



Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Sociais Aplicadas  
Programa de Pós-Graduação em Economia

Ensaio em Microeconomia Aplicada: estratégias  
de risco em processo licitatório e análise de  
política de acesso à água no ambiente escolar

Eryka Fernanda Miranda Sobral

João Pessoa - PB  
2020

Eryka Fernanda Miranda Sobral

**Ensaio em Microeconomia Aplicada: estratégias de risco  
em processo licitatório e análise de política de acesso à  
água no ambiente escolar**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em cumprimento às exigências do Curso de Doutorado em Economia.

Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências Sociais Aplicadas  
Programa de Pós-Graduação em Economia

Orientador: Dr. Hilton Martins de Brito Ramalho  
Coorientador: Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida

João Pessoa - PB

2020

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S677e Sobral, Eryka Fernanda Miranda.

Ensaio em Microeconomia Aplicada: estratégias de risco em processo licitatório e análise de política de acesso à água no ambiente escolar / Eryka Fernanda Miranda Sobral. - João Pessoa, 2020.

117 f. : il.

Orientação: Hilton Martins de Brito Ramalho.

Coorientação: Alessio Tony Cavalcanti de Almeida.

Tese (Doutorado) - UFPB/Campus I.

1. Política de acesso à água. 2. Semiárido brasileiro. 3. Infraestrutura escolar. 4. Compras públicas. 5. Medicamentos. 6. Estratégias Competitivas. I. Ramalho, Hilton Martins de Brito. II. Almeida, Alessio Tony Cavalcanti de. III. Título.

UFPB/BC

Eryka Fernanda Miranda Sobral

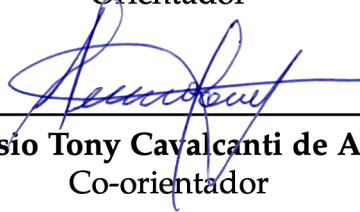
**Ensaio em Microeconomia Aplicada: estratégias de risco em processo licitatório e análise de política de acesso à água no ambiente escolar**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em cumprimento às exigências do Curso de Doutorado em Economia. Submetida e Aprovada pela banca examinadora abaixo assinada.

Defesa realizada no Campus I da UFPB em João Pessoa-PB, em 18 de Fevereiro de 2020.



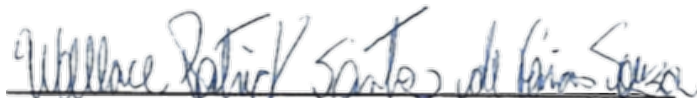
**Dr. Hilton Martins de Brito Ramalho**  
Orientador



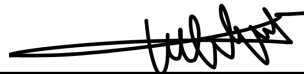
**Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida**  
Co-orientador



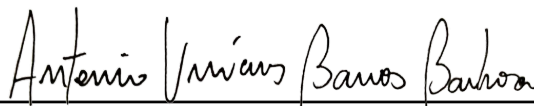
**Dr. Jevuks Matheus de Araújo**  
Examinador Interno



**Dr. Wallace Patrick S. de Farias Souza**  
Examinador Interno



**Dr. Wellington Ribeiro Justo**  
Examinador Externo



**Dr. Antônio Vinícius Barros Barbosa**  
Examinador Externo

João Pessoa - PB

2020

*Aos meus pais: Valdeilza Rodrigues e José Fernando,  
por toda intercessão e incentivo para conclusão desta  
mais nova etapa da minha formação.*

# Agradecimentos

Ao meu bom Deus pela saúde, discernimento, esperança e tranquilidade para perseverar com meus objetivos e não desanimar com as dificuldades da caminhada.

À minha família. Meus pais, Valdeilza Rodrigues e José Fernando, que se sentem orgulhosos a cada progresso em meus estudos, sempre me estimulando com muito amor e carinho. Aos meus irmãos Edson e Everton por tomarem minhas conquistas como suas. Ao meu sobrinho Júlio César, que na sua inocência sempre pôde me dar alegria nos momentos de descanso, renovando minhas energias para cada retomada aos trabalhos. Aos meus demais familiares, em especial, à vó Joaninha, Tia Socorro, Tia Cida, Tia Gal por cada oração, para que eu pudesse ter paciência e para que Deus me iluminasse ante a todas as dificuldades enfrentadas.

Aos amigos que me acompanharam nesta longa jornada me inspirando e depositando confiança para que eu pudesse terminar este trabalho da melhor forma possível, minha eterna gratidão à vocês: Charles, Stélio, Ana (por cada bom dia e pergunta sobre o andamento da tese), Wallace, Vanessa e Guilherme. Em especial, a àquela com quem pude compartilhar tantos momentos bons e de construção, minha pessoa e irmã, Andréa Ferreira. Assim como, àqueles que, mesmo distantes, conseguem se manter tão presentes: Hérica, Claudinha, Jullyana, Paulo, Igor, Tamires, Vana, Mi, Berg, Agnes, Anthony, Ágatha, Natanne e Yan pela amizade sincera e carinho.

Ao meu orientador, Professor Dr Hilton Martins de Brito Ramalho, pela dedicação dispensada na construção deste trabalho, sempre trazendo uma indispensável análise crítica a cada orientação. Ao meu co-orientador, Professor Dr. Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida, por cada valiosa sugestão e envolvimento para com a pesquisa, de forma única, sempre mostrando um novo caminho ante à todos os desafios enfrentados. Desejo poder colaborar com a ciência com o mesmo entusiasmo que ambos me transmitiram.

Agradeço também a todos os meus eternos professores pelos conhecimentos proporcionados à minha formação acadêmica e por sentir, a cada novo encontro, a torcida que têm por meu sucesso como Luiz Honorato, Monaliza Ferreira, Roberta Rocha, Cássio Besarria, Adriano Paixão, Ignácio Tavares, Edilean Aragón, Sinézio Maia, Maria da Conceição, entre outros.

Aos professores membros da banca examinadora, Dr. Jevuks Matheus de Araújo, Dr. Wallace Patrick S. de Farias Souza, Dr. Antônio Vinícius Barros Barbosa e Dr. Wellington Ribeiro Justo, por prontamente aceitarem participar com suas importantes contribuições e sugestões para a produção final desta tese.

Ao Programa de Pós Graduação em Economia (PPGE) da UFPB. Aos funcionários do PPGE, em especial, aos que pude ter mais contato como Risomar Farias e Ricardo Cataldi por todo acolhimento na minha chegada à instituição e pela disposição em resolver o que fosse necessário ao longo de todo o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro concedido ao longo de todo o período do doutorado.

À Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), na pessoa de Jefferson Oliveira, pela disponibilidade de todos os dados do Programa Cisternas nas Escolas, sem os quais não teria sido possível realizar parte da pesquisa.

Por fim, à todos que, não diretamente citados, com palavras de apoio e incentivo de alguma forma contribuíram para a finalização deste trabalho.

# Resumo

Esta tese é composta por dois ensaios não relacionados em microeconomia aplicada. O primeiro ensaio verifica o comportamento persistente de fraudes em processos licitatórios de medicamentos. Foram utilizados dados longitudinais de empresas fornecedoras desses insumos no estado da Paraíba durante o período de 2011-2018 e modelos com dados em painel estáticos e dinâmicos. Os resultados, considerando a heterogeneidade das empresas, validam a hipótese de que, no ambiente de informação imperfeita com ausência de punição percebida, o comportamento de estratégia de risco de entregar medicamentos fora dos padrões de validade está sujeito a persistência temporal por um lado, e, por outro, que sua intensidade é agravada pelo grau de concorrência no processo licitatório. A análise empírica apontou que com valor em risco em anos precedentes preservam cerca de 1/3 dessa incidência nos anos seguintes, o que permite concluir que o problema da persistência do referido comportamento parece estar mais no âmbito da falha de fiscalização e na falta de mecanismo de punição do sistema de compras públicas, do que na ampliação do mercado. Por sua vez, o segundo ensaio avalia os efeitos do Programa Cisterna nas Escolas sobre indicadores que representam melhorias nas condições que promovem ambiente escolar mais saudável e indicadores educacionais de retenção, abandono e desempenho. Para tanto, utilizou-se informações longitudinais de escolas rurais do semiárido brasileiro durante o período de 2007-2016. A metodologia adotada consistiu em duas etapas: (i) primeiramente, estimou-se um modelo de duração semiparamétrico de risco proporcional de Cox para predição de escores de propensão; (ii) em seguida, estimou-se modelos de diferenças em diferença, ponderado pelo escore de propensão, com controle para a heterogeneidade do tempo de exposição ao tratamento, a fim de avaliar o efeito da escola beneficiada pelo programa cisternas no semiárido sobre melhorias nas condições de infraestrutura básica capazes de promover um ambiente saudável, de maior bem estar aos alunos e, conseqüentemente, sobre indicadores escolares. Os resultados encontrados apontam que política de acesso hídrico é capaz de promover melhorias em infraestrutura básica para um ambiente escolar mais saudável. Em termos de indicadores educacionais não foi evidenciado um padrão regular quanto ao tempo de exposição das escolas ao programa, no entanto, as estimativas calculadas sugerem que há, em média, uma redução na taxa de abandono no ensino fundamental em cerca de 28% e aumento na taxa de aprovação em cerca de 38%, nas escolas do semiárido brasileiro. Tais evidências subsidiam as discussões de continuidade do programa, dado a existência de escolas ainda em 2018 sem acesso à água na região.

