

Impacto de acesso à água em escolas rurais do semiárido brasileiro sobre indicadores de infraestrutura escolar: uma avaliação sobre o Programa Cisternas nas Escolas

Eryka Fernanda Miranda Sobral* Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida[†]
Hilton Martins de Brito Ramalho[‡]

Impacto de acesso à água em escolas rurais do semiárido brasileiro sobre indicadores de infraestrutura escolar: uma avaliação sobre o Programa Cisternas nas Escolas

Resumo

Este artigo investiga o efeito do Programa Cisterna nas Escolas sobre indicadores de infraestrutura básicas. Foram usados dados longitudinais de escolas rurais do semiárido brasileiro durante o período de 2007-2016 e um modelo de diferenças em diferenças com controle para a heterogeneidade do tempo de exposição ao tratamento. Os resultados validam a hipótese de que, melhorias nas condições de infraestrutura a partir de políticas de acesso hídrico podem ser obtidas, proporcionando um ambiente de maior bem estar. Isto é, sugerem que o Programa Cisterna nas Escolas parece ser exitoso e que parece ser mais consistente e crescente à longo prazo. Nesse sentido, cerca de 500 alunos por ano são beneficiados com a referida políticas, garantindo-lhes ambientes com melhores condições de esgoto, sanitários, tratamento de lixo e água filtrada.

Palavras-chave: Acesso à água, Infraestrutura escolar, Semiárido brasileiro, Dados em Painel.

Abstract

This article investigates the effect of the Cistern Program on Schools on basic resource models. School families were withdrawn from the Brazilian semi-arid region during the period 2007-2016 and a model of differences in differences with control for a heterogeneity of treatment exposure time. The results are valid according to the conditions of origin and policies of access to customers, providing an environment of greater capacity to be, and the Cisterna program in Schools seems to be successful and that seems to be more than a long term. In this sense, about 500 students per year benefit from public policies, guaranteeing them environments with the best conditions of sewage, sanitation, waste treatment and filtered water.

Keywords: Access to Water, School Infrastructure, Brazilian semiarid, Panel Data.

Área de submissão: Desigualdade, pobreza e políticas sociais

JEL classification: O18; I25; C23

*Doutoranda em Economia Aplicada, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba.

[†]Docente do Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba.

[‡]Docente do Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal da Paraíba.

1 Introdução

Há um consenso na literatura econômica que escolaridade é uma variável determinante para elevar a renda dos indivíduos e das regiões (SCHULTZ, 1972; BECKER, 1975; COLCLOUGH, 1982). Nessa perspectiva, pesquisas têm sido realizadas para identificar o que é necessário fazer nas escolas para melhorar os resultados educacionais, seja a partir de qualificação do professor, gestores ou mesmo melhorias da infraestrutura (GLEWWE; KREMER, 2006).

Nesse âmbito, estudos recentes têm apontado que melhorias em infra-estrutura hídrica podem aumentar as taxas de frequência das crianças na escola (AROURI *et al.*, 2014; KOSEC, 2014; BEACH *et al.*, 2016; ZHANG; XU, 2016; KOMARULZAMAN, 2017). De acordo com a maior parte desses autores, esse efeito é decorrente de dois canais: saúde e alocação de tempo. Quanto ao primeiro, várias evidências demonstram que o acesso e/ou a qualidade da água traz um grande impacto na saúde infantil (JALAN *et al.*, 2003; GALIANI *et al.*, 2009; DUFLO *et al.*, 2011; LUNA *et al.*, 2011; KUMAR; VOLLMER, 2013; KOSEC, 2014; USMAN *et al.*, 2018). Desse modo, se crianças ficam menos doentes reduz-se o custo dessas irem à escola (BEACH *et al.*, 2016). Por sua vez, no que tange ao segundo, famílias sem disponibilidade de água no domicílio utilizam o tempo geralmente de mulheres e crianças para transportá-la para casa (NAUGES; STRAND, 2017), no qual, particularmente, as crianças perdem energia e tempo para estudar. Em razão disso, acesso às condições de infraestrutura hídrica melhores podem minimizar essas perdas e reduzir o custo de oportunidade dessas irem à escola.

No Brasil, sobretudo, na zona rural ainda é comum encontrar famílias sem acesso à água, assim como, ambientes escolares. Segundo a Organização Mundial da Saúde - World Health Organization (WHO, 2017), em 2015, enquanto 99% da população urbana brasileira acessa serviço básico de água, apenas 87% tem acesso à esse serviço na zona rural. Nesse contexto, dados do Censo Escolar (2017) apontam que 10% das escolas ainda não possuem qualquer tipo de abastecimento hídrico.

Para desfazer esse cenário, nos últimos anos, existem políticas com mecanismos de garantia de água sendo promovidas para ensinar as famílias a conviverem com a seca. Em destaque tem-se os programas de implementação de cisternas com atuação no semiárido brasileiro, especialmente, por essa ser a região mais castigada com a seca, tanto por características naturais (baixa pluviosidade e estrutura geológica que não permitem acumulação satisfatória de água no subsolo) quanto por concentração desse recurso nas propriedades de uma minoria (BOBONIS *et al.*, 2017). Quanto a esses, autores como Luna *et al.* (2011) e Bobonis *et al.* (2017), têm evidenciado efeitos positivos do Programa Água para Consumo sobre a saúde de crianças e vulnerabilidade econômica, respectivamente, assim como, De Alencar, Justo e Alves (2018) para o Programa Segunda Água em relação a produção agrícola e renda.

Dada essa discussão e a lacuna em aberto na literatura nacional quanto aos efeitos do programa cisterna sobre melhores condições no ambiente escolar, surge então a seguinte questionamento: há melhorias nas condições que promovem ambiente mais saudável, nas escolas rurais do semiárido brasileiro, a partir da disponibilidade de acesso à recursos hídricos? Investigar esse problema ainda pouco explorado no Brasil pode fornecer novos parâmetros para políticas de equidade no país, mais precisamente no que compete ao desenvolvimento das áreas rurais, onde os residentes são geralmente menos privilegiados.

Especificamente, mediante à questão levantada, esta pesquisa propõe abordar o caso do Programa Cisternas nas Escolas e estimar a diferença entre o retorno médio observado em indicadores relacionados às condições de saúde nas escolas beneficiadas e o retorno que deveria prevalecer casos as mesmas escolas não tivessem a cobertura do referido Programa. E parte da seguinte hipótese a disponibilidade de recursos hídricos é um importante fator para que cuidados básicos tais como água filtrada, limpeza de sanitários, acesso a sanitário, por exemplo, sejam realizados. Essas melhorias proporcionam um ambiente de maior bem estar e segurança à saúde. Destarte, escolas beneficiadas por acesso à água podem melhorar suas condições de infraestrutura básica, aumentando o bem estar dos alunos e, conseqüentemente, se dispor com um ambiente mais saudável.

Além desta introdução, este projeto encontra-se estruturado em mais quatro seções. A segunda seção traz um levantamento da literatura sobre o tema impacto de políticas sociais de acesso à água sobre a segurança alimentar e nutricional, desenvolvimento rural, indicadores de saúde e de educação. A terceira seção apresenta o contexto institucional de implantação, público alvo, ações e objetivos do Programa Cisternas,

com ênfase ao Programa Cisternas nas Escolas. Nas seções quatro e cinco, respectivamente, destacam-se a descrição da metodologia proposta e a base de dados. Por fim, na sexta seção tem-se os resultados esperados.

2 Revisão da Literatura

Restrições de recursos hídricos nas áreas rurais tem sido uma preocupação política de longa data em muitos países. Desse modo, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos constitui um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, principalmente, em razão dos benefícios que proporcionam à qualidade de vida da população. Vale ressaltar que, nos últimos anos, vários estudos na literatura econômica têm investigado o impacto das políticas sociais de acesso a água, conforme destacado a seguir. Em sua grande parte, eles se concentram, sobretudo, no âmbito da segurança alimentar e nutricional, desenvolvimento rural e saúde da população.

No aspecto da segurança alimentar e nutricional, as pesquisas têm evidenciado que o acesso à água constitui importante instrumento para a oferta de alimentos de forma regular e permanente à sociedade (TWEETEN, 1999; SMITH; HADDAD, 2000; MAXWELL *et al.*, 2000). Mais especificamente, no aspecto nutricional, tem-se o estudo de Iram (2004), que investiga os determinantes da segurança alimentar das famílias do Paquistão, utilizando como *proxy* a ingestão de calorias per capita. Para tanto, o autor adota a abordagem de Mínimos Quadrados Ordinários e evidencia que o acesso à água potável eleva a ingestão de calorias, e conseqüentemente, os efeitos nutricionais das famílias.

No Brasil, destaca-se o estudo de Costa *et al.* (2014), que se propõe a identificar os fatores associados à segurança alimentar nos domicílios das famílias brasileiras por meio de um modelo de escolha binária (logit). Com base nos dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF/IBGE) de 2008-2009, seus resultados também apontam que ter acesso à água canalizada sinaliza um efeito positivo sobre a ingestão calórica domiciliar, ressaltando que tal tratamento parece ter importante contribuição para a utilização adequada dos alimentos e produção de subsistência.

No âmbito do desenvolvimento rural, pesquisas ressaltam que, de modo geral, a escassez de recursos hídricos e os efeitos econômicos e sociais gerados, especialmente, na população rural, são os principais obstáculos para o desenvolvimento das atividades agropecuárias e redução da capacidade produtiva de alimentos dos países. Como evidenciam Binswanger *et al.* (1993), proventos em infraestrutura desse tipo melhoram o investimento agrícola e aumentam a eficiência da produção.

Além disso, no sentido mais amplo do desenvolvimento, tendo em vista que os benefícios da infraestrutura não se limitam apenas à eficiência da produção, já que essa também contribui para melhorias nos padrões de vida. Há evidências que políticas de acesso à água proporcionam melhorias na qualidade de vida do produtor rural, estabelece maior independência em relação aos políticos locais, que sempre usaram a seu favor a necessidade básica das pessoas de terem água em casa, e atenua o trabalho de mulheres e crianças (IPEA, 2003).

