeitos sobre Emprego

	Variável Dependente: Empregado=1			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cisterna	0.03994 [0.00320]***	0.04194 [0.00318]***	0.04191 [0.00323]***	0.0421 [0.00323]***
Média da Variável Dependente	0.274	0.274	0.274	0.274
R ²	0.252	0.253	0.299	0.304
Observações	485804	485804	484366	484365
Efeito Fixo Indivíduo	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Ano	Sim			
Efeito Fixo Estado × Ano		Sim		
Efeito Fixo Município × Ano			Sim	Sim
Efeito Fixo Carac. Pré-programa × Ano				Sim

Notas: Esta Tabela apresenta estimações do efeito do PC1 sobre a probabilidade de estar empregado. Características Pré-Programa incluem raça, gênero e escolaridade. A amostra é baseada em indivíduos eventualmente tratados com idades entre 18 e 55 anos entre o ano inicial e final da amostra. Erros-padrão agrupados em nível municipal. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

Os resultados presentes na Tabela 3 mostram que o Programa Cisternas 1^a Água causou um aumento significativo na probabilidade de estar empregado para os indivíduos beneficiários. Para todas as especificações apresentadas nas colunas

(1), (2), (3) e (4), os resultados são consistentes, estatisticamente significantes e robustos. Ainda, é importante mencionar que os coeficientes são estáveis entre as especificações adotadas, sendo estatisticamente indistinguíveis entre si, em termos de magnitude, confirmando a robustez dos resultados encontrados. Em linhas gerais, as estimativas mostram que a exposição ao programa causou um aumento na probabilidade de estar empregado de cerca de 4 pontos percentuais, o que corresponde a um aumento de aproximadamente 14% em relação a média observada na amostra.

7.2 Impacto sobre Rendimentos

Uma vez identificados os efeitos do PC1A sobre a empregabilidade dos indivíduos beneficiados, nesta subseção serão analisados os efeitos sobre os rendimentos destes indivíduos. Dessa forma, é possível visualizar, de alguma maneira, a qualidade dessa inserção dos beneficiados no mercado de trabalho. Isto é, se os beneficiários do programa observarem um aumento do salário, isso implica que não somente o programa resultou numa maior empregabilidade, mas numa provável melhoria de posição para aqueles indivíduos já empregados antes do programa. Assim, nesta subseção, são apresentados os resultados da exposição ao programa sobre o rendimento médio dos indivíduos. É importante notar que a variável de salário apenas está disponível para os indivíduos que estão empregados. Portanto, as amostras utilizadas neste exercício empírico são menores do que as utilizadas na subseção anterior.

Tabela 4: Efeitos sobre Rendimentos

	Variável Dependente: log Renda salarial			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cisterna	0.07348	0.07541	0.07608	0.07513
	[0.00804]***	[0.00775]***	[0.00918]***	[0.00921]***
Média da Variável Dependente	8.29	8.29	8.29	8.29
R ²	0.50	0.50	0.54	0.54
Observações	211128	211128	208803	208801
Efeito Fixo Indivíduo	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Ano	Sim			
Efeito Fixo Estado × Ano		Sim		
Efeito Fixo Município × Ano			Sim	Sim
Efeito Fixo Carac. Pré-programa × Ano				Sim

Notas: Esta Tabela apresenta estimações do efeito do PC1 sobre a renda salarial em escala logarítmica. Características Pré-Programa incluem raça, gênero e escolaridade. A amostra é baseada em indivíduos eventualmente tratados com idades entre 18 e 55 anos entre o ano inicial e final da amostra. Erros-padrão agrupados em nível municipal. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