**Palavras-chave:** Política de acesso à água. Semiárido brasileiro. Infraestrutura escolar. Compras públicas. Medicamentos. Estratégias Competitivas.

# Abstract

This thesis consists of two unrelated tests in applied microeconomics. The first one verifies the persistent behavior of fraud in drug bidding processes. Longitudinal data from companies supplying these inputs in the state of Paraíba during the period 2011-2018 and models with static and dynamic panel data were used. The results, considering the heterogeneity of the companies, validate the hypothesis that, in the environment of imperfect information with no perceived punishment, the risk strategy behavior of delivering medicines outside the validity standards is subject to temporal persistence on the one hand, and, on the other hand, that its intensity is aggravated by the degree of competition in the bidding process. The empirical analysis showed that with value at risk in previous years, they preserve about 1/3 of that incidence in the following years, which allows us to conclude that the problem of the persistence of the referred behavior seems to be more in the scope of the inspection failure and the lack of mechanism punishing the public procurement system, rather than expanding the market. In turn, the second essay assesses the effects of the Cistern on Schools Program on indicators that represent improvements in conditions that promote a healthier school environment and educational indicators of retention, dropout and school performance. For this purpose, longitudinal information from rural schools in the Brazilian semiarid region was used during the period 2007-2016. The adopted methodology consisted of two stages: (i) first, a technique for predicting propensity scores was adopted, for this purpose a model of Cox's proportional semi-parametric duration was estimated; (ii) then, models of differences in differences were estimated, weighted by the propensity score, with control for the heterogeneity of time of exposure to treatment, in order to assess the effect of the school benefited by the cistern program in the semiarid on improvements in basic infrastructure conditions capable of promoting a healthy environment and greater welfare for students and, consequently, on school indicators. The results found show that the water access policy is capable of promoting improvements in basic infrastructure for a healthier school environment. In terms of educational indicators, there was no regular pattern in terms of the time the schools were exposed to the program, however, the calculated estimates suggest that there is, on average, a reduction in the dropout rate in primary education by about 28% and an increase in the pass rate of about 38% in schools in the Brazilian semiarid region. Such evidence supports discussions about the continuity of the program, given the existence of schools even in 2018 without access to water in the region.

**Keywords:** Water access policy. Brazilian semiarid. School infrastructure. Public procurement. Medicines. Competitive Strategies.

# Lista de tabelas

Tabela 1 –	Jogo tipo Dilema dos Prisioneiros . . . . .	23
Tabela 2 –	Distribuição dos valores pagos com medicamentos e insumos farmacêuticos pelo setor público segundo o critérios de risco na Paraíba, 2011-2018 . . . . .	32
Tabela 3 –	Distribuição de medicamentos comprados pelo setor público segundo o critérios de risco na Paraíba - 2018 . . . . .	33
Tabela 4 –	Ranqueamento do valor em risco de medicamentos (princípios ativos) comprados pelo setor público com prazo de validade próximo ao vencimento e vencido na Paraíba - 2018 . . . . .	33
Tabela 5 –	Empresas fornecedoras por comportamento de risco e unidade federativa de origem, 2011-2018 . . . . .	34
Tabela 6 –	Estatística descritiva das variáveis utilizadas na análise, estratificada por período: Média e Desvio Padrão. . . . .	42
Tabela 7 –	Determinantes do valor em risco no processo de licitação de medicamentos no estado da Paraíba, 2013-2018 . . . . .	43
Tabela 8 –	Modelos dinâmicos com efeito fixo – GMM-BB – Determinantes de estratégias de risco no processo licitatório – variável dependente: valor em propostas vencidas sob risco (2013-2018) . . . . .	46
Tabela 9 –	Resultados de políticas de acesso à água sobre indicadores escolares na literatura especializada . . . . .	58
Tabela 10 –	As ações do Programa Cisternas e suas particularidades . . . . .	62
Tabela 11 –	Panorama da implementação do Programa Cisterna nas Escola . . . . .	64
Tabela 12 –	Variáveis de resultado da avaliação, por descrição e fonte . . . . .	75
Tabela 13 –	Variáveis controles utilizadas na avaliação, por descrição e fonte . . . . .	77
Tabela 14 –	Estatísticas descritivas da amostra: média e erro-padrão pelos diferentes grupos de tratamento, para os indicadores de infraestrutura básica . . . . .	79
Tabela 15 –	Fatos observados para os indicadores de resultados (condições de infraestrutura básica) das escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas no semiárido brasileiro - Testes de médias e intervalo de confiança . . . . .	80
Tabela 16 –	Estatísticas descritivas da amostra: média e erro-padrão pelos diferentes grupos de tratamento, para os indicadores escolares . . . . .	81
Tabela 17 –	Fatos observados para os indicadores escolares das escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas no semiárido brasileiro - Testes de médias e intervalo de confiança . . . . .	82

Tabela 18 – Estimação do risco de entrada de uma escola do semiárido brasileiro no Programa Cisternas, 2009-2016 . . . . .	85
Tabela 19 – Resultados do modelo de Diferenças em Diferenças por tempo de exposição ao Programa Cisternas nas Escolas sobre condições de inexistência de indicadores de infraestrutura básica no ambiente escolar, 2009-2016 . . . . .	91
Tabela 20 – Resultados do modelo de Diferenças em Diferenças por tempo de exposição ao Programa Cisternas nas Escolas sobre indicadores de rendimento escolar, 2009-2016 . . . . .	95
Tabela A.1 – Modelos dinâmicos GMM-AB com efeito fixo - variando os instrumentos . . . . .	108
Tabela A.2 – Modelos dinâmicos GMM-BB com efeito fixo - variando os instrumentos . . . . .	109
Tabela A.3 – Modelos dinâmicos com efeito fixo – GMM-AB – Determinantes de estratégias de risco no processo licitatório – variável dependente: valor em propostas vencidas sob risco (2013-2018) . . . . .	110
Tabela B.1 – Evidências da literatura sobre o efeito de políticas de acesso à água e saúde . . . . .	111
Tabela B.2 – Descrição das variáveis usadas no modelo de duração . . . . .	113
Tabela B.3 – Resultados por tempo de exposição, 2009-2016 . . . . .	117
Tabela B.4 – Resultados por tempo de exposição, 2009-2016 . . . . .	118

# Lista de abreviaturas e siglas

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
CAGED	Cadastro Nacional de Empregados e Desempregados
CFM	Conselho Federal de Medicina
DD	Diferenças em diferenças
GMM	Método dos Momentos Generalizados
GMM-AB	Método dos Momentos Generalizados - Arellano e Bond
GMM-BB	Método dos Momentos Generalizados - Blundell e Bond
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira
MDS	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MEC	Ministério da Educação
MS	Ministério da Saúde
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	Organização Mundial da Saúde
SAGRES	Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade
SUS	Sistema Único de Saúde
TCE-PB	Tribunal de Contas do Estado da Paraíba
TRAMITA	Tramitação de Processos e Documento