Nessa perspectiva, Alencar *et al.* (2018) buscaram mensurar os efeitos gerados pelas tecnologias de captação de água da chuva implantadas pelo Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), da Articulação do Semiárido Brasileiro, juntamente com Governo Federal, sobre a qualidade de vida do produtor rural na região Nordeste do Brasil. Para essa investigação, os autores empregaram uma amostra dos produtores rurais do município de Jardim, da região do semiárido do estado do Ceará, e utilizando dados primários de 2016 adotaram o método de Propensity Score Matching (PSM). Os resultados indicaram que o Programa está conseguindo alcançar seus objetivos e vem contribuindo para que os produtores rurais beneficiados ampliem seu período anual de produção agrícola, adquirindo uma maior produção por ano e, por conseguinte, elevem seu nível de renda, refletindo diretamente na qualidade de vida dos beneficiários. Ademais, Alencar *et al.* (2018) destacam o fato de que o acréscimo gerado sobre a renda da família, com o uso da cisterna na agricultura, é maior que os custos de construção da mesma, já no primeiro ano de uso, sugerindo a viabilidade da política no município estudado.

Por sua vez, a análise realizada por Bobonis *et al.* (2017) se propôs a investigar o impacto do Programa de Água para Consumo sobre vulnerabilidade econômica, clientelismo e número de votos do prefeito candidato à reeleição nos municípios da região do semiárido do nordeste brasileiro. Para tanto, como forma de controlar o viés de seleção, o autor trabalhou com amostra aleatória de domicílios rurais sem acesso confiável à água potável desde 2011, com algumas dessas famílias só tendo sido beneficiada pelo programa em

2012. Os resultados encontrados, demonstraram que o tratamento das cisternas reduziu a vulnerabilidade dos beneficiados, diminuiu as demandas dos cidadãos por benefícios privados, assim como, reduziu o número de votos recebidos pelos prefeitos durante suas campanhas de reeleição. De modo geral, corroborou a hipótese do autor de que as cisternas - ao reduzir a vulnerabilidade - enfraquecem as relações clientelistas e, conseqüentemente, o desempenho eleitoral daqueles que estão no poder. Segundo Bobonis *et al.* (2017), esses achados são importantes pois podem informar esforços para reduzir o clientelismo, sugerindo que melhorar os meios de subsistência dos cidadãos pode reduzir sua disposição a participar de práticas de abuso de poder e de corrupção típicos da prática do coronelismo ainda presente na região.

Ainda no âmbito do desenvolvimento rural uma literatura incipiente relaciona tal efeito à desigualdade de gênero no mercado de trabalho. Como exemplo dessa discussão, tem-se a pesquisa de Ilahi & Grimard (2000) que investigam como o acesso à infraestrutura hídrica afeta o tempo (em horas) que as mulheres das zonas rurais atribuem às suas atividades de trabalho (domésticas ou remuneradas). Para cumprir com os objetivos do estudo, os autores realizaram a análise para o Paquistão restringindo a amostra para mulheres em idade de trabalho (com mais de 15 anos). Destarte, adotando um modelo de regressão censurada (tobit), os resultados indicaram que melhorias na infraestrutura de acesso à água pública na região rural do Paquistão reduz o tempo gasto com coleta de água, por outro lado, aumentam o tempo que as mulheres gastam com trabalhos remunerados. Tal resultado, de acordo com Ilahi & Grimard (2000), para políticas públicas em países em desenvolvimento podem colaborar para reduzir a quantidade de tempo que as mulheres gastam exercendo atividade não remunerada.

No aspecto da saúde há uma vasta literatura, principalmente com relação a resultados para crianças (ESREY *et al.*, 1991). Em linhas gerais, há certo consenso empírico de que o acesso à água potável está associado a uma melhor saúde infantil, reduzindo, por exemplo, os casos de doenças diarreicas (JALAN *et al.*, 2003; GALIANI *et al.*, 2009; DUFLO *et al.*, 2011; LUNA *et al.*, 2011; KUMAR; VOLLMER, 2013; KOSEC, 2014; USMAN *et al.*, 2018) e a taxa de mortalidade (ABOU-ALI, 2003; FAY *et al.*, 2005; GALIANI *et al.*, 2005; GAMPER-RABINDRAN *et al.*, 2010), assim como, afetando a estatura das crianças (LAVY *et al.*, 1996; ZHANG, 2012).

Por outro lado, há autores questionando algumas das evidências supracitadas, de modo que o impacto encontrado poderia ser ampliado caso cuidados adicionais, como melhores práticas higiênicas e de manuseio da água, fossem mais estimulados (KHANNA, 2008; KUMAR; VOLLMER, 2013). Mangyo (2008) é um desses autores e busca levar em consideração esse fator, inserindo como controle a educação da mãe, sob o pressuposto de que uma mãe mais educada pode proporcionar melhor uso da oferta da água potável e hábitos de higiene necessários às crianças no domicílio. Desse modo, seus resultados evidenciam que o acesso à água em casa na China tem um efeito positivo na saúde da criança, porém, quando as mães são relativamente mais educadas.

Nesse contexto, é importante ressaltar que há um apelo na literatura especializada sobre possíveis efeitos na saúde e educação quanto a provisão de água adequada no ambiente escolar (JASPER *et al.*, 2012; JOSHI; AMADI, 2013). Mediante ao fato que a escola é um cenário importante por hábitos e comportamentos sociais das crianças, além disso, seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, ainda é possível se deparar com a falta de serviços de higienização e água adequados nelas. No Brasil, porém, o que se tem são apenas trabalhos com análises qualitativas ou descritivas, sendo um tema ainda pouco explorado.

Em síntese, pode-se dizer que este estudo contribui para o conjunto de pesquisas sobre o efeito da água potável no investimento em infraestrutura. Já que se revela como um efeito que merece atenção contínua, para que seja verificado suas implicações enquanto intervenção efetiva. Ademais, colabora com a literatura sobre desenvolvimento rural, uma vez que se propõe avaliar o programa de melhorias no acesso à água em áreas rurais, onde os residentes são geralmente menos privilegiados, e segundo Zhang & Xu (2016) onde tal política pode ser importante para garantir o bem-estar à população local, tratado como crucial do ponto de vista da equidade.

3 A região semiárida e o Programa Cisternas no Brasil

No semiárido brasileiro a escassez da água é o principal obstáculo para a sobrevivência da produção agropecuária (ALENCAR *et al.*, 2018). Tal vulnerabilidade se explica tanto por razões naturais típicas da região, como baixa pluviosidade, irregularidade das chuvas e sua estrutura geológica, que não permite

acumulações satisfatórias de água no subsolo, quanto por concentração desse recurso nas propriedades de uma minoria (BOBONIS *et al.*, 2017).

Dados da Unidade de Pesquisa Climática (CRU TS 4.01) indicam que a região do semiárido é uma região abaixo da média histórica nacional dos últimos 33 anos. Essa realidade é o que justifica a implementação do Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e outras Tecnologias Sociais - Programa Cisternas, financiado pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) desde 2003, atualmente regulamentado pela Lei no 12.873/2013 e pelo Decreto no 8.038/2013 e executado a partir de parcerias com Estados, consórcios públicos de municípios e entidades privadas sem fins lucrativos.

O referido Programa Cisternas utiliza como estratégia a assistência às famílias rurais pobres para ajudá-las a lidar com as chuvas irregulares típicas do semiárido (LOPES; LIMA, 2005). Seu objetivo é oferecer alternativa ao acesso a água para o consumo humano e animal e para a produção de alimentos, dentro de uma perspectiva de garantia da segurança alimentar e nutricional, às famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou falta regular de água, desde que inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal (CadÚnico) (BRASIL/MDS, 2018).

Sua implementação se diferencia de demais programas por ser realizada a partir de tecnologias sociais, com as famílias engajadas nas instalações do sistema. Primeiramente, via mobilização social para a escolha dos beneficiários, onde os selecionados recebem orientações sobre uso e gestão do equipamento, e sobretudo, da água. Em segundo lugar, via capacitação dos moradores da própria comunidade para serem utilizados como mão de obra na construção das suas próprias cisternas, barateando custos, gerando oportunidades de trabalho e, conseqüentemente, movimentando a economia local.

Dentre as ações do programa pode-se elencar três, são elas: primeira água, ou água para consumo; segunda água, ou água para produção; e, cisternas das escolas, todas implantadas para captação e armazenamento de água da chuva, cujas particularidades são apresentadas no Quadro 1.

Tabela 1 – As ações do Programa Cisternas e suas particularidades

Ações	Primeira Água (Água para consumo)	Segunda Água (Água para produção)	Cisternas nas Escolas
Início	2003	2007	2010
Tipo	Cisternas de placas para o consumo humano.	Cisternas calçadão, cisternas de enxurradas, barragem subterrânea e o barreiro trincheira para a produção agropecuária.	Cisternas para o consumo humano ou produção de hortas, para garantir o acesso à água para beber e para o preparo da merenda escolar.
Capacidade	16 mil litros de água potável	52 mil litros de água	52 mil litros de água potável
Público-alvo	Famílias que não dispõem de acesso à fonte de água potável localizadas na zona rural, com renda mensal de até meio salário mínimo por pessoa ou renda mensal total de até três salários mínimos, devendo ser priorizadas aquelas enquadradas nos critérios de elegibilidade do Programa Bolsa Família.	Propriedades de agricultores familiares do Semiárido brasileiro que atendam critérios pré-determinados. Além disso, a família precisa ter sido beneficiada previamente com a cisterna de água para consumo.	Escolas municipais da zona rural do Semiárido brasileiro, sem sistemas de abastecimento regular de água potável, com nível alto de semiaridez e grande número de crianças

Fonte: Elaboração própria, adaptado de Brasil/MDS (2018).