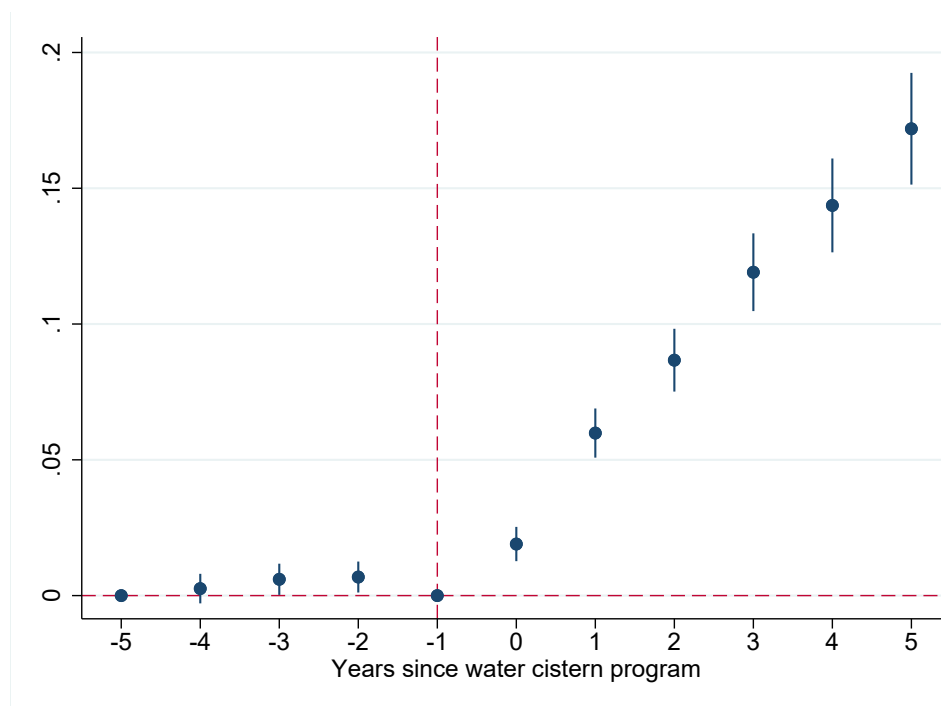
Assim como mostrado anteriormente para a Tabela 3, cada coluna da Tabela 4 apresenta o resultado da estimação para uma diferente especificação da equação 2. Nota-se que os coeficientes estimados são estatisticamente significantes e pouco sensíveis à especificação utilizada, sendo estatisticamente indistinguíveis entre si em termos de magnitude, como mostram os resultados apresentados nas colunas (1), (2), (3) e (4) da Tabela 4. Isso confirma a robustez dos resultados encontrados. As estimativas apontam que, em média, a exposição às cisternas causou um aumento de cerca de 7,5% na renda salarial dos indivíduos beneficiados, em relação à média observada no período anterior ao início do Programa Cisternas 1ª Água.

7.3 Estudo de eventos e hipótese de trajetória comum

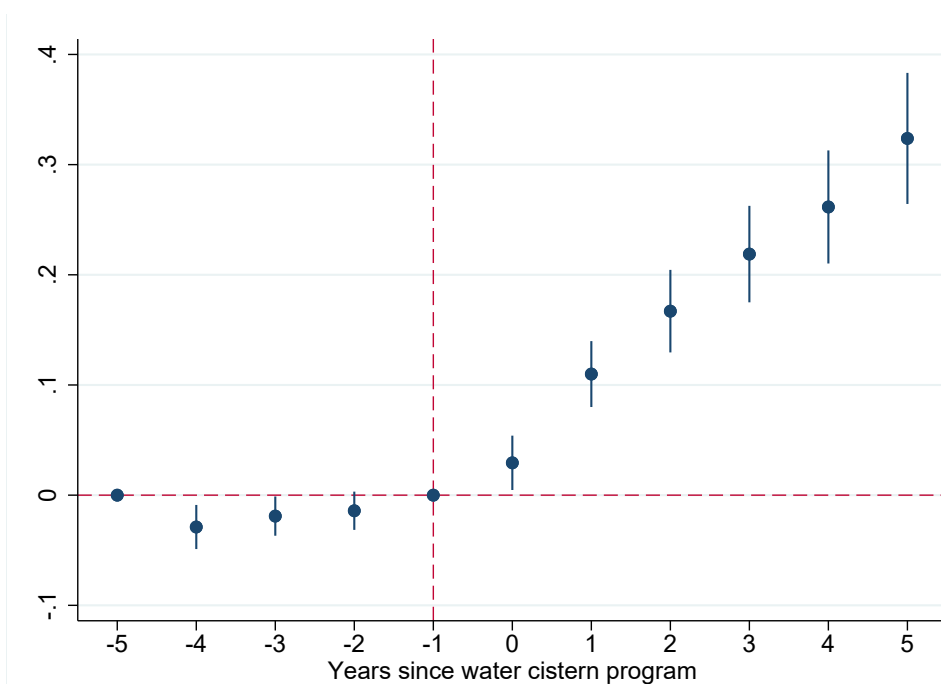
Como mencionado na seção 6, num modelo de diferença-em-diferenças, a principal assunção que garante que, de fato, o parâmetro estimado é o efeito causal de uma intervenção é a hipótese de trajetória comum. Isto é, os resultados apresentados nas Tabelas 3 e 4 devem ser interpretados como o efeito causal do PC1A condicionais a essa hipótese. No contexto deste estudo, essa hipótese implica que, antes de receber uma cisterna, os indivíduos do grupo de tratamento e controle apresentavam tendências semelhantes nos indicadores de mercado de trabalho e, portanto, na ausência do programa, continuariam a apresentar as mesmas tendências. Isso garante que os grupos de tratamento e controle são comparáveis.