# Lista de ilustrações

Figura 1 – Total gasto com medicamentos e insumos farmacêuticos (em milhões de reais) na Paraíba, 2011-2018 . . . . .	30
Figura 2 – Valor em propostas vencedoras por modalidade de licitação com medicamentos e insumos farmacêuticos (em mil reais) na Paraíba (2011-2018) . . . . .	31
Figura 3 – Total de empresas fornecedoras por comportamento de entregar medicamentos fora ou próximo ao prazo de validade no período de 2011-2018 . . . . .	36
Figura 4 – Precipitação média anual do Nordeste e Semiárido brasileiro . . . . .	61
Figura 5 – Escolas da zona rural na região do semiárido por condição de existência do abastecimento de água, período 2009-2016 . . . . .	65
Figura 6 – Evolução dos indicadores de condições de infraestrutura por grupos de escolas rurais do semiárido brasileiro beneficiadas e não beneficiadas pelo Programa Cisternas nas Escolas. . . . .	72
Figura 7 – Evolução da taxa de aprovação, abandono e nota IDEB do Ensino Fundamental por grupos de escolas rurais do semiárido brasileiro beneficiadas e não beneficiadas pelo Programa Cisternas nas Escolas. . . . .	72
Figura 8 – Construção das cisternas por mês, na região do Semiárido brasileiro, período 2009-2016 . . . . .	74
Figura 9 – Série histórica do número acumulado de cisternas instaladas pelo Programa Cisternas nas Escolas no semiárido brasileiro, 2009-2010 . . . . .	74
Figura 10 – Distribuição do escore de propensão entre grupos de tratamento e controle . . . . .	89
Figura 11 – Taxa de variação e intervalo de confiança do acesso inexistente às condições de infraestrutura básicas nas escolas do semiárido brasileiro, 2009 a 2016. . . . .	93
Figura 12 – Taxa de variação e intervalo de confiança do acesso inexistente às condições de indicadores escolar do semiárido brasileiro, 2009 a 2016. . . . .	97
Figura B.1 – Distribuição do escore de propensão entre grupos de tratamento e controle, 2010-2016 . . . . .	116

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> . . . . .	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>ANÁLISE SOBRE A DINÂMICA DE PERSISTÊNCIA DO COM- PORTAMENTO DE RISCO NO FORNECIMENTO DE MEDICA- MENTOS PARA O SETOR PÚBLICO</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Referencial teórico</b> . . . . .	<b>21</b>
2.2.1	Processo licitatório na perspectiva da Teoria dos Jogos . . . . .	21
<b>2.3</b>	<b>Compras públicas de medicamentos no Brasil</b> . . . . .	<b>26</b>
2.3.1	Aspectos institucionais da licitação de medicamentos no Brasil . . . . .	27
2.3.2	Fatos observados nas compras públicas de medicamentos na Paraíba . . . . .	29
<b>2.4</b>	<b>Estratégia Empírica</b> . . . . .	<b>36</b>
<b>2.5</b>	<b>Dados</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>2.6</b>	<b>Resultados</b> . . . . .	<b>43</b>
<b>2.7</b>	<b>Considerações Finais</b> . . . . .	<b>47</b>
<b>3</b>	<b>OS IMPACTOS DO ACESSO À ÁGUA EM ESCOLAS DO SEMIÁ- RIDO BRASILEIRO SOBRE CONDIÇÕES BÁSICAS DE BEM-ESTAR E INDICADORES ESCOLARES</b> . . . . .	<b>50</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b> . . . . .	<b>50</b>
<b>3.2</b>	<b>Revisão da Literatura</b> . . . . .	<b>52</b>
<b>3.3</b>	<b>A região semiárida e o Programa Cisternas no Brasil</b> . . . . .	<b>60</b>
<b>3.4</b>	<b>Metodologia</b> . . . . .	<b>66</b>
3.4.1	Estratégia Empírica . . . . .	68
3.4.1.1	Modelo de Duração e Escores de Propensão . . . . .	68
3.4.1.2	Modelo DD reponderado . . . . .	70
<b>3.5</b>	<b>Dados</b> . . . . .	<b>73</b>
3.5.1	Condições de infraestrutura nas escolas do semiárido brasileiro . . . . .	79
3.5.2	Análise de rendimento educacionais das escolas do semiárido brasileiro . . . . .	81
<b>3.6</b>	<b>Resultados</b> . . . . .	<b>83</b>
3.6.1	Determinantes da adesão ao Programa Cisternas nas Escolas . . . . .	84
3.6.2	Efeitos diretos sobre condições físicas para melhorias de saúde . . . . .	89
3.6.2.1	Programa Cisternas nas Escolas e condições de infraestrutura básica . . . . .	90
3.6.3	Efeitos indiretos sobre indicadores escolares . . . . .	94
3.6.3.1	Efeito do Programa Cisternas e indicadores escolares . . . . .	94
<b>3.7</b>	<b>Considerações finais</b> . . . . .	<b>97</b>

<b>REFERÊNCIAS</b> . . . . .	<b>99</b>
<b>APÊNDICE</b> . . . . .	<b>108</b>
<b>APÊNDICE</b> . . . . .	<b>111</b>

# 1 Introdução Geral

Em microeconomia aplicada, é consenso na literatura que o fato das políticas públicas envolverem recursos públicos necessitam de uma análise mais rigorosa quanto a sua efetividade. Nesse âmbito, avaliação contínua é a única maneira de identificar impactos de médio e longo prazo da política ou programa e, portanto, a única forma de avaliar seu grau de maturação e persistência.

Para os formuladores de políticas públicas qualquer intervenção terá impacto positivo sobre um conjunto de resultados de interesse coletivo ou individual que, por consequência, deve trazer benefícios para, pelo menos, uma parcela da sociedade. Porém, conforme Mishra (2006), o fato de que nem sempre os recursos estarem sendo aplicados da melhor maneira possível justifica a importância da verificação da dinâmica de atuação das mais diversas políticas e programas.

Dessa maneira, sob a perspectiva da importância da formulação de políticas públicas para a sociedade e a necessidade de verificação sobre as mesmas, esta tese desenvolve dois ensaios, estruturados em capítulos, na busca por suprir algumas lacunas existentes em cada área investigada. Fundamentada na teoria dos jogos (BIERMAN; FERNANDEZ, 1998; CAMPOS, 2016) e teoria de contratos (MCAFEE; MCMILLAN, 1986) no âmbito de estratégias de risco competitivas dos processos licitatórios, e em teorias que associam a necessidade de recursos hídricos com economia da saúde (LAVY et al., 1996; ZHANG, 2012; JOSHI; AMADI, 2013) e educação (JASPER; LE; BARTRAM, 2012; ORTIZ-CORREA; FILHO; DINAR, 2016), com foco na educação fundamental, esta pesquisa utiliza-se de métricas que tem por objetivo as melhores inferências para problemas econômicos.

Nessa perspectiva, na primeira investigação, equivalente ao primeiro ensaio, essa pesquisa inova com seu escopo conduzido pela análise do comportamento persistente em processos licitatórios através de modelos dinâmicos com controle para a heterogeneidade específica das empresas fornecedoras de insumos farmacêuticos ao setor público. Além de ser a primeira pesquisa a investigar comportamento de risco no âmbito das compras públicas de medicamentos no Brasil, essa pesquisa avança com o uso de dados longitudinais por empresas que requerem informações de notas fiscais eletrônicas com conexão de dados de processos licitatórios de acesso restrito. Contudo, frente a percepção da falta e/ou falhas de mecanismos de punição (fiscalização) a hipótese a ser testada segue a linha de que haveria incentivos para persistência do comportamento de burlar regras do sistema de licitações de forma a operar com esse comportamento em busca de autobenefício por parte de determinadas empresas no

sistema de compras públicas de medicamentos no país.

Por sua vez, no segundo e último ensaio, é realizada uma análise que estima o efeito de uma política para disponibilidade de recurso hídrico em escolas do semiárido brasileiro sobre indicadores relacionados com as condições do ambiente escolar que promovem melhorias na saúde e em aspectos educacionais nas unidades beneficiadas. De modo mais específico, utiliza-se o modelo de diferenças em diferenças ponderado por escores de propensão estimados a partir de um modelo de sobrevida, para estimar o efeito do tempo de exposição ao tratamento. A relevância desse estudo pode se justificar em dois pontos. Primeiro, por dar uma importante contribuição na literatura nacional brasileira quanto a representatividade de condições de infraestrutura básica para um ambiente saudável e de maior bem estar aos alunos, a partir de métrica de causalidade. Em segundo, por até então ser uma política que não foi avaliada, os achados deste podem colaborar como motivação para continuidade do Programa por parte dos gestores públicos, sobretudo, em razão de, ainda recentemente, existirem escolas sem acesso à água.