Observa-se no Quadro 1 que o programa cisternas nas escolas, objeto deste estudo, tem seu início em relação aos demais em 2010.

A experiência inicial do referido programa foi realizada sob coordenação da Articulação Semiárido Brasileiro (ASA, 2018), mediante percepção de que logo após ao lançamento em 2004 do programa Pacto Nacional Um Mundo para Criança e Adolescente do Semiárido – que previa medidas para a melhoria das condições de vida das crianças e dos adolescentes, cumprindo metas em algumas áreas, incluindo educação – inúmeras escolas na região e fora dela deixaram de funcionar por falta de água. Fato esse levado à Plenária do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea), ocorrida na cidade do Recife, em

julho de 2009, a pautar especialmente a questão da água nas escolas, quando dá início um projeto piloto protagonizada pela ASA Bahia, através do Centro de Assessoria do Assuruá (CAA), com o apoio do MDS e do Governo da Bahia, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Social e Combate à Pobreza (Sedes). Mas sendo apenas em 2010 ampliado sob coordenação da ASA Brasil, a partir da parceria com o MDS via Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Sesan), Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS) e a Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (Aecid).

De acordo com a ASA (2018), a mobilização social causada por esse projeto vai além de proporcionar à escola uma forma de armazenamento de água, pois propõe interação entre diretores, professores, alunos, pais, funcionários da escola, prefeitura e secretarias municipais numa dinâmica que vai discutir o direito à água de qualidade e o uso sustentável desse bem na região do Semiárido.

Segundo Brasil/MDS (2017b), a tecnologia de que trata a instrução operacional das cisternas nas escolas é composta por um reservatório de placas de alvenaria com capacidade para armazenar até 52 mil litros de água, interligado ao telhado da escola, contendo ainda os seguintes acessórios: placa de identificação, bomba elétrica, caixa d'água, tampa e cadeado. Desse modo, a implementação da cisterna de placas de 52 mil litros corresponde aos processos de edificação da cisterna e inclui custos associados ao material de construção, à mão de obra, alimentação durante a edificação, escavação do buraco, água para a construção e dois filtros de barro de 16 litros.

Por fim, é pertinente ressaltar que a natureza do programa sugere continuidade da expansão para os próximos anos, considerando que ainda há um grande quantitativo de escolas sem acesso a abastecimento de água. Tendo em vista que, em 2016, por exemplo, cerca de 14% do total de escolas do semiárido com perfil apto ao programa declaram serviço de abastecimento de água inexistente.

4 Estratégia Empírica

Este estudo tem por objetivo avaliar a efetividade do Programa Cisterna nas Escolas a partir da seguinte hipótese: escolas que dispõem de recursos hídricos aumentam o bem estar dos alunos e se tornam um ambiente mais saudável. Com isso, poderá ocorrer uma maior motivação para permanência dos alunos e, conseqüentemente, um melhor desempenho escolar. Para tanto, a estratégia de identificação foi desenvolvida considerando os seguintes pontos: i) participação no programa mediante algumas características particulares, como já apresentado no Quadro 1, de tal forma que pode implicar em viés de seleção; ii) existência de dados em nível da escola durante um longo período que abrange o início do Programa e um tempo de maturação dos resultados esperados; iii) cobertura do Programa crescendo de forma gradativa ao longo do período estudado, chegando em 2016 a cerca de 25% das escolas do semiárido sem acesso a água.

Uma primeira preocupação na análise do objeto desta pesquisa é que as escolas participantes no Programa poderiam ser distintas das escolas não participantes, em que essas diferenças poderiam estar correlacionadas com os indicadores de infraestrutura e escolaridade. Por exemplo, escolas mais desenvolvidas e com características particulares que as tornam menos vulneráveis poderiam apresentar melhores condições de infraestrutura ou resultados educacionais relacionados a essas outras características. Desse modo, como ressaltam Galiani *et al.* (2005), caso isso ocorresse as melhores condições das duas dimensões (infraestrutura e educação) seriam confundidas com o efeito riqueza. Apesar disso, muitas dessas características observáveis e, sobretudo, não observáveis que poderiam confundir a identificação são aspectos estruturais e pouco variantes no tempo. Nessas circunstâncias, um método comumente utilizado que também consegue controlar a heterogeneidade não observada invariante no tempo é uso da abordagem de dados em painel com o estimador de diferenças em diferenças (DiD).

A estimação dos efeitos do Programa Cisternas nas Escolas sobre os indicadores de infraestrutura e rendimento escolar é baseada em Galiani *et al.* (2005) e Rocha & Soares (2010), fazendo uso do modelo DiD e do processo escalonado de cobertura do Programa para medir a sua efetividade de acordo com o tempo de exposição da escola. A partir da qual, é possível estimar um efeito heterogêneo no tempo do Programa, bem como controlar características não-observáveis dos municípios, fixas no tempo.

Com base na literatura, cuidados básicos que proporciona a segurança do bem estar, tais como limpeza da escola e/ou limpeza dos sanitários são condições diretamente relacionadas com a continuidade do tratamento, assim como, proporcionar estímulo para construção e/ou melhorias como no saneamento básico. Nesse sentido, é de se esperar que escolas a mais tempo expostas ao Programa Cisternas sejam mais

propensas a apresentarem melhorias nas suas condições de infraestrutura e até mesmo de desempenho escolar, tendo em vista a necessidade de tempo que determinadas condições de infraestrutura requerem, em sua grande parte, para construção. Portanto, o efeito do Programa pode variar com o tempo de exposição (ROCHA; SOARES, 2010).

Além de todo o exposto, como a decisão de participar do Programa Cisternas é não experimental, sendo um reflexo de parcerias da ASA com o MDS, envolve um possível problema de seleção. Isso porque, como exposto na Tabela 1 as cisternas foram dirigidas a escolas com características mais vulneráveis tais como, ser escola da zona rural, sem acesso adequado à água de qualidade para consumo humano, sem estrutura e/ou insuficiência hídrica e com menor regularidade de abastecimento hídrico e com maior quantidade de crianças matriculadas na faixa etária inferior a 15 anos.

Dessa forma, a simples comparação entre um grupo de escolas cobertas com um grupo de comparação não implica que a diferença de resultados entre os grupos é originada pela intervenção investigada, pois existem, sobretudo, características não observáveis (ϵ_{it}) correlacionadas com o status de tratamento. Quando esta correlação existe, a variável de indicação de tratamento no modelo é endógena.

No entanto, como exposto, a atribuição de tratamento à escola é baseada, em termos gerais, em critérios como ser da zona rural e não ter acesso a recurso hídrico bem definidos. Assim, o ponto central do problema de endogeneidade do Programa está possivelmente relacionado ao momento específico em que a escola passou a ser coberta pelo Programa Cisternas. Se a adesão ao Programa estiver associada a fatores fixos no tempo, o modelo DiD conseguirá contornar esse problema. Já se a adesão e, em especial, o momento em que se inicia a cobertura do Programa sofre influência de fatores variantes no tempo, as estimativas do modelo DiD poderão ser tendenciosas, uma vez que o principal pressuposto do método, trajetórias paralelas entre os grupos de controle e tratamento, pode ser violado Rosenbaum (2010).

Ao levar esses fatos em consideração, na tentativa de controlar os vieses que podem surgir para responder ao questionamento levantado, se propõe utilizar a combinação dos métodos Propensity Score (PS) e Diferenças em Diferenças (DD) levando em consideração o tempo de exposição. É importante ressaltar que, segundo Heckman *et al.* (1997) e Abadie (2005), a hipótese de trajetórias paralelas entre os grupos de controle e tratamento durante o período anterior à intervenção, assumida pelo modelo convencional, é um pressuposto de identificação forte – especialmente em cenários com muito heterogeneidade entre as observações. Dessa forma, as estimativas ponderadas pelo score de propensão das escolas em termos de suas probabilidades de tratamento, flexibilizaria tal hipótese. Porém, permite reduzir o viés de seleção, onde a definição do score de propensão pode ser usado como uma métrica de pareamento entre as escolas e a análise por tempo e exposição reduz o possível viés de variável omitida que pode ter determinado a escolha do município (GALIANI *et al.*, 2005; ROCHA; SOARES, 2010).

Contudo, tal procedimento ocorre em duas etapas. Na primeira etapa, uma análise de sobrevivência por meio do *Cox Proportional hazard model*, utilizado para construção do *propensity score* que serão responsáveis para a definição do grupo de controle adequado, permitindo parear as escolas controles com as escolas tratadas com base em características observáveis, minimizando o viés proveniente dos observáveis e de ausência de suporte comum. Ressalta-se que o cenário ideal seria comparar as escolas tratadas com seu contrafactual, isto é, com o que aconteceria na mesma escola caso nunca tivesse sido beneficiada pelo Programa. Uma vez que não é possível observar tal contrafactual, faz-se uso de métodos não experimentais para estimá-lo. Nesse caso, a segunda etapa consisti em aplicar o DiD reponderado pelo score de propensão para estimação do impacto, reduzindo por esse o viés de seleção por características não observáveis fixas no tempo, ajudando a remover o viés de seleção acentuado por esses fatores.