Para testar empiricamente a hipótese de tendências paralelas entre os grupos de comparação, cada painel da Figura 6 apresenta os resultados da estimação do modelo de estudo de eventos, detalhado na equação 3, para as duas principais variáveis dependentes, quais sejam, a probabilidade de estar empregado no setor formal e o salário, este último medido na escala logarítmica. A figura apresenta todos os coeficientes antecipatórios (*leads*) e posteriores (*lags*) em relação ao ano em que cada indivíduo recebeu a cisterna. Um coeficiente antecipatório estatisticamente diferente de zero, implica que, naquele período, os grupos de tratamento e controle apresentavam tendências distintas nos indicadores de mercado de trabalho e, portanto, é uma evidência de violação da hipótese de tendências paralelas. Assim, sob a hipótese de trajetória comum, espera-se que todos os coeficientes antecipatórios não sejam estatisticamente diferentes de zero. Os coeficientes posteriores medem o impacto dinâmico do PC1A no tempo sobre os indicadores de mercado de trabalho. Assim, na existência de um efeito do programa, espera-se que estes coeficientes sejam estatisticamente diferentes de zero.

Figura 6: Estudo de eventos: Dinâmica do efeito de exposição à Cisternas sobre o mercado de trabalho



(a) Efeitos sobre Emprego



(b) Efeito sobre rendimentos do trabalho

Os resultados apresentados na Figura 6 são consistentes com aqueles mostrados nas Tabelas 3 e 4. Os coeficientes antecipatórios, para ambas as variáveis,

não são estatisticamente diferentes de zero, indicando que, antes do recebimento das cisternas os indivíduos apresentavam tendências semelhantes nos indicadores de mercado de trabalho. Dessa forma, não é possível rejeitar a hipótese de trajetória comum, reforçando a robustez dos resultados principais. Ainda, para ambas as variáveis dependentes, observa-se que os coeficientes posteriores passam a ser positivos e estatisticamente significantes apenas após o recebimento das cisternas, confirmando os resultados das Tabelas 3 e 4. Finalmente, o padrão observado nos coeficientes posteriores, indica que, o efeito do programa cresce com o tempo, o que sugere um processo de aprendizado e adaptação das famílias no manuseio das cisternas.

7.4 Impacto sobre Mercado de Trabalho por Gênero

Como relatado na seção 3, a literatura acadêmica especializada aponta para a possibilidade de existência de efeitos heterogêneos de um melhor acesso à água por gênero. Portanto, nessa seção são analisados como o efeito de exposição às cisternas sobre o mercado de trabalho varia de acordo com o gênero do beneficiário. Assim, a Tabela 5 apresenta os resultados da estimação da especificação principal para as duas variáveis dependentes de interesse, restringindo a amostra apenas para homens, colunas ímpares, e apenas para mulheres, colunas pares.