Contudo, essa tese além desta introdução, se encontra organizada em mais dois capítulos. No segundo capítulo, aborda-se o primeiro ensaio dedicado à investigação sobre a dinâmica de persistência do comportamento de estratégias de risco no processo de compras públicas de medicamentos. No terceiro capítulo, tem-se o segundo ensaio o qual apresenta os efeitos do Programa Cisterna nas Escolas sobre indicadores do âmbito escolar.

## 2 Análise sobre a dinâmica de persistência do comportamento de risco no fornecimento de medicamentos para o setor público

### 2.1 Introdução

Os gastos governamentais para aquisição de medicamentos respondem por uma fração substancial das despesas totais de qualquer sistema público de saúde (WHO, 2010). Sua falta pode significar interrupções constantes no tratamento, piora na qualidade de vida dos usuários e perda de credibilidade dos serviços farmacêuticos/hospitalares, comprometendo o sistema como um todo. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), em média, 20-40% dos recursos públicos destinados a medicamentos são muitas vezes desperdiçados por procedimentos de aquisição ineficientes, corruptos e não transparentes, estimulando o debate sobre eficiência da gestão pública nas compras e contratações governamentais (BATISTA; MALDONADO, 2008).

No Brasil essa preocupação é ainda maior, pois o poder público, através do Sistema Único de Saúde (SUS), além de prestar serviços hospitalares e de atenção básica à saúde, tem como objetivo e dever disponibilizar medicamentos, garantindo o atendimento as necessidades de toda a população (BRASIL, 1988). Além disso, com o aumento da expectativa de vida, constante introdução de novas tecnologias e transformações nas estruturas de morbimortalidade no país, o gasto federal na área de saúde tem apresentado uma tendência crescente nos últimos anos, passando de 11%, em 2010, para 16% em 2016 (VIEIRA, 2018). Nessas circunstâncias, diagnosticar e prevenir qualquer desperdício, aperfeiçoando continuamente o sistema de gestão das aquisições no setor público, é de fundamental relevância.

Assim como qualquer outra compra pública no Brasil, a aquisição de medicamentos precisa passar por um processo licitatório, com exceção à dispensa de licitação e inexigibilidade, cujas regras são definidas basicamente pelas Leis nº 8.666/1993 e nº 10.520/2002, conhecidas respectivamente, como Lei da Licitação e Lei do Pregão (BRASIL, 1993; BRASIL, 2002). Segundo tais regulamentações, os possíveis fornecedores apresentam suas propostas e procura-se a condição mais vantajosa assegurando igualdade entre licitantes, publicidade e observância das condições exigidas no instrumento

de abertura.

Há evidências na literatura especializada sugerindo que a licitação pública tornou-se uma ferramenta importante para os gestores públicos aumentarem a concorrência entre fornecedores de produtos e serviços (BARON, 1972; MCAFEE; MCMILLAN, 1987). O pressuposto é que quando o mecanismo de licitação estabelece os seus termos e condições garante que as empresas concorram genuinamente, garantindo preços baixos e atingindo produtos de melhor qualidade e inovação (DANGER; CAPOBIANCO, 2008).

Todavia, a referida situação parece ser mais plausível em uma estrutura de mercado em concorrência perfeita. Em mercados oligopolizados, característica típica do setor farmacêutico no Brasil, o instrumento de licitação não elimina por completo a possibilidade das empresas de medicamentos defrontar-se com o dilema: cooperar tacitamente pelos lucros (conluio) ou competir agressivamente pelo mercado (combate) (MÉDICI; BELTRAO; OLIVEIRA, 1992; RÊGO, 2000; BAJARI; YE, 2003; DUARTE, 2015).

Uma outra consideração acerca da imperfeição do mercado de licitações, de acordo com Campos (2016), é a existência do problema de assimetria de informação entre o setor público e empresas fornecedoras, com possível resultado de seleção adversa. Nessa circunstância, como forma de mitigar tal problema, o Ministério da Saúde (MS) dispõe de normas e manuais técnicos para orientar a assistência farmacêutica local sobre especificações dos medicamentos na elaboração de editais (BRASIL, 2006). No entanto, ainda que apresentadas na proposta de habilitação, tais especificidades só são reveladas no ato de entrega do produto.

Nesse contexto, pode-se modelar o processo licitatório como um jogo repetido, dado, conforme Aoyagi (2003), a existência de comunicação frequente entre as empresas, com informação incompleta, onde *a priori*, devem existir regras institucionais e reconhecimento de que ações passadas podem ser tratadas pelas rivais como sinais dos seus custos e intenções (CAMPOS, 2016). A literatura especializada tem apontado que na busca pelo sucesso no processo licitatório, práticas anticompetitivas são bastante recorrentes, na maior parte das vezes envolvendo estratégias cooperativas como conluios, formação de cartéis e corrupção de agentes públicos (ATHEY; BAGWELL, 2001; AOYAGI, 2003).

No caso particular do mercado de licitações de medicamentos, uma possível estratégia de risco adotada por algumas empresas é competir em processos licitatórios com preços mais baixos, ofertando, contudo, produtos com prazo de validade vencido ou próximo ao vencimento. Nesse âmbito, mediante a percepção da falta e/ou falhas de mecanismos de punição (fiscalização) haveria incentivos para persistência do comportamento de burlar regras do sistema de forma a operar com esse comportamento

em busca de autobenefício por parte de determinadas empresas. Cabe destacar que este comportamento violaria regras vigentes no Brasil, dado que o Ministério da Saúde orienta que o prazo de validade de medicamentos não deve ser inferior a 12 meses (a contar da data de entrega do produto) ou equivalente a, no mínimo, 75% de sua validade (contados da data de fabricação) (BRASIL, 2006). Como um típico problema do agente principal, no qual, o agente (empresa), quanto a entrega do produto, oculta informações necessárias ao principal (setor público), colocando em risco a compra de produtos e o bem estar social (MCAFEE; MCMILLAN, 1986).

Dada a discussão anterior, cabe questionar se empresas que burlam regras no mercado de licitações de medicamentos têm jogado repetitivamente arriscar? Em outras palavras, será que empresas que jogam sujo, entregando produtos vencidos ou próximos ao vencimento, têm persistido nessa prática? Investigar essa questão pouco explorada no Brasil pode fornecer novos parâmetros para melhorias na política de aquisição, mais precisamente no que compete ao desafio da gestão pública de ofertar à população serviços de saúde com qualidade e segurança.

Nesta perspectiva, esse estudo investiga se há um comportamento persistente de fraudes em processos licitatórios referentes à aquisição de medicamentos fora dos parâmetros aceitáveis de vida útil dos produtos. Por razões de disponibilidade de dados, este ensaio faz uma análise específica para o mercado de licitações no Estado da Paraíba, considerando dados de notas fiscais eletrônicas da Secretaria da Fazenda Estadual, dados do Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade (SAGRES) e do sistema de Tramitação de Processos e Documentos (TRAMITA), ambos fornecidos pelo Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE-PB). Tais dados mostram, por exemplo, que entre 2011 e 2018, cerca de 26% das empresas fornecedoras de medicamentos ao setor público já entregou, ao menos uma vez, produtos próximos ao prazo de validade e/ou vencidos.

A Paraíba é um estado considerado como um dos mais pobres do Brasil. No *ranking* das unidades federativas por pessoas vivendo em situação de pobreza, em 2018, elaborado pela Síntese de Indicadores Sociais (SIS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado da Paraíba aparece na décima segunda posição (SIS/IBGE, 2018). Por consequência, a demanda da população por recursos públicos é alta numa conjuntura em que os recursos destinados a área da saúde são escassos. Nesse contexto, é importante fazer a análise da despesa no referido estado. Além do mais, para fazer esse tipo de estudo são necessário dados de aquisições públicas como vendas, lotes e fabricação, por exemplo, normalmente sigilosos no sistema de licitações do país. No entanto, a disponibilidade dos dados restritos de notas fiscais eletrônicas com conexão aos dados de licitações do setor público disponibilizados pelo TCE-PB possibilitam a identificação desta pesquisa.

As principais conclusões são que o comportamento de estratégia de risco adotado por empresas no estado da Paraíba de entregar medicamentos fora dos padrões de validade está sujeito a persistência temporal por um lado, e, por outro, que sua intensidade é agravada pelo grau de concorrência no processo licitatório. Os resultados sugerem que o problema da persistência do referido comportamento parece estar mais no âmbito da falha de fiscalização do sistema de compras públicas de produtos farmacêuticos e na falta de mecanismo de punição por parte da gestão, do que na ampliação do mercado.