Ao estimar no estágio inicial, o peso de cada escola em termos do *propensity score*, a fim de capturar o efeito de interesse controlando por variáveis não observáveis que fossem comuns a todas as escolas ou específicas a cada escola, desde que fixas ao longo do tempo, pondera-se as estimativas de diferenças em diferenças a partir da seguinte especificação empírica:

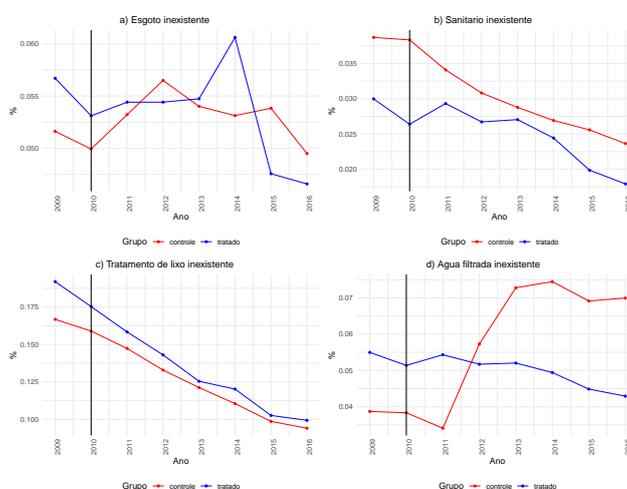
$$y_{it}^k = \sum_{j=1}^J \delta_{j,k} PCE_{j,it} + X'_{it} \beta_k + \sum_{j=1}^J \gamma_j a_{jt} + \mu_i + \epsilon_{it,k} \quad (1)$$

onde, y_{it}^k representa o indicador de resultado k para a escola da zona rural i no tempo t , com k englobando

os indicadores de condições de infraestrutura e educacionais; PCE é uma *dummy* que assume valor um, se a escola no ano t foi beneficiada pelo Programa a j anos; X_{it} representa um vetor de variáveis de controle das escolas e/ou região das escolas; a_{jt} representa dummies de ano para controlar mudanças temporais nas variáveis de resultados comuns a todas as escolas (tendência temporal); μ_i , um efeito fixo específico à escola i ; e $\epsilon_{it,k}$, um termo randômico.

Como destaca Abadie (2005), a hipótese de trajetórias paralelas entre os grupos de controle e tratamento assumida pelo modelo DiD é um pressuposto de identificação forte, especialmente em cenários com muita homogeneidade entre as observações. Embora não seja possível testar diretamente essa suposição, pode-se verificar se as tendências no tempo entre as escolas tratadas e não tratadas foram iguais no período anterior à intervenção. A Figura 1 exibe a evolução das condições de infraestrutura (esgoto inexistente, sanitários inexistentes, tratamento do lixo inexistente e água filtrada inexistente) de 2007 a 2016.

Figura 1 – Evolução dos indicadores de condições de infraestrutura por grupos de escolas rurais do semiárido brasileiro beneficiadas e não beneficiadas pelo Programa Cisternas nas Escolas.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do INEP/Brasil.

De acordo com os resultados expostos na Figura 1, ambos os grupos de escolas (beneficiadas e não beneficiadas) apresentavam tendências similares nos indicadores de infraestrutura no período anterior à intervenção (antes de 2010). Essas evidências implicam que as escolas dos possíveis grupos de tratamento e controle possuem trajetórias paralelas no período pré-tratamento, em que a estratégia de identificação usada não pode ser rejeitada.

5 Dados

A elaboração da base de dados desta pesquisa envolve o cruzamento de informações de diversas fontes, a saber: banco de dados fornecido pela ASA Brasil, microdados do Censo Escolar da Educação Básica do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), microdados do *Centre for Environmental Data Analysis*, dados Eleitorais do Tribunal Superior Eleitoral (TSE), assim como, dados oriundos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As escolas analisadas referem-se a uma amostra da zona rural da região do semiárido brasileiro observadas no período de 2009-2016, limitado à 2016 pela particularidade das diferentes base de dados que só permitem o cruzamento sem grandes perdas amostrais até esse ano. Desse modo, a partir de informações em nível de escola é então construído um painel de dados, que contempla unidades educacionais rurais presentes nos 1.133 municípios abrangidos pela região do semiárido (BRASIL, 2005).

Os dados relacionados à implementação do Programa de Cisternas nas Escolas foram disponibilizados pela coordenação do ASA Brasil. Na forma de um painel com o completo histórico da data de instalação das cisternas nas escolas beneficiadas, no período de 2010-2017, foi possível verificar que as cisternas são construídas ao longo de todo o ano não ocorrendo, desse modo, um mês específico para a referida instalação,

possivelmente em razão da irregularidade das chuvas que ocorrem normalmente no período de março a maio. Tendo sido possível verificar picos de construção nos meses de fevereiro, julho e dezembro, mas maior quantitativo no segundo semestre. Desse modo, considerando essa particularidade e dado que o objetivo da pesquisa consiste em identificar o impacto de atuação do programa sobre indicadores educacionais, os quais têm seu resultado construído ao longo de todo ano, a análise realizada considerou como ano de tratamento para as construções de cisternas no primeiro semestre, o ano corrente da instalação (t), e para as do segundo semestre, o ano seguinte (t+1), de forma que o efeito da água coletada apenas surja no ano posterior ao de construção.

A Tabela 3 lista as variáveis de resultado usadas nesta pesquisa, reportando também uma breve descrição e a fonte de dados. Observa-se que para essa investigação são utilizados quatro indicadores de resultado (variáveis dependentes). O ideal para investigar efeito direto desse tipo de político (acesso hídrico) seria mensurar o efeito do Programa sobre indicadores de saúde. No entanto, em razão da dificuldade de dados que cruzem informações de matrículas dos alunos em determinada escola e a situação de saúde desses, esse trabalho propõe uma análise voltada para condições de infraestrutura, tais como: acesso à esgoto, acesso à sanitários, tratamento do lixo e água filtrada. A partir do pressuposto básico que o acesso à recursos hídricos, um adequado sistema de tratamento das águas servidas e o manejo dos resíduos sólidos são fatores essenciais que, aliados às práticas higiênicas, impedem a propagação de doenças proporcionando um ambiente mais saudável.

Tabela 3 – Variáveis de resultado da avaliação, por descrição e fonte

Variáveis de resultado	Descrição	Fonte
1. Efeito Direto: indicadores de infraestrutura		
Acesso à esgoto inexistente, <i>Esgoto_inex</i>	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à qualquer condição de tratamento de esgoto na escola	Censo Escolar, INEP
Acesso à sanitários inexistente, <i>Sanitario_inex</i>	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à qualquer condição de acesso à sanitários na escola	Censo Escolar, INEP
Acesso à tratamento de lixo inexistente, <i>Lixo_inex</i>	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à qualquer condição de tratamento de lixo na escola	Censo Escolar, INEP
Acesso à água filtrada inexistente, <i>Agua_filt_inex</i>	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à água filtrada na escola	Censo Escolar, INEP

Fonte: Elaboração própria.

Sobre a matriz de covariadas, é importante ressaltar que a inserção dessas na análise é relevante tanto por uniformizar as escolas em termos de características observáveis no período pré-tratamento quanto por incluir um vetor de controles na especificação do estimador de diferenças em diferenças com a finalidade de tornar os coeficientes mais precisos controlando por fatores que pudessem estar correlacionados tanto com o tempo de atuação do Programa Cisternas nas Escolas quanto com os indicadores propostos (WOOLDRIDGE, 2010). Dessa forma, o vetor de variáveis explicativas, utilizado como controle no modelo DiD, pode ser formado por informações que contemplam fatores para autoseleção, abrangendo alguns componentes importantes para minimizar o vies de autoseleção, tais como: i. componente de autoseleção: precipitação média do município no período t e t-1, produção agrícola, número de famílias, nas proximidades da escola, com acesso ao programa de água para consumo; ii. componente escolar: proporção de professores com ensino superior, existência de biblioteca, acesso à internet, laboratório de informática, número de computadores; iii. componente político: partido do prefeito e percentual de votos no partido do governo federal. Todas essas variáveis podem ser melhor visualizadas no Quadro 5 a seguir.

Tabela 5 – Variáveis controles utilizadas na avaliação, por descrição e fonte

Variáveis de controle	Descrição	Fonte
i. Componente necessidade de água		
Seca extrema	Desvio padrão da série de precipitação média no município da escola.	Centre for Environmental Data Analysis, UK
Produção agrícola municipal (kg)	Quantidade produzida no município da escola.	PAM/IBGE
Número de beneficiários do PIMC	Total de cisternas instaladas pelo Programa PIMC no município da escola.	ASA Brasil
População	População estimada residente no município da escola.	DATASUS
ii. Componente escolar		
Percentual de docentes com nível superior no EF	Indica o total de professores com nível superior no EF em razão do total de professores no EF	INEP
Biblioteca	Variável binária em que 1 determina a presença de biblioteca na escola, e 0 c.c..	INEP
Acesso à internet	Variável binária em que 1 determina a presença de acesso à internet na escola, e 0 c.c..	INEP
Laboratório de informática	Variável binária em que 1 determina a presença de laboratório de informática na escola, e 0 c.c..	INEP
Número de computadores	Total de computadores por aluno na escola.	INEP
iii. Componente político		
Prefeito do partido do governo federal do período	Dado que nas eleições 2010 e 2014 o governo federal teve o PT como partido, essa variável representa uma variável dicotômica que será 1 para se o prefeito por do PT, 0 c.c.	TSE
Percentual de votos no presidente vencedor do período	Dado que nas eleições 2010 e 2014 o partido dos presidentes era o PT, essa variável se refere ao número de votos no presidente do PT em razão do total de voto úteis.	TSE

Fonte: Elaboração própria.

A escolha dessas variáveis tenta incorporar fatores associados com o aumento ou a diminuição das condições de infraestruturas, assim como, critérios de elegibilidade do Programa Cisternas nas Escolas. Uma vez que as variáveis que compõe o componente necessidades de água buscam abranger aspectos relacionados a vulnerabilidades da região da escola via situação de seca, a concentração hídrica na região a partir da *proxy* produção agrícola, a representação de grupo de pressão com quantitativo de famílias com acesso a cisternas via programa água para consumo e a população para crescimento da região da escola. As variáveis componente escolar o grau de desenvolvimento das escolas e o componente político para influencia no quesito de atração de recursos para a escola.

5.1 Condições de infraestrutura nas escolas do semiárido brasileiro

Nesta subseção são expostas as estatísticas descritivas, assim como, os testes de médias e intervalos de confiança sobre as variáveis de resultados, a saber: acesso à esgoto inexistente, acesso à sanitários inexistente, tratamento de lixo inexistente e acesso à água filtrada inexistente ao longo do período investigado, 2009-2016.