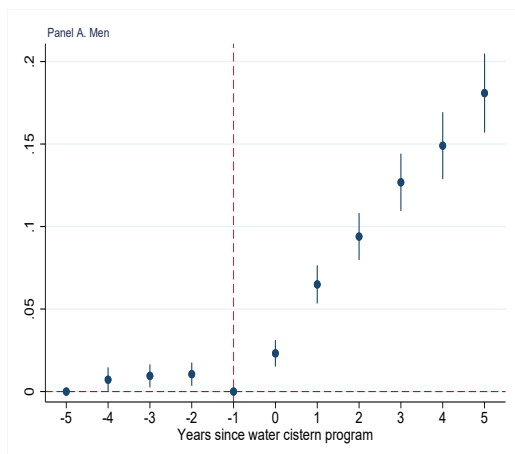
Analisando os resultados dispostos na Tabela 5, nota-se que os efeitos positivos do programa se confirmam para ambos, homens e mulheres, tanto para a probabilidade de estar empregado, quanto para a renda salarial. No que se refere às magnitudes dos efeitos estimados, os resultados sugerem que, em média, os homens se beneficiam mais do que as mulheres, especialmente no que diz respeito à renda salarial, onde estes apresentam um aumento de cerca de 8,7% em relação à média, frente a um aumento de cerca de 3,5% em relação à média para as mulheres. Para a probabilidade de estar empregado, os resultados mostram um aumento de 16% em relação à média para os homens e de 13% para as mulheres.

Tabela 5: Heterogeneidade dos Efeitos por Gênero

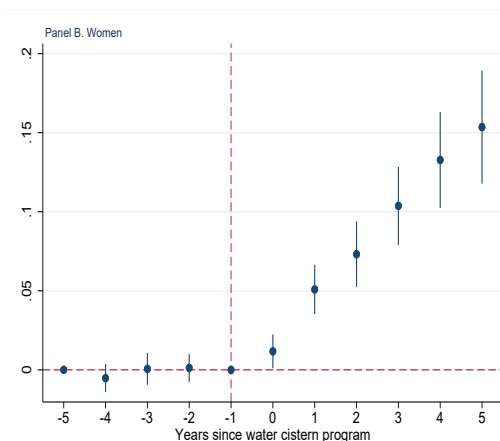
Variável Dependente:	Emprego		Log Renda Salarial	
	Homens	Mulheres	Homens	Mulheres
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cisterna	0.04455	0.03733	0.08774	0.03518
	[0.00415]***	[0.00568]***	[0.01181]***	[0.01408]**
Média da Variável Dependente	0.27	0.28	8.28	8.37
R^2	0.29	0.42	0.52	0.69
Observações	326007	155715	146226	58904
Efeito Fixo Indivíduo	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Município \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Carac. Pré-programa \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: Esta Tabela apresenta estimações do efeito do PC1 sobre emprego e renda salarial em escala logarítmica desagregados por gênero. Características Pré-Programa incluem raça, gênero e escolaridade. A amostra é baseada em indivíduos eventualmente tratados com idades entre 18 e 55 anos entre o ano inicial e final da amostra. Erros-padrão agrupados em nível municipal. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

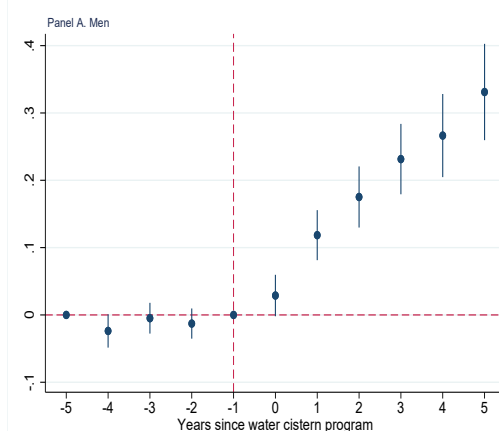
Finalmente, num exercício similar ao apresentado na Figura 6, a Figura 7 apresenta as estimações do modelo de estudo de evento, num esforço de testar se a hipótese de trajetória comum se sustenta ao restringir a amostra apenas para homens ou apenas para mulheres. Os resultados reforçam a robustez das estimativas mostradas na Tabela 5, uma vez que, para todos os painéis, a hipótese de tendências paralelas não pode ser rejeitada. Além disso, os resultados reforçam o impacto positivo do PC1A sobre o mercado de trabalho, tanto para homens, quanto para mulheres, confirmando os resultados apresentados na Tabela 5.