Além desta introdução, este ensaio é composto por mais cinco seções. A seção 2.2, traz uma discussão teórica sobre comportamentos estratégicos de empresas participantes de leilões à luz da Teoria dos Jogos. A seção 2.3, apresenta os aspectos institucionais do processo de licitação de medicamentos no Brasil, assim como, fatos observados em relação ao caso particular de aquisições públicas de medicamentos no estado da Paraíba. As seções 2.4 e 2.5, detalham, respectivamente, a estratégia empírica, com foco em modelos dinâmicos, e a base de dados com descrição das variáveis. A seção 2.6 reporta a análise dos resultados. Por fim, a seção 2.7 é reservada às considerações finais.

## 2.2 Referencial teórico

Nesta seção, apresenta-se uma breve revisão da literatura teórica sobre o processo licitatório na perspectiva da teoria dos jogos<sup>1</sup>, destacando-se importantes pressupostos sobre comportamento de cooperação e não cooperação, atendendo ou não aos regulamentos que orientam as compras em licitações públicas.

### 2.2.1 Processo licitatório na perspectiva da Teoria dos Jogos

O sistema de aquisições públicas via processo licitatório, de acordo com Moura (2013), se fundamenta nos princípios de igualdade de fornecedores e maior concorrência. Seu objetivo é reduzir custos de aquisições de bens públicos e minimizar desperdícios de recursos.

Visto pela ótica da teoria dos jogos, os comportamentos estratégicos das empresas que disputam os certames podem ser analisados sob a perspectiva de um jogo, em que os jogadores (empresas) buscam vencer as partidas (procedimentos licitatórios) e contratar com o setor público (CAMPOS, 2016).

<sup>1</sup> A teoria dos jogos consiste em um instrumental matemático para modelar as interações de dois ou mais agentes numa tomada de decisão (FIANI, 2013). Na literatura econômica, explora o processo de decisão estratégica em que as ações das outras pessoas revelam algo sobre o que um agente (ou vários agentes) sabe, com isso, há o uso desta informação para orientar as próprias ações desses agentes (vide Campos (2016)).

No seu desenho atual, o sistema de licitações segue a lógica de um leilão selado de primeiro preço, cujo mecanismo permite que os participantes apresentem suas propostas e a administração escolhe aquela que garante a compra mais vantajosa, isto é, aquela que apresenta o menor valor. Desta forma, a eficiência do gasto público pressupõe que se esteja pagando o valor efetivo da mercadoria, ou seja, aquele preço ( $P$ ) que se iguala ao custos marginal ( $CMg$ ) de produção.

De fato, é consensual na literatura econômica que a ampliação de concorrentes caracterize um fenômeno positivo, pois conduz o mercado à prática de preços menores (BAJARI; TADELIS et al., 2001; MISHRA, 2006). Esse fato é corroborado por Morais (2013), que estima em aproximadamente 24% o valor previsto de diminuição de gastos tido pelo uso do processo de licitação. Assim como, pelo Portal *Comprasnet* (BRASIL; NO, 2006), que estimando os efeitos do uso da modalidade pregão via incentivo à concorrência sobre os gastos, aponta uma redução na mesma magnitude, em cerca de 20% à 30%.

O referido equilíbrio ( $P = CMg$ ) é esperado em razão do sistema de licitações seguir o pressuposto da concorrência perfeita convocando o maior número de empresas possíveis a partir de condições estabelecidas em ato próprio (edital ou convite). No entanto, autores como McAfee e McMillan (1992), apontam que na condição de mercado oligopolista, característica do mercado farmacêutico, o sistema, da forma que se encontra estruturado, possibilita práticas anticompetitivas.

De acordo com Wang (2016), no caso de mercado imperfeito com assimetria de informação o processo licitatório pode ser interpretado como um jogo repetido de informação incompleta, já que em mercado do tipo oligopolista o mesmo conjunto de licitantes interage repetidamente. Consequentemente, como resultado, o instrumento licitação não elimina por completo a possibilidade das empresas arbitrarem por: cooperar taticamente pelos lucros, utilizando-se de estratégia de conluio ou cartel; ou competir agressivamente pelo mercado, decidindo entre uma competição limpa (honesta) ou suja (desonesta) (BAJARI; YE, 2003).

Na perspectiva da teoria dos jogos, conforme Athey e Bagwell (2001), ações coordenadas do tipo conluio são bastante recorrentes nos mercados de licitações públicas. Justamente porque, em contrapartida aos mercados tradicionais, a dinâmica do processo licitatório não permite ajustamentos de oferta a partir de variações de preços (oferta fixa), restando ganhos atrativos via prática cooperação (conluios). Nessa conjuntura, as empresas que praticam comportamentos colusivos (anticompetitivos) costumam articular estratégias de preços, simular concorrência ou interagir com agentes públicos no intuito de obter vantagens econômicas (AOYAGI, 2003). Segundo Heimler (2012), quando tais ações são relacionadas a práticas de corrupção, elas agravam os prejuízos na alocação de recursos públicos e reduzem o bem estar social.

A modalidade de pregão eletrônico para as compras públicas representa um avanço no combate ao conluio. Ela abre espaço para uma maior participação de empresas, dado que ocorre via *internet* pelo Portal *Comprasnet* (BRASIL; NO, 2006), dificultando a articulação entre os licitantes, por não saberem em nenhuma fase com quem estão disputando o certame (ATHEY; BAGWELL, 2001). Conseqüentemente, pode-se caracterizar como um jogo de informação incompleta, já que jogadores não conhecem tudo o que ocorreu antes do início da jogada, embora, nesse caso, conheçam o lance anterior.

Nessa perspectiva, suponha um pregão eletrônico como um jogo repetitivo finito de monitoramento imperfeito, onde se amenize a comunicação entre todas as empresas e no qual a ação de uma empresa não é observada, mas preço é uma informação pública. Nessa condição, a estratégia de cada empresa é apenas um mapeamento das realizações passadas de preços para cooperar ou não cooperar. A Tabela 1 ilustra possíveis resultados desse jogo hipotético do tipo dilema dos prisioneiros.

Tabela 1 – Jogo tipo Dilema dos Prisioneiros

		Empresa 2	
		Cooperar, C	Não Cooperar, NC
Empresa 1	Cooperar, C	4,4	-1,6
	Não Cooperar, NC	6,-1	1,1

Na Tabela 1, os vetores (4,4), (-1,6), (6,-1) e (1,1) correspondem a benefícios resultantes (payoffs) da seguintes estratégias (C,C), (C,NC), (NC,C) e (NC,NC), de modo que o primeiro e o segundo elemento são, respectivamente, o benefício esperado para a empresa 1 e para a empresa 2 conforme ações adotadas.

No jogo proposto, observa-se que na impossibilidade de comunicação (a exemplo da modalidade pregão eletrônico), a melhor resposta da empresa 1 a qualquer estratégia da empresa 2 seria não cooperar. Da mesma forma, a melhor reação da empresa 2 a qualquer jogada da empresa 1 também seria não cooperar. Ou seja, em teoria dos jogos, diz-se que a estratégia de não cooperar domina a estratégia de cooperação para ambos os jogadores, sendo o perfil de jogada (NC,NC) um resultado de Equilíbrio de *Nash* em estratégia dominante. Nesse ambiente, os jogadores são tentados a se valerem de comportamentos oportunistas, sobretudo, para se protegerem das ações do outro agente.

O exemplo da tabela em destaque identifica uma situação em que há um incentivo ao comportamento oportunista de agir em benefício próprio em detrimento dos demais indivíduos. Por outro lado, caso as empresas pudessem confiar e saber quais as empresas participantes do processo, a exemplo das demais modalidades de concorrência em licitação, a cooperação mútua – perfil de estratégia (C,C) – melhoraria

a situação de ambos.

A Teoria dos Jogos, a partir de autores como Bierman e Fernandez (1998), demonstra que os indivíduos tendem a acreditar que vale a pena cooperar com os demais em condições de jogo com rodadas futuras (infinito) e com informações completas sobre o desempenho passado do outro jogador. Cujos resultados podem ser formulados considerando as definições e hipóteses propostas por Gibbons (1992), expostas a seguir. Em contrapartida, a cooperação é extremamente difícil de se sustentar quando o jogo é do tipo repetido existindo um final conhecido pelos agentes (rodadas finitas), não repetido, se faltam informações sobre os outros jogadores e/ou se ocorre com elevado número de *players* (jogadores).