Levando-se em conta todas as particularidades ressaltadas na subseção anterior, a amostra foi de 15.835 escolas para o período de 2009-2016, tendo em conta os seguintes filtros: escolas rurais da região do semiárido brasileiro; escolas de ensino fundamental; escolas em funcionamento. Nessa perspectiva, a Tabela 7 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis usadas como dependentes por ano e por condição de beneficiárias do Programa (grupo tratado, GT) ou não (grupo não tratado, GNT).

Tabela 7 – Estatísticas descritivas da amostra: média e erro-padrão pelos diferentes grupos de tratamento

Ano		Esgoto inexistente		Sanitário inexistente		Lixo inexistente		Água filtrada inexistente	
		GNT	GT	GNT	GT	GNT	GT	GNT	GT
2009	Média	0,0519	-	0,0388	-	0,1692	-	0,0439	-
	DP	0,2220	-	0,1932	-	0,3749	-	0,1932	-
	Obs.:	15.835	0	15.835	0	15.835	0	15.835	0
2010	Média	0,0499	0,0769	0,0371	0,0000	0,1599	0,0769	0,0422	0,0250
	DP	0,2179	0,2773	0,1892	0,0000	0,3666	0,2773	0,1891	0,0120
	Obs.:	15.822	13	15.822	13	15.822	13	15.822	13
2011	Média	0,0513	0,0831	0,0336	0,0460	0,1464	0,1646	0,0379	0,0710
	DP	0,2207	0,2764	0,1801	0,2097	0,3535	0,3711	0,1801	0,2182
	Obs.:	15.270	565	15.270	565	15.270	565	15.270	565
2012	Média	0,0536	0,0867	0,0302	0,0354	0,1325	0,1327	0,0557	0,0603
	DP	0,2253	0,2817	0,1711	0,1849	0,3391	0,3395	0,2207	0,1759
	Obs.:	15.270	565	15.270	565	15.270	565	15.270	565
2013	Média	0,0528	0,0646	0,0286	0,0272	0,1195	0,1173	0,0684	0,0522
	DP	0,2238	0,2461	0,1668	0,1628	0,3244	0,3221	0,2449	0,1824
	Obs.:	15.247	588	15.247	588	15.247	588	15.247	588
2014	Média	0,0531	0,0609	0,0268	0,0219	0,1089	0,1252	0,0695	0,0469
	DP	0,2243	0,2394	0,1614	0,1468	0,3116	0,3312	0,2468	0,1642
	Obs.:	15.244	591	15.244	591	15.244	591	15.244	591
2015	Média	0,05207	0,0518	0,0257	0,0210	0,0964	0,0980	0,0665	0,0460
	DP	0,2222	0,2217	0,1583	0,1225	0,2951	0,2974	0,2457	0,1434
	Obs.:	13.693	2.142	13.693	2.142	13.693	2.142	13.693	2.142
2016	Média	0,0488	0,0467	0,0241	0,0181	0,0917	0,0964	0,0689	0,0431
	DP	0,2155	0,2110	0,1533	0,1334	0,2887	0,2953	0,2535	0,1233
	Obs.:	12.580	3.255	12.580	3.255	12.580	3.255	12.580	3.255

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INEP. Nota: Desvio-padrão entre parênteses.

A partir da referida tabela é possível perceber uma tendência negativa em relação à todas as condições de infraestrutura investigadas, para ambos os grupos, participantes (GT) e não participantes do Programa (GNT), sobretudo, observando os anos 2010 e 2016, sugerindo melhorias, em média, ao longo dos anos. No entanto, também mostram que as escolas beneficiadas pelo programa têm apresentado redução percentual relativamente maior em relação ao grupo de escolas não beneficiadas, mesmo com o quantitativo de escolas tratadas aumentando ao longo dos anos. Isso se deve, talvez, em razão da necessidade de tempo que determinadas condições de infraestrutura requerem, em sua grande parte, para construção. Segundo as quais, a heterogeneidade proveniente ao tempo de entrada da escola no Programa pode influenciar nos seus referidos resultados.

A Tabela 9, por sua vez, reporta os testes de médias e intervalos de confiança sobre as variáveis de resultados, como forma de verificar possíveis efeitos iniciais.

Tabela 9 – Evidências iniciais dos indicadores de resultados (condições de infraestrutura) das escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas no semiárido brasileiro - Testes de médias e intervalo de confiança.

Cisternas nas escolas	Total de escolas	Esgoto inexistente	Sanitário inexistente	Lixo inexistente	Água filtrada inexistente
0	12.580	0,0518	0,0317	0,1261	0,0570
		0,0504-0,0531	0,0307-0,0328	0,1240-0,1281	0,0556-0,0585
		0,3884	0,0000	0,0000	0,0000
1	3.255	0,0531	0,0253	0,1374	0,0262
		0,0504-0,0558	0,0234-0,0273	0,1332-0,1415	0,0231-0,0282
		0,3884	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INEP. Nota: Intervalos com 95% de confiança para as médias calculadas.

As evidências contidas na Tabela 9 apontam que, com 95% de confiança, os intervalos afirmam que

as médias entre os grupos para condição de acesso à esgoto são iguais com sobreposição. Logo, a partir de uma análise ingênua, as escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas têm, em média, uma realidade similar ao longo de todo o período. Porém, é possível que a inexistência de qualquer diferença seja causada por fatores observáveis ou não observáveis que não estejam sendo controlados e, conseqüentemente, faz com que o contrafactual não seja tão confiável no sentido de não comprometer o efeito de interesse. Isso porque observáveis fixos da escola ou localidade (que poderiam determinar sua seleção ao tratamento), assim como, características do município e/ou da escola que variam ao longo do tempo, tais como: fatores políticos, de gestão ou de choques econômicos podem estar correlacionados tanto com as condições de infraestrutura quanto com o Programa de Cisternas comprometendo, dessa forma, as estimativas se não levados em consideração na estimação.

Por outro lado, condições de acesso à sanitário, tratamento de lixo e acesso à água filtrada apresentaram resultados que rejeitaram a hipótese nula, sugerindo que, em média, as referidas condições diferem entre as escolas beneficiadas pelo Programa e as não beneficiadas. No que compreende as médias encontradas tem-se que a diferença entre os grupos é maior para o grupo de escolas não tratadas nas condições de sanitário inexistente e água filtrada, quando em média, respectivamente, 3,17% e 5,70% dessas não possuem a referida condição, contra apenas, respectivamente, 2,53% e 2,62% para o grupo de escolas tratadas. Essa inferência inicial pode sinalizar uma externalidade positiva do Programa Cisternas, onde a política tem sido capaz de proporcionar melhorias em outras condições de infraestruturas igualmente necessárias às escolas.

A métrica do teste de médias é recorrente para situações em que a seleção das escolas tratadas e não tratadas tenha sido realizada pelo método de aleatorização. No entanto, como exposto na Tabela 1 algumas características pertinentes às escolas podem influenciar a escolha das beneficiárias, desse modo, para confirmar realmente o efeito causal do Programa e a magnitude desse efeito precisa-se recorrer a outros métodos que busquem solucionar o problema do viés de autoseleção, como a combinação dos métodos de pareamento via modelo de duração e de diferenças e diferenças já discutidos na seção anterior proposto para essa investigação e cujos resultados podem ser verificados na seção a seguir.

6 Resultados

Sob a hipótese de que a disponibilidade de recursos hídricos é um importante fator para que cuidados básicos tais como água filtrada, limpeza de sanitários, tratamento de esgoto, por exemplo, sejam realizados proporcionando um ambiente de maior bem estar e segurança à saúde e, conseqüentemente, de melhor desempenho e maior permanência escolar, esta seção faz uma discussão a partir das estimativas de impactos diretos do Programa Cisternas nas Escolas nas condições de infraestrutura básica para o melhor bem estar dos alunos. A partir do pressuposto básico que o acesso à recursos hídricos, um adequado sistema de tratamento das águas servidas e o manejo dos resíduos sólidos são fatores essenciais que, aliados às práticas higiênicas, impedem a propagação de doenças proporcionando um ambiente mais saudável.

Uma outra consideração, sobre os efeitos a serem apresentados, é que fatores variáveis como vulnerabilidade da escola, pressão social da comunidade local e componente político podem afetar o tempo de entrada no Programa e, conseqüentemente, culminar em um problema de autoseleção, cuja decisão fica a cargo de outros fatores variáveis capazes de influenciar a entrada e os resultados do Programa, comprometendo as estimativas.

Mediante ao exposto, para fins de uma mensuração menos tendenciosa, é de suma importância a identificação de um grupo de escolas com características similares às beneficiadas pela política, conforme será discutido num primeiro momento dessa subseção. Uma vez que a não participação no Programa não é suficiente para que as escolas possam ser alocadas como grupo de controle, dado que essas podem ter características muito distintas das escolas não participantes, de modo a não representarem uma situação de contrafactual.

Destarte, essa subseção apresenta os principais elementos que subsidiam as discussões dos efeitos da escola ser beneficiária ou não do Programa Cisternas sobre condições de inexistência de infraestrutura básicas como acesso a esgoto, acesso à sanitário, tratamento de lixo e água filtrada, no período de 2009-2016. Contudo, as subseções a seguir exibem os resultados para a estratégia de pareamento (*Propensity Score*) e o efeito médio do Programa nos referidos indicadores a partir de um modelo de Diferenças em Diferenças.

6.1 Probabilidade de adesão ao Programa Cisternas nas Escolas e análise do grau de ajustamento do pareamento

Vários elementos observáveis podem influenciar o momento a decisão de uma dada escola ser ou não ser coberta pelo Programa Cisternas, assim como, os indicadores de resultados. Nessa circunstância, a Tabela 11 reporta a probabilidade de uma escola ingressar em um dado período no Programa usando um modelo de duração ou de sobrevivência - *Cox Proportional hazard model*.