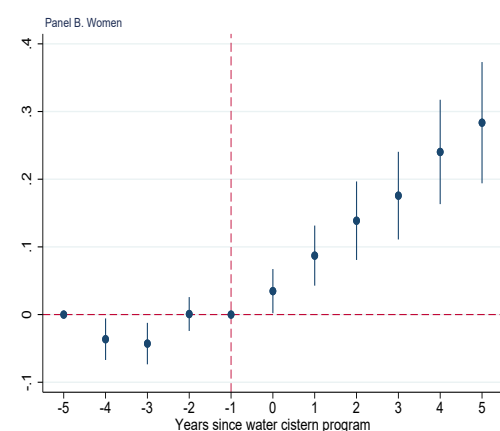
(a) Efeito sobre Emprego - Homens



(b) Efeito sobre Emprego - Mulheres



(c) Efeito sobre Log Rendimentos - Homens



(d) Efeito sobre Log Rendimentos - Mulheres

Figura 7: Heterogeneidade dos efeitos por Gênero

7.5 Efeitos por Escolaridade

A Tabela 6 apresenta os resultados da estimação dos impactos da exposição ao PC1A sobre a probabilidade de o indivíduo estar empregado e sobre os rendimentos médios de cada indivíduo desagregados por anos de escolaridade. Nesta análise, indivíduos com 7 anos ou mais de escolaridade são classificados como sendo de "Alta escolaridade", (colunas pares) enquanto indivíduos com menos de 7 anos de escolaridade são classificados como "Baixa escolaridade" (colunas ímpares).

Tabela 6: Heterogeneidade dos Efeitos por Escolaridade

Variável Dependente:	Emprego		Log Renda Salarial	
	Baixa Escol.	Alta Escol.	Baixa Escol.	Alta Escol.
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cisterna	0.04457	0.03874	0.06567	0.07757
	[0.00454]***	[0.00436]***	[0.01419]***	[0.01163]***
Média da Variável Dependente	0.25	0.30	8.22	8.39
R^2	0.30	0.35	0.54	0.58
Observações	240319	241712	99687	105459
Efeito Fixo Indivíduo	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Município \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Carac. Pré-programa \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: Esta Tabela apresenta estimações do efeito do PC1 sobre emprego e renda salarial em escala logarítmica desagregados por escolaridade. Características Pré-Programa incluem raça, gênero e escolaridade. A amostra é baseada em indivíduos eventualmente tratados com idades entre 18 e 55 anos entre o ano inicial e final da amostra. Erros-padrão agrupados em nível municipal. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

Os resultados apresentados na Tabela 6 confirmam o efeito positivo do Programa Cisterna 1ª Água sobre os indicadores de mercado de trabalho e mostram que esse efeito se estende para todas as faixas de escolaridade. Todos os coeficientes na Tabela 6 são positivos e estatisticamente significantes, tanto para a probabilidade de estar empregado como para o rendimento do trabalho. No que se refere às magnitudes, os resultados apontam para um efeito mais forte do programa nos indivíduos menos escolarizados na probabilidade de estarem empregados, com um aumento de 18% para indivíduos de baixa escolaridade e de 13% para indivíduos com alta escolaridade, com relação às respectivas médias desses grupos antes do início do programa. Com relação aos resultados de exposição às cister-

nas sobre os rendimentos dos indivíduos, nota-se um aumento de 6,6% na renda média dos indivíduos com baixa escolaridade e um efeito de 7,8% de aumento na renda média dos indivíduos de alta escolaridade, um padrão distinto do observado para emprego. Os resultados apresentados na Tabela 6 sugerem, então, que os indivíduos de baixa escolaridade estão se inserindo mais no mercado, enquanto os indivíduos de alta escolaridade estão melhorando suas posições no mercado de trabalho, um padrão consistente com mecanismo de alocação de tempo, tal como descrito na seção 4.

7.6 Efeitos por Idade

Por fim, para investigar como o efeito do programa varia conforme a idade dos beneficiários, os resultados mostrados na Tabela 7 dividem a amostra em dois grupos: aqueles com idade entre 18-25 anos e aqueles com mais de 25 anos. Como pode ser visto, todos os coeficientes de interesse são positivos e estatisticamente significantes, indicando um efeito positivo da exposição ao programa sobre a probabilidade de estar empregado e sobre a renda média dos indivíduos beneficiários alcança todos os grupos de idade, embora estes efeitos apresentem magnitudes diferentes.