Suponha uma licitação representada por um jogo estático do tipo  $G = A_1, \dots, A_n; u_1(a_1, \dots, a_n), \dots, u_n(a_1, \dots, a_n)$ , onde  $n$  representam as empresas (*players*),  $A_1, \dots, A_n$  os conjuntos de ações, e  $u_1(a_1, \dots, a_n), \dots, u_n(a_1, \dots, a_n)$  os benefícios esperados (*payoffs*) para cada empresa, em função das ações (estratégias) jogadas.

Admita que o jogo  $G$  seja do tipo infinitamente repetido no tempo ( $t$ ), representado por  $G(\infty, \delta)$ , onde  $\delta \in [0, 1)$  refere-se a uma taxa intertemporal que mensura o valor presente a ser recebido em estágio posterior,  $\delta = \frac{1}{1+r}$ , sendo  $r$  a taxa real de juros de referência. Segundo o qual, quanto menor a taxa de juros, maior a taxa de desconto, conseqüentemente, maior a preferência por benefícios correntes. Desse modo, em jogo infinitamente repetido, é conveniente realizar a seguinte normalização:

$$U_i(a_{1t}, \dots, a_{nt}) = (1 - \delta) \sum_{t=1}^{\infty} \delta^{t-1} u_i(a_{1t}, \dots, a_{nt}) \quad (2.1)$$

De forma que os *payoffs* (ganhos individuais) presentes possam ser expressos em termos da utilidade média descontada gerada pela sequência de ações  $a_{1t}, \dots, a_{nt}$  adotadas pelos jogadores (empresas) em cada estágio  $t$ .

Sabe-se que no processo licitatório a cada nova rodada  $t$ , os resultados (*payoffs*) das ações anteriores ( $t - 1$ ) são conhecidas pelos jogadores antes do estágio  $t$  começar (não propriamente as estratégias para ganho). Conseqüentemente, tendo essa informação, as empresas podem continuar cooperando sempre que os demais jogadores preservarem compromissos assumidos em estágios anteriores ou adotarem estratégias persistentes do tipo “olho por olho”, assumindo ações punitivas para sempre, caso algum jogador burle qualquer acordo implícito em algum estágio. Isto é, no âmbito dos jogos repetidos temos que ameaças e promessas sobre o comportamento futuro podem influenciar o comportamento corrente. Isto posto, a empresa  $i$  joga em cada

rodada  $t$  as seguintes estratégias:

$$a_{it} = \begin{cases} \bar{a}_i \leftrightarrow a_{jt} = \bar{a} \quad \forall t < T, j \neq i \\ \underline{a}_i \leftrightarrow a_{jt} \neq \bar{a} \quad \exists t < T, j \neq i \end{cases} \quad (2.2)$$

Onde  $\bar{a}$  é o perfil de ações acordado e  $\underline{a}$  é uma ação punitiva (não cooperar).

A partir da exposição das referidas táticas, Gibbons (1992) destaca que quando  $\delta \rightarrow 1$  e todos os jogadores adotam estratégias do tipo “olho por olho”, o perfil de ações cooperativas é o único equilíbrio de Nash possível em cada rodada  $G(\infty, \delta)$ . Além disso, o referido autor ressalta que  $\delta$  não apenas mensura o valor atual, isto é, o grau de preferência pelo consumo no presente, mas também é inversamente relacionada à probabilidade de o jogo  $G$  se encerrar após um número aleatório de repetições. De modo mais intuitivo, conforme Fraga et al. (2017), admita que após cada rodada a probabilidade  $p$  de não repetição do jogo  $G$  seja escolhida aleatoriamente, de modo que  $1 - p$  seja a probabilidade do mesmo jogo ocorrer por mais um estágio. Em consequência disto, o *payoff* esperado da empresa  $i$  para próxima rodada poderia ser determinado por  $(1 - p) \frac{u_i}{1+r}$ , enquanto o *payoff* esperado para dois estágios a frente valeria  $(1 - p)^2 \frac{u_i}{(1+r)^2}$ , de modo que o valor presente dos *payoffs* esperados seria dado por  $u_{it} = 1 + \delta u_{it} = 2 + \delta 2u_{it} = 3 + \dots$ , onde a taxa de desconto intertemporal é dada por  $\delta = 1 - p$ . Em síntese, quanto maior for a probabilidade de  $G$  se repetir ( $p \rightarrow 0$ ) para uma dada taxa de juros  $r$ , maior a chance das empresas adotarem ações de cooperação em cada rodada.

Na prática, contudo, o pregão eletrônico pode amenizar a possibilidade de comunicação, porém, a presença de assimetria de informação, ainda assim, dificulta o controle de órgãos fiscalizadores sobre o comportamento das empresas fornecedoras (CAMPOS, 2016). Ou seja, a partir do momento que um agente econômico detém mais informações do que outro numa transação comercial, há uma tendência de alocação ineficiente de recursos, sobretudo, em uma competição agressiva com a presença de empresas inidôneas (desonestas), possibilitando os problemas de risco moral e seleção adversa (ISSA; MENEZES; UCHÔA, 2014).

Particularmente, como expõe Cavalcanti e Martins (2015), o comportamento oportunista do agente relaciona-se à manipulação de assimetrias de informação, com o fim de maximizar lucros. As propensões egoístas dos agentes nas transações os conduzem ao oportunismo, levando-os a transmitir poucas informações ou ainda informações distorcidas e falsas visando garantir para si a máxima utilidade durante a transação. Nesse contexto, sendo os contratos celebrados em ambiente de incerteza necessariamente incompletos, abrindo caminho para desvios, tanto antes da contratação (seleção adversa) como ex post (risco moral), conforme os autores, o comportamento

oportunista dos agentes pode ser de dois tipos: o oportunismo *ex-ante* e o oportunismo *ex-post* a transação contratual. Especificamente nas aquisições públicas, pode-se citar como exemplo de oportunismo *ex-ante* a contratação de uma empresa fornecedora de um produto cujas especificações informadas ao agente contratante antes da compra são divergentes em relação à mercadoria entregue. Porém, caso o agente fornecedor, após a finalização da transação, tenha alterado as especificações de seu produto por motivos diversos (redução de custos, por exemplo), pode-se dizer que se configurou nessa transação o oportunismo *ex-post* (CAVALCANTI; MARTINS, 2015).

Em linhas gerais, em um jogo com monitoramento público imperfeito, os jogadores não observam as ações diretas e contemporâneas de suas jogadas, mas podem observar o resultado de jogadas anteriores. Nesse caso, entra mais uma variável que é a reputação, segundo a qual empresas idôneas prezarão por uma competição honesta, sem burlar qualquer regra do sistema (FIANI, 2013). Por outro lado, a presença de assimetria de informação, que dificulta o controle de órgãos fiscalizadores sobre o comportamento das empresas fornecedoras, somado à percepção de falha de fiscalização pode proporcionar incentivos para que empresas desonestas adotem comportamento oportunista baseados na crença de que a persistência de comportamento pode ser sustentado na falta das ações de punição (MISHRA, 2006).

Desse modo, ao levar em consideração a presença do oportunismo, supondo que existem duas empresas, que não se conversam entre si e que uma possui em seus estoques produtos com especificidades que divergem do contrato (por exemplo, medicamentos muito próximos ao vencimento e/ou vencidos). Na hora de se candidatar no processo licitatório, caso essa empresa opte por repassar as mercadorias com especificidades divergentes (muito próximo à vencer, por exemplo), ela se depara com possibilidade de ofertar seus produtos a menor preço já que sua curva de custo de produtos com essa característica tende a ser menor. Provavelmente ante a sua proposta haverá mais chances dessa empresa ganhar a licitação por menor preço. Nesse contexto, o único feito que a impedirá de realizar esta prática é ter medo de punição. Caso a punição não aconteça, a empresa tem incentivos a continuar com esse comportamento e ele tende a ser persistente.

## 2.3 Compras públicas de medicamentos no Brasil

Esta seção é reservada à dinâmica do processo licitatório de medicamentos no Brasil. Primeiro, são apresentados aspectos institucionais para a aquisição de medicamentos no Brasil. Em seguida, aborda-se o caso particular de compras públicas de medicamentos no estado da Paraíba.