A modelagem adotada e as escolhas das variáveis foram baseadas em Galiani *et al.* (2005) e Rocha & Soares (2010), de uma forma que a probabilidade de que uma escola localizada em um dado município e período de tempo é uma função de um conjunto de covariadas fixas e variantes no tempo.

Para a estimativa do coeficiente de risco (*hazard*), primeiro definiu-se como variável dependente uma *dummy* que indica a presença do Programa na escola. Em seguida, para operacionalizar a implementação desse modelo, faz-se o seguinte recorte: no momento em que uma escola entra no Programa Cisternas, a mesma deixa a amostra no períodos seguintes, preservando, assim, sempre as escolas sem participação no Programa (ROCHA; SOARES, 2010) ¹.

Tabela 11 – Estimação do risco (hazard) da probabilidade de entrada no Programa Cisterna nas escolas do semiárido brasileiro, 2009-2016

	(1)	(2)	(3)
Fatores medidos no início do período			
Porte Populacional (2009)			
De 5 a menos de 10 mil	0.752*** (0.122)	0.750*** (0.122)	0.737*** (0.122)
De 10 a menos de 20 mil	0.708*** (0.116)	0.647** (0.117)	0.620** (0.117)
De 20 a menos de 50 mil	0.785*** (0.115)	0.804*** (0.118)	0.770*** (0.118)
De 50 a menos de 100 mil	0.537 (0.126)	0.544 (0.128)	0.502 (0.129)
De 100 a menos de 500 mil	1.107** (0.153)	1.203** (0.156)	1.145** (0.155)
De 500 mil ou mais	-12.863*** (251.042)	-13.068*** (255.586)	-13.019*** (256.859)
% pop. rural (2010)	0.004 (0.001)	0.007 (0.001)	0.007 (0.002)
PIB real <i>per capita</i> (2009)	-0.059** (0.009)	-0.077** (0.010)	-0.076** (0.010)
Anos de estudo (2000)	0.082 (0.038)	0.163 (0.039)	0.165 (0.039)
Fatores variáveis no tempo			
<i>Componente vulnerabilidade hídrica escolar</i>			
água inexistente		0.301** (0.046)	0.316*** (0.046)
<i>Componente necessidades da região</i>			
seca moderada (t-1)		-1.134*** (0.058)	1.149*** (0.058)
seca extrema (t-1)		1.206* (0.213)	1.243* (0.213)
produção total do município (kg)		0.0003 (0.0001)	0.0002 (0.0001)
n cisternas (P1MC)		0.0003 (0.0001)	0.0003 (0.0001)
<i>Componente grupo de pressão</i>			
n matrículas		0.0003	0.0004

(Continua na próxima página)

¹Essa exclusão se faz necessária para adequar a análise sobre os fatores associados ao momento específico de entrada no Programa. Portanto, demarca-se o momento em que a escola está sendo coberta pelo programa excluindo-a nos períodos seguintes da amostra

Tabela 11 – Continuação

	(1)	(2)	(3)
		(0.001)	(0.001)
n alunos (max 15 anos)		0.0005	0.0004
		(0.001)	(0.001)
escola indígena ou quilombola		0.364*	0.363*
		(0.078)	(0.078)
n indígenas		0.003**	0.002*
		(0.001)	(0.001)
<i>Componente infraestrutura - porte da escola</i>			
biblioteca		-0.044	-0.039
		(0.064)	(0.065)
laboratório ciências		-0.312	-0.357
		(0.369)	(0.370)
internet		-0.250***	-0.259***
		(0.051)	(0.051)
n computadores por aluno		-0.009	-0.008
		(0.007)	(0.007)
quadra de esportes		-0.115	-0.113
		(0.072)	(0.073)
		(0.0001)	(0.0001)
<i>Componente de gestão escolar</i>			
sala de professor		0.018	0.008
		(0.053)	(0.053)
% docentes nível superior no EF		0.002***	0.002***
		(0.0005)	(0.0005)
<i>Componente político</i>			
prefeito do PT			0.404**
			(0.048)
% votos presidente do PT			0.0002
			(0.002)
Observações	122,216	122,216	122,216
count R2	0.463	0.419	0.419

Sob a hipótese de que escolas de regiões menos desenvolvidas tenham maior probabilidade de serem beneficiadas pelo Programa Cisterna nas Escolas, uma parte do status socioeconômico dos municípios onde a escola está situada foi usado como dimensão invariante no tempo, incluindo porte populacional, proporção da população rural, renda *per capita* e médias de anos de estudo de pessoas de 25 anos ou mais nos censos demográficos 2000 e 2010 - período considerado pré tratamento. Tal hipótese não pode ser rejeitada, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 11, visto que os fatores socioeconômicos se correlacionaram com as chances de entrada no Programa. Desse grupo de variáveis, destacam-se a renda per capita e, sobretudo, o porte populacional do município, dos quais quanto maior a renda do município haverá, em média, uma probabilidade de escolas situadas nesse entrar no Programa 7,6% menor, por outro lado, municípios com até 10 mil habitantes aumentam as chances de suas escolas serem beneficiadas em cerca de 74%, em comparação a escolas com maior população, dado que esses possivelmente tendem a ser menos desenvolvidos. Desse referido grupo percebe-se que indicadores de médias de anos de estudo e proporção de população rural não foram estatisticamente significante, no entanto, sua retirada compromete o ajuste do modelo, portanto a permanência das mesmas na estimação.

Fatores observados que variam no tempo também foram analisados, modelos 2 e 3, sob a hipótese de que a seleção da escola envolve quesitos como a própria inexistência de água, a necessidade hídrica da região, se a escola está situada numa região de grupos de pressão e vulnerabilidade – como região indígena ou quilombola, ou que possui maior quantitativo de crianças de no máximo 15 anos, conforme exposto na Tabela 3 –, assim como, seu porte e/ou tamanho e o partido político que domina a gestão do município da escola, quanto a esse último sua inserção se deve mediante a hipótese de que sendo o partido do prefeito o mesmo partido do governo federal, em razão da parceria ASA Brasil e MDS, há possibilidade de existir algum viés

política na seleção. Dentre os resultados apresentados na Tabela 11, como esperado, a inexistência de água apresenta coeficiente significativos estatisticamente com relevante efeito marginal nas chances de ingresso da escola no Programa Cisternas, nos modelos 2 e 3. Além disso, as condições de seca moderada e seca extrema também apresentaram resultados significativos estatisticamente, e conforme esperado a exposição à condições de seca extrema na região da escola aumenta, em média, a probabilidade da seleção ao Programa.

Por outro lado, ainda nos modelo 2 e 3, os resultados do componente grupo de pressão também chamaram atenção, já que o número de matrículas e o quantitativo de alunos com idade máxima de 15 anos não mostraram significância estatística, critérios esse citados como relevantes para a seleção da escola, como exposto na Tabela 3, no entanto, tais variáveis foram mantidas no modelo de estimação do escore de propensão pelo fato de estarem presente como possíveis determinantes na participação da escola na política. Por outro lado, os resultados sugerem que a decisão de entrada no Programa está correlacionado positivamente com a condição de escola indígena ou quilombola, aumentando, em média, cerca de 36% a chance de participação dessas escolas no Programa, e com elevado quantitativo de alunos indígenas. Quanto ao componente porte da escola, sob a hipótese de que o Programa visa beneficiar escolas em condição de infraestrutura menos desenvolvida, destaca-se o resultado de acesso a internet por apresentar resultado estatisticamente significativo e coeficiente negativo e expressivo, reduzindo em 25,9% a chance de de escolas que possuem internet entrarem no Programa. Os choques no tempo de escolaridade dos docentes e o partido do prefeito do município correspondente ao do governo federal, na maior parte dos casos, são estatisticamente significativos e em específico para o componente política apresentou coeficientes com alta representatividade, ao apresentar uma probabilidade, em média, cerca de 40,4% vezes maior de escolas de municípios cujo prefeito fosse do PT ingressarem no Programa, isso porque, dada a parceria ASA e MDS, escolas cujo partido seja o mesmo do governo federal possa ter algum benefício na seleção.

Todavia, os resultados apresentados na Tabela 11 evidenciam que tanto covariadas fixas como fatores observados que sofrem mudança no tempo conseguem explicar a decisão de entrada da escola no Programa Cisternas. Esse resultado é importante para o delineamento do método de estimação e identificação do efeito médio da ampliação do acesso a recursos hídricos proporcionados pelo referido Programa sobre indicadores de infraestrutura que podem proporcionar melhor condição de saúde aos alunos. Sendo então o referido resultado utilizado para construção do suporte comum e contrafactual observável a partir do cálculo do escore de propensão.

Dentro desta ótica, a partir da análise dos coeficientes da Tabela 11, é importante analisar o poder preditivo do modelo de resposta binária usado na estimação do *propensity score*. A proporção de casos corretamente previstos foi de 41,9%, indicando que o número de casos classificados de modo correto supera as ocorrências classificadas imprecisamente.

6.2 Efeito do Programa Cisternas nas Escolas sobre condições de infraestrutura

Os resultados procedentes do modelo estimado a partir da equação 1 para condições de infraestrutura inexistentes nas escolas do semiárido brasileiro são apresentados na Tabela 12. Nesses são considerados além do efeito fixo, a possível influência de observáveis variantes no tempo não controlados pelo modelo de diferenças em diferenças, assim como, a heterogeneidade ao tempo de entrada da escola no programa, sob o pressuposto da necessidade de tempo que determinadas condições de infraestrutura requerem, em sua grande parte, para construção. Essa tabela possui resultados para os quatro indicadores propostos a saber: rede de esgoto inexistente, acesso a sanitário inexistente, tratamento para o lixo inexistente e água filtrada inexistente, cujas estimativas incluindo efeitos fixos dos municípios, dummies de ano (tendência) e covariadas observadas variantes no tempo estão dispostas nos modelos de 1 a 4, respectivamente.