Os resultados apresentados na Tabela 7 apontam para um aumento de 17% na probabilidade de estar empregado para indivíduos com idade entre 18 e 25 anos, com relação à média desse grupo, enquanto indivíduos com mais de 25 anos experimentam um aumento de aproximadamente 13,5% com relação à média. Além disso, indivíduos mais jovens também experimentam um maior aumento na renda média (cerca de 8,6%) contra um, também positivo, aumento de 6,21% na renda dos indivíduos com mais de 25 anos de idade. Esses resultados são consistentes com o mecanismo de economia de tempo gerando maior oferta de trabalho dentro do domicílio, levantado na seção 4.

Tabela 7: Heterogeneidade dos Efeitos por Idade

Variável Dependente:	Emprego		Log Renda Salarial	
	18-25	> 25	18-25	> 25
	(1)	(2)	(3)	(4)
Cisterna	0.04491	0.03909	0.08597	0.06212
	[0.00468]***	[0.00452]***	[0.01294]***	[0.01339]***
Média da Variável Dependente	0.26	0.29	8.30	8.31
R^2	0.30	0.35	0.54	0.59
Observações	261871	220430	112288	93058
Efeito Fixo Indivíduo	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Município \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Carac. Pré-programa \times Ano	Sim	Sim	Sim	Sim

Notas: Esta Tabela apresenta estimações do efeito do PC1 sobre emprego e renda salarial em escala logarítmica desagregados por idade. Características Pré-Programa incluem raça, gênero e escolaridade. A amostra é baseada em indivíduos eventualmente tratados com idades entre 18 e 55 anos entre o ano inicial e final da amostra. Erros-padrão agrupados em nível municipal. * $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$.

VIII

Conclusão

8 Conclusão e Implicações Políticas

Este relatório analisou os impactos do Programa Cisternas Primeira Água sobre indicadores de mercado de trabalho dos indivíduos beneficiados. Para isso, foram *linkados* e compatibilizados dados do Cadastro Único, dados administrativos do programa e dados sobre o mercado de trabalho provenientes da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Explorando a variação no *timing* de exposição ao programa entre beneficiários por meio de um modelo de diferença-em-diferenças, estimou-se que o programa teve um efeito causal positivo sobre a empregabilidade e salários dos indivíduos beneficiados. Observou-se um aumento de 14% na probabilidade de estar empregado dos indivíduos, em relação a média do período anterior ao início do PC1A. O PC1A não causou apenas um aumento na probabilidade de estar empregado, mas também foi responsável por um aumento de 7,5% em relação à média no salário dos indivíduos beneficiados.

Os resultados encontrados mostram que os efeitos do Programa Cisternas 1ª Água se estendem para todas as faixas etárias e de escolaridade analisadas, bem como para homens e mulheres. Por outro lado, diferenças importantes nas magnitudes destes efeitos entre os grupos se manifestaram. Homens observaram um efeito maior sobre empregabilidade e salários em relação às mulheres. Ainda, indivíduos com baixa escolaridade (menos de 7 anos de estudo), embora tenham observado um maior aumento na probabilidade de estar empregado, observaram um menor crescimento nos salários, um padrão que sugere que o programa contribuiu para um aumento da oferta de trabalho dentro dos domicílios, incluindo indivíduos que não estariam no mercado de trabalho formal, caso não fossem beneficiados pelo programa. Finalmente, de forma consistente com o mecanismo de economia de tempo gerando maior oferta de trabalho dentro do domicílio, os indivíduos mais jovens, entre 18 e 25 anos, observaram maiores aumentos na probabilidade de estarem empregados do que aqueles com mais de 25 anos.

Em geral, os resultados apresentados levam a algumas importantes implicações políticas. Primeiro, evidenciam a relevância de políticas voltadas para

o semiárido, mostrando que, dado o contexto de elevada pobreza e baixo acesso da população a políticas sociais, intervenções de larga escala podem ter efeitos consideráveis e positivos em muitas dimensões além das inicialmente previstas pelos formuladores de política. Como é o caso do efeito positivo do PC1A sobre indicadores de mercado de trabalho, uma vez que o efeito via mudança na alocação de tempo dos indivíduos ocorre de forma menos direta do que o efeito de melhor acesso a água sobre indicadores de saúde.