### 2.3.1 Aspectos institucionais da licitação de medicamentos no Brasil

O medicamento é um insumo estratégico de suporte às ações de saúde. Dessa forma, sua aquisição juntamente com as etapas de seleção, programação, armazenamento e distribuição compõe o ciclo da Gestão da Assistência Farmacêutica e deve estar estreitamente vinculada às ofertas de serviços e à cobertura assistencial dos programas de saúde.

Todas as compras de medicamentos no Serviço Público que requerem um ambiente de concorrência pelo menor preço precisam passar por um processo licitatório, com exceção dada à contratação direta por dispensa de licitação e inexigibilidade. A dispensa de licitação ocorre nos casos em que há competição, mas a licitação apresenta-se objetivamente inconveniente ao interesse público, por exemplo, situação de emergências, ausência de interessados e outros. Ao contrário, a inexigibilidade ocorre em casos, por exemplo, em que haja exclusividade do objeto a ser contratado, em que torna-se inviável a competição e, portanto, não se aplica o dever de licitar (BRASIL, 1993).

O processo licitatório constitui-se em um conjunto de procedimentos articulados. Segundo Batista e Maldonado (2008), assim como o setor privado, o setor público busca selecionar os fornecedores que oferecem as propostas mais vantajosas que satisfaçam as necessidades do Poder Público, obrigatoriamente realizadas observando os princípios de igualdade entre licitantes, publicidade e observância das condições exigidas no instrumento de abertura. Destarte, as regras licitatórias que visam atender princípios constitucionais de legalidade, impessoalidade, moralidade e eficiência (CAMPOS, 2016).

No âmbito do setor público da saúde, a gestão do SUS é descentralizada nas esferas: federal (Ministério da Saúde), estaduais (secretarias estaduais de saúde) e municipais (secretarias municipais de saúde ou prefeituras municipais). Conforme todos os processos de compra de bens e serviços no setor público – em suas três esferas de governo – a aquisição pública de medicamentos no Brasil é regulamentada pela Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993 (BRASIL, 1993). Tal norma requer que a administração pública e profissionais farmacêuticos elaborem o edital de acordo com a modalidade licitatória e recebimento do produto final. Dentre os tipos de licitações, menor preço, melhor técnica, técnica e preço, o tipo de menor preço é o mais utilizado nas compras de medicamentos. Ressalta-se que a lei do menor preço cumpre com seu objetivo, porém, desde que haja competitividade entre fornecedores.

Por sua vez, dentre as modalidades de licitação que abrangem a aquisição de medicamentos estão a concorrência, a tomada de preços, o convite e, por intermédio

da Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, o pregão<sup>2</sup> (BRASIL, 2002). O que diferencia as modalidades de licitação: convite (entre R\$ 8 mil e R\$ 80 mil), tomada de preços (entre R\$ 80 mil e R\$ 650 mil) e concorrência (valor superior à R\$ 650 mil). Já o pregão é meramente a natureza do bem, se for um bem comum. Logo, para cada modalidade de licitação há exigências específicas de procedimentos, formalização do processo e prazos a serem cumprido.

A aquisição também pode ocorrer sem o processo licitatório na condição do Sistema de Registro de Preço (SRP), previsto no Art. 15 da Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993) e regulamentado pelo Decreto n. 3.931 de 19 de setembro de 2001, cuja proposta reduz os processos de licitação e otimiza tempo e investimentos. Normalmente é incluído em licitações do tipo menor preço, nas modalidades de concorrência ou pregão precedido de ampla pesquisa de mercado. Nesse contexto, é adotado preferencialmente quando houver necessidade de aquisições frequentes; quando for mais conveniente a entrega parcelada; quando a aquisição for para atendimento superior a um órgão ou entidade e/ou quando não for possível definir previamente o quantitativo demandado pela Administração.

O processo de aquisição é organizado em duas fases. Primeiro tem-se a fase interna, com a abertura do processo dentro do órgão que vai realizar a licitação, definição do objeto e indicação dos recursos para a despesa. A segunda é fase externa, que se inicia quando a licitação torna-se pública, por audiência pública (para valores acima de 150 milhões de reais) ou edital, e segue com a habilitação dos fornecedores, julgamento (com destaque ao tipo menor preço na aquisição de medicamentos), parecer técnico iniciado pela verificação do preço e depois especificações dos produtos, adjudicação, conferindo ao vencedor o direito de contratação, homologação, emissão da ordem de compra e acompanhamento do pedido quanto a prazos de entrega e condições técnicas adequadas.

Na verificação das condições técnicas, duas atividades de conferência devem ser realizadas. Primeiro, a relacionada a aspectos administrativos, com ações que contemplam: entrega da nota fiscal, quantidade, prazo de entrega e preço (comparando o preço emitido da nota fiscal e o apresentado na proposta). Segundo, a relacionada às especificações técnicas, conferindo aspectos que compreendem: especificações do produto: forma farmacêutica, concentração, apresentação e condições de conservação e inviolabilidade; registro sanitário na Agência Nacional de Vigilância Sanitária (AN-VISA); laudo de controle de qualidade; embalagem ou rótulo sem violação; informação do lote e número do lote, que deve está no rotulo e na nota fiscal; validade, que não deverá ser inferior a 12 meses, a contar da data da entrega do produto, ou com prazo

<sup>2</sup> A Lei n. 8.666/1993 prevê, ainda, as modalidades concurso e leilão, mas não são utilizadas para aquisições de medicamentos no Brasil (BRASIL, 2006).

equivalente a 75% de sua validade, contados da data de fabricação; identificação do farmacêutico; e por fim, adequação do transporte pela Portaria nº 1.052/1998.

Como apresentado, além do conhecimento sobre a Lei de Licitação, o Ministério da Saúde ressalva que o processo de aquisição exige conhecimento sobre Registro Nacional de Preços, Pregão, Legislação Sanitária Federal, Estadual e Municipal, Autorização de Funcionamento do estabelecimento fornecedor do medicamento, Licença Sanitária para Fabricação, Distribuição, Registro de Medicamentos, Boas Práticas de Fabricação relacionada aos medicamentos (BRASIL, 2006).

Em relação a esses aspectos, os requisitos técnicos exigidos em edital são uma segurança para garantir a qualidade do medicamento a ser disponibilizado ao usuário do SUS. De acordo com as orientações básicas no Ministério da Saúde são: exigência do registro sanitário do produto pela ANVISA; especificações em conformidade com o solicitado no edital; prazo de validade dos medicamentos (não deve ser inferior a 12 meses a contar da data de entrega do produto, ou equivalente a, no mínimo, 75% de sua validade contados da data de fabricação); laudo de análise de controle de qualidade; certificado de boas práticas de fabricação, emitido pela ANVISA; embalagem original devidamente identificada com lote, validade e responsável técnico. Tais requisitos técnicos são indispensáveis para a assistência farmacêutica municipal, pois a exigência dos mesmos demonstra preocupação com a qualidade e eficácia no tratamento do usuário, bem como na economia para o setor. Todas essas especificações, juntamente ao rol dos medicamentos a ser licitado, devem ser prescritas pelo gerente da Atenção Farmacêutica e encaminhadas para o responsável do processo licitatório municipal.

Nesse contexto, Marin et al. (2003) chama atenção ao fato que os profissionais responsáveis pelo processo de aquisição dos medicamentos nas instituições, em sua grande parte, são ligados às áreas da administração e desconhecem as peculiaridades do setor farmacêutico, podendo assim, desconsiderar alguns aspectos importantes. Conseqüentemente, caso não haja um contato com o setor farmacêutico, corre-se o risco de que, os processos de aquisição de medicamentos sejam conduzidos e orientados apenas pelos rigores administrativos, fiscais, econômico, financeiros e jurídicos.