Tabela 12 – Resultados por tempo de exposição, 2009-2016

	<i>Variável dependente</i>			
	Esgoto_inex	Sanitario_inex	Lixo_inex	Agua_filtrada_inex
	(1)	(2)	(3)	(4)
Tempo de exposição				
1 ano	-0,0002 (0,0029)	0,0027 (0,0024)	-0,0077** (0,0039)	-0,0152*** (0,0040)
2 anos	-0,0005 (0,0051)	-0,0037 (0,0043)	-0,0198*** (0,0068)	-0,0303*** (0,0070)
3 anos	-0,0158*** (0,0060)	-0,0084 (0,0051)	-0,0241*** (0,0081)	-0,0499*** (0,0083)
4 anos	-0,0243*** (0,0060)	-0,0117** (0,0052)	-0,0196** (0,0081)	-0,0544*** (0,0083)
5 anos	-0,0376*** (0,0062)	-0,0196*** (0,0053)	-0,0348*** (0,0083)	-0,0606*** (0,0085)
6 anos	-0,0351*** (0,0068)	-0,0260*** (0,0058)	-0,0449*** (0,0092)	-0,0728*** (0,0094)
Efeito fixo	sim	sim	sim	sim
Tendência	sim	sim	sim	sim
Controles	sim	sim	sim	sim
Observações	126.680	126.680	126.680	126.680
R ²	0,0021	0,0039	0,0290	0,0072

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Erros-padrão robustos à heterocedasticidade entre parênteses. ***Estatisticamente significativa a 1%. **Estatisticamente significativa a 5%. *Estatisticamente significativa a 10%.

Em linhas gerais, os resultados encontrados para os indicadores de condição de infraestrutura seguem características similares de redução na condição de inexistência, sobretudo, para as escolas a mais tempo cobertas pelo Programa. Isto é, o efeito médio, em termos absolutos, é decrescente com o tempo em que as escolas estão cobertas pelo Programa Cisternas, com destaque para reduções na ausência de tratamento de lixo e água filtrada desde o primeiro ano de cobertura. Desse modo, os resultados sugerem que o Programa parece ser exitoso ao melhorar condições de infraestrutura básicas que podem promover melhorias ao bem estar dos alunos da zona rural do semiárido brasileiro.

Sem perder de vista a maturidade dos resultados esperados, pode-se enquadrar ausência de tratamento de lixo e água filtrada como indicadores de impacto de repercussão mais imediata do que inexistência de esgoto e acesso à sanitário. Nesse cenário, escolas expostas a pouco tempo ao Programa já exibem expressivas diminuições no quantitativo de alunos sem acesso a essas duas condições básicas. Para o contexto brasileiro, esses resultados são bastante relevantes, já que de acordo com Rego *et al.* (2005) crianças expostas ao lixo no ambiente em que convivem têm probabilidade 3,98 vezes maior de ter diarreia, quando comparadas a crianças que não são expostas. Por sua vez, conforme Victora *et al.* (2011), por melhorias no sistema de água constituir um dos determinantes da evolução dos indicadores de saúde e nutrição infantil ao reduzir em cerca de 4% as chances de doenças diarréicas e, conseqüentemente, a mortalidade infantil. Visto que Mendonça & Motta (2009) investigando o efeito de melhorias de acesso a água, a partir de um modelo de dados em painel com efeito fixo para os estados brasileiros no período 1981-2001, diagnosticaram que uma variação marginal equivalente a estender os serviços de tratamento de água a mais 1% da população reduziria em cerca de 108 os casos de mortalidade, cujos custos médios por morte evitada obtido por esse tipo de melhorias para 1% da população num total de R\$ 168 mil seriam mais justificáveis economicamente para a contínua redução da mortalidade infantil em contrapartida aos gastos defensivos nos serviços de saúde no país que totalizaram R\$ 282 mil.

Além dos referidos resultados, vale ressaltar que identificar que o referido Programa proporciona melhorias no acesso a água filtrada e tratamento de lixo é importante não apenas para condições de saúde como também para indicadores de educação. Dado que, segundo Relatório de Desenvolvimento Humano (2006), infecções parasitárias transmitidas pela água ou pelas más condições de tratamento de resíduos sólidos provocam 443 milhões de faltas escolares por ano no mundo. Do mesmo modo que, também explica evasão

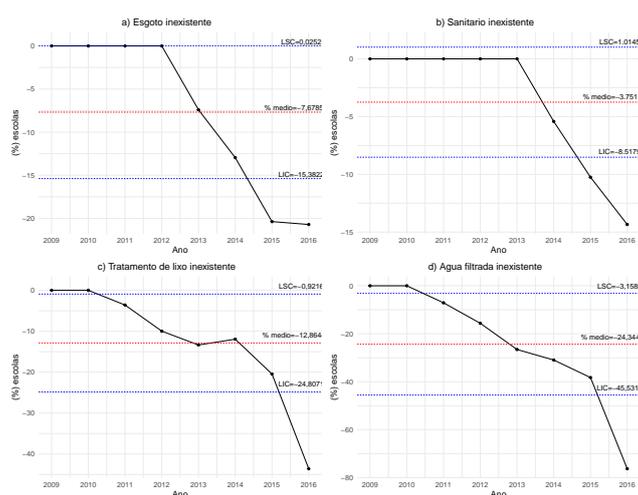
escolar (MIGUEL; KREMER, 2004).

Ainda em referência a Tabela 12 observa-se que os coeficientes de tempo de exposição com significância estatística e com sinal esperado só é observado para as escolas com condição de inexistência de acesso a esgoto há pelo menos 3 anos e há pelo menos 4 anos para algum efeito sobre a inexistência de acesso à sanitários dentro ou fora da escola, segundo o qual quanto maior o tempo de exposição ao Programa, maior tende a ser o efeito em termos absolutos, sugerindo que melhorias nessa condição de infraestrutura é crescente com o período em que a escola é beneficiada. Tal resultado possivelmente é explicado pela necessidade de investimento para a construção e/ou instalação dessas condições de infraestrutura, já que necessitam de um certo tempo para que sejam realizadas.

As evidências para inexistência de acesso a esgoto e a sanitários encontradas na Tabela 12 mostram-se interessantes, em particular, na área rural, uma vez que conforme Kassouf (1994) o sistema de esgoto afeta positivamente a saúde de crianças, bem como, por existir constatações de superioridade da intervenção de esgotamento sanitário comparativamente à oferta de água na queda de incidência de diversas doenças relacionadas às condições de saneamento, tais como: diarreia, hepatite A, febre amarela, leishmaniose, malária, febre tifoide e esquistossomose, de acordo com (ESREY *et al.*, 1991).

No tocante ao objetivo finalístico do Programa de promover melhor qualidade de vida aos alunos a partir de acesso hídrico, a Figura 2 apresenta estimativas calculadas a partir dos coeficientes evidenciados na Tabela 12.

Figura 2 – Taxa de variação e intervalo de confiança do acesso inexistente às condições de infraestrutura básicas nas escolas do semiárido brasileiro, 2009 a 2016.



Fonte: Elaboração própria, a partir de dados fornecidos pela ASA Brasil.

A partir da Figura 2 tem-se que o Programa Cisterna conseguiu reduzir a condição de esgoto inexistente, numa média, de 7,68% das escolas rurais do semiárido brasileiro, o que significa um benefício, em média, por ano, para cerca de 82 alunos que antes não tinham acesso à tal condição. Enquanto para condição de sanitário inexistente a redução foi de 3,75% das escolas sem esse tipo de infraestrutura, representando um ganho anual, em média, para cerca de 39 alunos. Por fim, para as condições de água filtrada e lixo inexistente as reduções foram mais expressiva de 24,34% e 12,86%, na média anual do período. Um benefício em média, por ano, para 270 e 142 alunos, respectivamente, sem esse tipo de acesso.

7 Considerações Finais

No Brasil o quantitativo de escolas sem acesso à recursos hídricos ainda é representativo. Tendo em vista a experiência recente do Programa Cisternas nas Escolas no semiárido brasileiro, que tem ampliado o acesso à água nas escolas rurais, esta pesquisa fez a análise da efetividade do referido Programa em termos de melhorias nas condições de infraestrutura básica capazes de promover um ambiente saudável e de maior bem estar aos alunos.

Num primeiro momento, com base nas evidências sobre os fatores associados às diferentes entradas de escolas no Programa Cisternas constatou-se que as características socioeconômicas e demográficas variantes no tempo – tais como número de alunos matriculados, água inexistente, porte da escola — conseguem explicar a decisão de adesão ao Programa numa proporção menor do que os fatores fixos – tais como porte populacional e renda – que sofrem pouca mudança no tempo. Desse modo, dado que a participação no Programa não é conduzida de forma clara por fatores observados variantes no tempo, é menos provável que seja correlacionada com atributos não observáveis variantes no tempo e, assim, as estimativas derivadas do modelo de efeito fixo utilizados neste estudo tendem a ser menos sensíveis ao problema de viés de seleção. Outro ponto favorável à estratégia de estimação adotada é que a hipótese de trajetórias paralelas pré-Programa não pode ser rejeitada.

Nesse contexto, os principais achados da pesquisa indicam que, no nível das escolas rurais do semiárido, o efeito do acesso à água sobre melhorias nas condições de infraestrutura foi obtido. Segundo os quais a redução para as condições de infraestrutura inexistentes acesso à esgoto, acesso à sanitários, acesso à tratamento de lixo e acesso água filtrada é crescente com o tempo de exposição das escolas ao Programa. A partir dos quais percebe-se, portanto, que tal efeito parece ser mais consistente à longo prazo, sobretudo, para as condições de infraestrutura acesso à esgoto e à sanitários.

Contudo, políticas públicas voltadas para a redução das condições precárias de acesso hídrico nas escolas brasileiras devem levar em consideração os impactos positivos que tais condições exercem no ambiente escolar, em particular das crianças, assim como, os impactos educacionais decorrentes das dificuldades que a falta desses recursos promovem para a permanência dessas na escola. Desse modo, a partir das evidências constatadas nesse estudo sugere-se, aos gestores públicos, a necessidade de continuidade do programa para demais escolas rurais brasileiras, uma vez que, em 2016, por exemplo, cerca de 14% do total de escolas do semiárido brasileiro com perfil apto ao programa declaram serviço de abastecimento de água inexistente.