Segundo, além dos diversos benefícios do ponto de vista da qualidade de vida dos indivíduos beneficiados, melhorias na quantidade e oportunidades de emprego como as geradas pelo programa podem gerar desdobramentos intergeracionais e, de forma agregada, transbordamentos para a sociedade como um todo. Por exemplo, [Britto, Pinotti and Sampaio \(2022\)](#) mostram que a perda de emprego gera um aumento de 23% na chance do indivíduo ser réu em processos criminais. Considerando que o efeito do programa sobre empregabilidade e salários é substancial, especialmente entre os indivíduos entre 18 a 25 anos faixa em que os indivíduos são mais propensos a cometer crimes, espera-se que o PC1A também tenha desdobramentos importantes e positivos na dimensão de segurança pública. Ademais, a formalização do trabalho leva a benefícios indiretos no orçamento público, uma vez que quanto maior a formalização, maior a arrecadação de impostos, especialmente relacionados a seguridade social. Desta forma, os resultados encontrados reforçam a importância da implementação de políticas sociais de larga escala no semiárido brasileiro, mostrando que seus benefícios e desdobramentos podem ir além dos inicialmente planejados.

Referências Bibliográficas

- Angrist, Joshua D and Jörn-Steffen Pischke** (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*, Princeton university press.
- Asa Brasil** (2017). "Articulação do Semiarido Brasileiro," <http://www.asabrasil.org.br>.
- Autor, David H** (2003). "Outsourcing at will: The contribution of unjust dismissal doctrine to the growth of employment outsourcing," *Journal of labor economics*, 21(1): 1–42.
- Barlow, Sarah E et al.** (2007). "Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report," *Pediatrics*, 120(Supplement 4): S164–S192.
- Bobonis, Gustavo J, Paul Gertler, Marco Gonzalez-Navarro, and Simeon Nichter** (2017). "Vulnerability and clientelism," Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Brasil** (2018). "Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras. Tecnologias Sociais de Acesso à Água," http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/cisternas_marcolegal/tecnologias_sociais/2018/Sistema_Pluvial_Multiuso_Autonomo_tec24/Modelo24.pdf.
- Britto, Diogo, Paolo Pinotti, and Breno Sampaio** (2022). "The effect of job loss and unemployment insurance on crime in Brazil," *Econometrica*.
- Buainain, Antonio Marcio and Junior Ruiz Garcia** (2013). "Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas," *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*(19): .

- Card, David and Alan B Krueger** (2000). "Minimum wages and employment: a case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania: reply," *American Economic Review*, 90(5): 1397–1420.
- Cunningham, Scott.** (2019). *CAUSAL INFERENCE: The Mixtape*, YALE University Press.
- Da Mata, Daniel, Lucas Emanuel, Vitor Azevedo Pereira, and Breno Sampaio** (2021). "Climate Adaptation Policies and Infant Health: Evidence from a Water Policy in Brazil."
- Da Mata, Daniel and Guilherme Resende** (2020). "Changing the climate for banking: the economic effects of credit in a climate-vulnerable area," *Journal of Development Economics*, 146 p. 102459.
- Devoto, Florencia, Esther Duflo, Pascaline Dupas, William Parienté, and Vincent Pons** (2012). "Happiness on tap: Piped water adoption in urban Morocco," *American Economic Journal: Economic Policy*, 4(4): 68–99.
- Dhital, Ram Prasad, Takahiro Ito, Shinji Kaneko, Satoru Komatsu, and Yui-chiro Yoshida** (2021). "Household access to water and education for girls: The case of villages in hilly and mountainous areas of Nepal," *Oxford Development Studies* 1–16.
- Furtado, Celso** (2020). *Formação econômica do Brasil*, Companhia das Letras.
- Gassert, Francis, Paul Reig, Tien Shiao, Matt Landis, and Matt Luck** (2012). "Aqueduct global maps 2.0."
- Goodman-Bacon, Andrew** (2018). "Public insurance and mortality: evidence from Medicaid implementation," *Journal of Political Economy*, 126(1): 216–262.
- Goodman-Bacon, Andrew** (2021). "Difference-in-differences with variation in treatment timing," *Journal of Econometrics*.

- Hobsbawm, Eric** (2011). "Bandidos; ed," *Crítica: Barcelona*.
- IFAD** (2012). "Gender and water: Securing water for improved rural livelihoods: The multiple-uses system approach," Technical report, International Fund for Agricultural Development.
- Ilahi, Nadeem and Franque Grimard** (2000). "Public infrastructure and private costs: water supply and time allocation of women in rural Pakistan," *Economic Development and Cultural Change*, 49(1): 45–75.
- Jacobson, Louis S, Robert J LaLonde, and Daniel G Sullivan** (1993). "Earnings losses of displaced workers," *The American economic review* 685–709.
- Koolwal, Gayatri and Dominique Van de Walle** (2013). "Access to water, women's work, and child outcomes," *Economic Development and Cultural Change*, 61(2): 369–405.
- Li, Yuanzhe, Tianyang Xi, and Li-An Zhou** (2021). "Access to Drinking Water and Inclusive Development: Evidence from Rural China," *Available at SSRN* 3764357.
- Lin, Julie, Eric L Knight, Mary Lou Hogan, and Ajay K Singh** (2003). "A comparison of prediction equations for estimating glomerular filtration rate in adults without kidney disease," *Journal of the American Society of Nephrology*, 14(10): 2573–2580.
- Lokshin, Michael and Ruslan Yemtsov** (2005). "Has rural infrastructure rehabilitation in Georgia helped the poor?" *The World Bank Economic Review*, 19(2): 311–333.
- Meeks, Robyn C** (2017). "Water works the economic impact of water infrastructure," *Journal of Human Resources*, 52(4): 1119–1153.

- Mintz, Eric, Jamie Bartram, Peter Lochery, and Martin Wegelin** (2001). "Not Just a Drop in the Bucket: Expanding Access to Point-of-Use Water Treatment Systems," *American Journal of Public Health*, 91(10): 1565–1570.
- Naritomi, Joana, Rodrigo R Soares, and Juliano J Assunção** (2012). "Institutional development and colonial heritage within Brazil," *The journal of economic history*, 72(2): 393–422.
- Oliveira, Rodrigo (Coord.)** (2021). *Impact OF Extreme Weather Events on Employment and Income in the Brazilian Semiarid Region*, International Fund for Agricultural Development (IFAD).
- Oyanedel-Craver, Vinka, Aline Cotel, Laurel Saito, Muna Abu-Dalo, Heidi Gough, and Ingrid Verstraeten** (2017). "Women–water Nexus for sustainable global water resources."
- Palmeira, G** (2006). "Relatório de avaliação de programa ação construção de cisternas para armazenamento de água," *Brasilia, Brazil*.
- Prado Júnior, Caio** (1960). "Historia económica de Brasil," Technical report.
- Sampaio, Breno (Coord.)** (2019). "Avaliação de Impactos Econômicos e Sociais dos Centros de Artes e Esportes Unificados (CEUs)," *Relatório Técnico, Grupo de Avaliação de Políticas Públicas e Econômicas (GAPPE)*.
- Singh, Nandita, Per Wickenberg, Karsten Åström, and Håkan Hydén** (2008). "Children's Right to Water as a Contested Domain: Gendered reflections from India," *Development*, 51(1): 102–107.
- Snow, John** (1855). *On the mode of communication of cholera*, John Churchill.
- UNDP, United Nations Development Programme** (2006). *Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis*, Palgrave Macmillan.

- UNICEF, World Health Organization et al.** (2008). "A snapshot of Drinking Water and Sanitation in Africa," *A Regional Perspective Based on New Data from the WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation, Prepared for African Ministers' Council on Water (AMCOM), Cairo.*
- Venkataramani, Atheendar, Sonia R Bhalotra et al.** (2013). *Effect of early life exposure to a clean water intervention on health and socioeconomic status in adulthood: Evidence from a quasi-experimental cohort study in Mexico*, Citeseer.
- Zhang, Jing and Lixin Colin Xu** (2016a). "The long-run effects of treated water on education: The rural drinking water program in China," *Journal of Development Economics*, 122 1–15.
- Zhang, Jing and Lixin Colin Xu** (2016b). "The long-run effects of treated water on education: The rural drinking water program in China," *Journal of Development Economics*, 122 1–15.
- Zhu, Qiang, John Gould, Yuanhong Li, and Chengxiang Ma** (2015). *Rainwater Harvesting for Agriculture and Water Supply*, Springer.