Referências

- ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. *The Review of Economic Studies*, Wiley-Blackwell, v. 72, n. 1, p. 1–19, 2005.
- ABOU-ALI, H. The effect of water and sanitation on child mortality in egypt. *rapport nr.: Working Papers in Economics*, n. 112, 2003.
- ALENCAR, M. O. de; JUSTO, W. R.; ALVES, D. F. Os efeitos do programa uma terra e duas águas (p1+ 2) sobre a qualidade de vida do pequeno produtor rural do semiárido nordestino: O caso do município de jardim (ce). *Revista Econômica do Nordeste*, v. 49, n. 1, p. 165–180, 2018.
- AROURI, M.; BA-DIAGNE, B.; BEN-YOUSSEF, A.; BESONG, R.; NGUYEN, C. Access to improved water, human capital and economic activity in africa. 2014.
- BEACH, B.; FERRIE, J.; SAAVEDRA, M.; TROESKEN, W. Typhoid fever, water quality, and human capital formation. *The Journal of Economic History*, Cambridge University Press, v. 76, n. 1, p. 41–75, 2016.
- BECKER, G. S. Front matter, human capital: a theoretical and empirical analysis, with special reference to education. In: *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education, Second Edition*. [S.l.]: NBER, 1975. p. 22–0.
- BINSWANGER, H. P.; KHANDKER, S. R.; ROSENZWEIG, M. R. How infrastructure and financial institutions affect agricultural output and investment in india. *Journal of development Economics*, Elsevier, v. 41, n. 2, p. 337–366, 1993.
- BOBONIS, G. J.; GERTLER, P.; GONZALEZ-NAVARRO, M.; NICHTER, S. *Vulnerability and Clientelism*. [S.l.], 2017.

- COLCLOUGH, C. The impact of primary schooling on economic development: a review of the evidence. *World Development*, Elsevier, v. 10, n. 3, p. 167–185, 1982.
- COSTA, L. V.; SILVA, M. M. da C.; BRAGA, M. J.; LÍRIO, V. S. Fatores associados à segurança alimentar nos domicílios brasileiros em 2009. *Economia e Sociedade*, v. 23, n. 2, p. 373–394, 2014.
- DUFLO, E.; DUPAS, P.; KREMER, M. Peer effects, teacher incentives, and the impact of tracking: Evidence from a randomized evaluation in kenya. *American Economic Review*, v. 101, n. 5, p. 1739–74, 2011.
- ESREY, S. A.; POTASH, J. B.; ROBERTS, L.; SHIFF, C. Effects of improved water supply and sanitation on ascariasis, diarrhoea, dracunculiasis, hookworm infection, schistosomiasis, and trachoma. *Bulletin of the World Health organization*, World Health Organization, v. 69, n. 5, p. 609, 1991.
- FAY, M.; LEIPZIGER, D.; WODON, Q.; YEPES, T. Achieving child-health-related millennium development goals: The role of infrastructure. *World Development*, Elsevier, v. 33, n. 8, p. 1267–1284, 2005.
- GALIANI, S.; GERTLER, P.; SCHARGRODSKY, E. Water for life: The impact of the privatization of water services on child mortality. *Journal of political economy*, The University of Chicago Press, v. 113, n. 1, p. 83–120, 2005.
- GALIANI, S.; GONZALEZ-ROZADA, M.; SCHARGRODSKY, E. Water expansions in shantytowns: health and savings. *Economica*, Wiley Online Library, v. 76, n. 304, p. 607–622, 2009.
- GAMPER-RABINDRAN, S.; KHAN, S.; TIMMINS, C. The impact of piped water provision on infant mortality in brazil: A quantile panel data approach. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 92, n. 2, p. 188–200, 2010.
- GLEWWE, P.; KREMER, M. Schools, teachers, and education outcomes in developing countries. *Handbook of the Economics of Education*, Elsevier, v. 2, p. 945–1017, 2006.
- HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. E. Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. *The review of economic studies*, Wiley-Blackwell, v. 64, n. 4, p. 605–654, 1997.
- ILAHI, N.; GRIMARD, F. Public infrastructure and private costs: water supply and time allocation of women in rural pakistan. *Economic Development and Cultural Change*, The University of Chicago Press, v. 49, n. 1, p. 45–75, 2000.
- IPEA. *Desenvolvimento Rural. Políticas sociais: acompanhamento e análise*. [S.l.: s.n.], 2003.
- JALAN, J.; RAVALLION, M. *et al.* Does piped water reduce diarrhea for children in rural india? *Journal of Econometrics*, Elsevier, v. 112, n. 1, p. 153–173, 2003.
- JASPER, C.; LE, T.-T.; BARTRAM, J. Water and sanitation in schools: a systematic review of the health and educational outcomes. *International journal of environmental research and public health*, Molecular Diversity Preservation International, v. 9, n. 8, p. 2772–2787, 2012.
- JOSHI, A.; AMADI, C. Impact of water, sanitation, and hygiene interventions on improving health outcomes among school children. *Journal of environmental and public health*, Hindawi, v. 2013, 2013.
- KASSOUF, A. L. A demanda de saúde infantil no brasil por região e setor. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 24, n. 2, p. 235–260, 1994.
- KHANNA, G. *The impact on child health from access to water and sanitation and other socioeconomic factors*. [S.l.], 2008.
- KOMARULZAMAN, A. *Water Affordability, Water Quality and their Consequences for Health and Education in Indonesia*. Tese (Doutorado) — [S.l.: sn], 2017.
- KOSEC, K. The child health implications of privatizing africa’s urban water supply. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 35, p. 1–19, 2014.
- KUMAR, S.; VOLLMER, S. Does access to improved sanitation reduce childhood diarrhea in rural india? *Health Economics*, Wiley Online Library, v. 22, n. 4, p. 410–427, 2013.

- LAVY, V.; STRAUSS, J.; THOMAS, D.; VREYER, P. D. Quality of health care, survival and health outcomes in ghana. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 15, n. 3, p. 333–357, 1996.
- LOPES, E. S. A.; LIMA, S. L. S. Análise do programa um milhão de cisternas rurais-p1mc, no município de tobias barreto, estado de sergipe. *MELO, ROL de; HANSEN, DL (Orgs.). Ensaios econômicos: conceitos e impasses do desenvolvimento regional*, v. 1, p. 275–324, 2005.
- LUNA, C. F.; BRITO, A. M. d.; COSTA, A. M.; LAPA, T. M.; FLINT, J. A.; MARCYNUK, P. *et al.* Impacto do uso da água de cisternas na ocorrência de episódios diarreicos na população rural do agreste central de pernambuco, brasil. *Rev Bras Saúde Mater Infant*, SciELO Brasil, v. 11, n. 3, p. 283–92, 2011.
- MANGYO, E. The effect of water accessibility on child health in china. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 27, n. 5, p. 1343–1356, 2008.
- MAXWELL, D.; LEVIN, C.; ARMAR-KLEMESU, M.; RUEL, M.; MORRIS, S. *et al.* *Urban livelihoods and food and nutrition security in Greater Accra, Ghana*. [S.l.]: IFPRI, Washington, DC, US, 2000.
- MENDONÇA, M. J. C. de; MOTTA, R. S. da. Saúde e saneamento no brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 30, 2009.
- MIGUEL, E.; KREMER, M. Worms: identifying impacts on education and health in the presence of treatment externalities. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 72, n. 1, p. 159–217, 2004.
- NAUGES, C.; STRAND, J. Water hauling and girls' school attendance: Some new evidence from ghana. *Environmental and Resource Economics*, v. 66, n. 1, p. 65–88, 2017.
- REGO, R.; MORAES, L. R. S.; DOURADO, I. Diarrhoea and garbage disposal in salvador, brazil. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, v. 99, n. 1, p. 48–54, 2005.
- ROCHA, R.; SOARES, R. R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from brazil's family health program. *Health economics*, Wiley Online Library, v. 19, n. S1, p. 126–158, 2010.
- ROSENBAUM, P. R. Design sensitivity and efficiency in observational studies. *Journal of the American Statistical Association*, Taylor & Francis, v. 105, n. 490, p. 692–702, 2010.
- SCHULTZ, T. W. Human capital: Policy issues and research opportunities. In: *Economic Research: Retrospect and Prospect, Volume 6, Human Resources*. [S.l.]: NBER, 1972. p. 1–84.
- SMITH, L. C.; HADDAD, L. J. *Explaining child malnutrition in developing countries: A cross-country analysis*. [S.l.]: Intl Food Policy Res Inst, 2000. v. 111.
- TWEETEN, L. The economics of global food security. *Review of Agricultural Economics*, Oxford University Press, v. 21, n. 2, p. 473–488, 1999.
- USMAN, M. A.; GERBER, N.; BRAUN, J. von. The impact of drinking water quality and sanitation on child health: Evidence from rural ethiopia. *The Journal of Development Studies*, Taylor & Francis, p. 1–19, 2018.
- VICTORA, C. G.; BARRETO, M. L.; LEAL, M. do C.; MONTEIRO, C. A.; SCHMIDT, M. I.; PAIM, J.; BASTOS, F. I.; ALMEIDA, C.; BAHIA, L.; TRAVASSOS, C. *et al.* Health conditions and health-policy innovations in brazil: the way forward. *The Lancet*, Elsevier, v. 377, n. 9782, p. 2042–2053, 2011.
- WHO. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and sdg baselines. World Health Organization, 2017.
- WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. [S.l.]: MIT press, 2010.
- ZHANG, J. The impact of water quality on health: Evidence from the drinking water infrastructure program in rural china. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 31, n. 1, p. 122–134, 2012.
- ZHANG, J.; XU, L. C. The long-run effects of treated water on education: The rural drinking water program in china. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 122, p. 1–15, 2016.