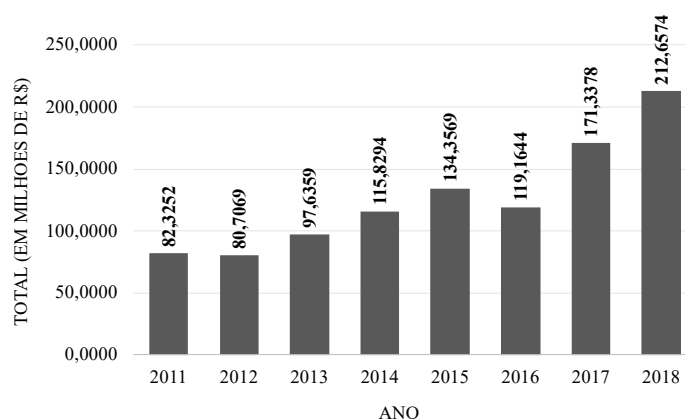
### 2.3.2 Fatos observados nas compras públicas de medicamentos na Paraíba

De acordo com dados do IBGE (2018), o estado da Paraíba é considerado um dos dez mais pobres do país, em termos de Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* em 2018 (R\$ 898), juntamente com os estados de Pernambuco (R\$ 871), Pará (R\$ 863), Amapá (R\$ 857), Ceará (R\$ 855), Bahia (R\$ 841), Piauí (R\$ 817), Amazona (R\$ 791), Alagoas (R\$ 714) e Maranhão (R\$ 605). Nessa conjuntura, a demanda da população

na área de saúde é alta num cenário em que os recursos destinados a área da saúde são escassos. Dados do Conselho Federal de Medicina (CFM, 2017) apontam que no estado da Paraíba, o gasto total *per capita* nessa área, em 2017, por exemplo, foi de R\$ 912,11, ficando abaixo de R\$ 1.271,65 que é a média nacional, assumindo a décima oitava posição em relação aos demais estados.

A Figura 1 demonstra o total de gasto com medicamentos e insumos farmacêuticos em milhões de reais durante o período de 2011 a 2018, conforme dados de notas fiscais eletrônicas fornecidos pelo TCE-PB.

Figura 1 – Total gasto com medicamentos e insumos farmacêuticos (em milhões de reais) na Paraíba, 2011-2018

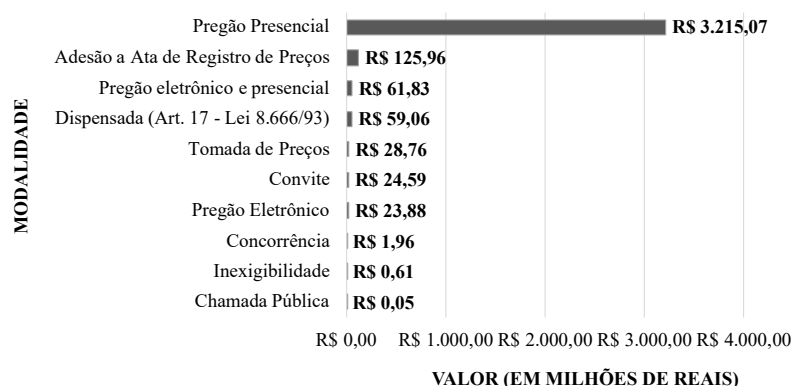


Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pelo TCE-PB.

A partir da figura em destaque se observa uma tendência crescente dos valores gastos com medicamentos e insumos farmacêuticos. Em particular, nota-se que em 2018 foi quando o estado da Paraíba mais gastou (cerca de 210 milhões de reais).

Dentre as modalidades em que o processo licitatório para compra de medicamentos e insumos farmacêuticos ocorre, na Paraíba, destacam-se as modalidades concorrenciais, conforme dados do TCE/PB apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Valor em propostas vencedoras por modalidade de licitação com medicamentos e insumos farmacêuticos (em mil reais) na Paraíba (2011-2018)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pelo TCE-PB.

Pela referida figura nota-se que, em todo o período de 2011-2018, o pregão presencial é a modalidade de licitação de medicamentos e insumos farmacêuticos com maior frequência relativa, representando o montante de recurso público de 3.215,07 milhões de reais (90,79%). Em seguida tem-se, respectivamente, as modalidades também com característica concorrencial adesão a ata de registro de preços (3,56%) e pregão eletrônico e presencial (1,75%). Portanto, os dados apontam que há uma perseverança para que o certame ocorra de modo concorrencial.

Os dados analisados também demonstram que há valor gasto pela administração pública que está sob risco. Isto é, há valores pagos pelo setor público que podem ser considerados como ineficientes, uma vez que, burlam regras do sistema quanto a validade dos produtos, em que uns estão próximo ao vencimento (acima de 75% do prazo de validade) e/ou até mesmo vencidos. Nessa perspectiva, a Tabela 2 apresenta a distribuição do total pago com medicamentos e insumos farmacêuticos pelo setor público conforme valor de risco no período 2011-2018 na Paraíba.

Tabela 2 – Distribuição dos valores pagos com medicamentos e insumos farmacêuticos pelo setor público segundo o critérios de risco na Paraíba, 2011-2018

Ano	Valor Contratado Total (R\$)	Valor em risco (produtos próximo ao vencimento)	Percentual	Valor em risco (produtos vencidos)	Percentual
2011	82.325.218,82	2.358.354,80	2,86%	222.881,19	0,27%
2012	80.706.930,96	2.873.763,09	3,56%	688.144,91	0,85%
2013	97.635.948,31	7.910.969,98	8,10%	461.988,77	0,47%
2014	115.829.350,27	7.888.375,12	6,81%	631.965,85	0,55%
2015	134.356.918,13	7.409.369,83	5,51%	1.541.850,44	1,15%
2016	119.164.415,05	4.393.375,93	3,69%	234.604,41	0,20%
2017	171.337.784,51	5.471.099,11	3,19%	458.857,03	0,27%
2018	212.657.374,30	5.721.673,00	2,69%	585.406,70	0,28%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados fornecidos pelo TCE-PB.

Nota: Dados monetários foram corrigidos para preços constantes de dezembro de 2018 utilizando o Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (FGV); Produtos próximo ao vencimento: produtos com um prazo equivalente a, pelo menos, 75% de sua validade, contados a partir da data de fabricação; produtos vencidos: produtos cuja data de aquisição é posterior a data de validade.

Pode-se observar que os percentuais com produtos próximos ao vencimento e vencidos não são tão altos, sinalizando um comportamento que ocorre na margem do valor total de produtos entregues. No entanto, apesar do baixo percentual de valor em risco quanto a produtos próximo ao vencimento (variando em cerca de 3% à 6% do total gasto com gasto com medicamentos) e vencidos (variando em cerca de 0,2% à 1,2% do total gasto com medicamentos), é um resultado que não deve ser desprezível, pois, além de se tratar de valores altos, por exemplo, em 2018 o gasto com medicamentos e insumos farmacêuticos próximo ao vencimento totalizou R\$ 5.721.673,00, enquanto vencidos R\$ 585.406,70, também envolve a saúde de muitas pessoas.

Por sua vez, a Tabela 3 reporta o valor gasto pela administração pública que está sob risco apenas com medicamentos<sup>3</sup>. A partir da referida tabela é possível verificar uma distribuição de 112.817 medicamentos comprados pelo setor público conforme as categorias de risco em 2018<sup>4</sup> na Paraíba, assim como, do valor em risco, que somou um gasto total de R\$ 154.096.868,34.

Na tabela em foco o maior percentual (90,40%) do gasto em 2018 foi com medicamentos (princípios ativos) com o prazo de validade aceitável, conforme o SUS recomenda. No entanto, apesar do baixo percentual do produto vencido (0,1%) em

<sup>3</sup> Essa amostra apenas para medicamentos, só foi possível mediante um cruzamento da base de dados de notas fiscais com os dados da ANVISA. No entanto, ressalta-se que esses resultados podem estar subestimados, dado que após a extração apenas de medicamentos a amostra corresponde a apenas 46,1% da amostra inicial. Esse resultado é decorrente da existência de produtos com validade e lote com problemas no código de barras, que foi o identificador de ligação com a ANVISA.

<sup>4</sup> Essa análise se restringe apenas a 2018 em razão de que a tabela da ANVISA sofre modificações anuais, portanto, fazendo para todo o período desse estudo há uma tendência de se perder bastantes informações.

relação ao total do gasto, esse é bem representativo por se tratar de um valor alto (R\$ 197.841,97), que, sobretudo, pode influenciar no tempo de tratamento de centenas de pessoas. Esse resultado se torna ainda mais grave quando somado a produtos próximos e muito próximos ao prazo de vencimento, que abrangem 9,5% do total gasto com medicamentos, ou seja, um total de R\$ 14.628.451,48.

Tabela 3 – Distribuição de medicamentos comprados pelo setor público segundo o critérios de risco na Paraíba - 2018

<b>Critério de risco</b>	<b>Total</b>	<b>Valor</b>	<b>Percentual</b>
Prazo aceitável	94.859	139.270.773,70	90,40%
Próximo ao vencimento	17.542	14.628.252,67	9,50%
Vencidos	416	197.841,97	0,10%
<b>Total</b>	<b>112.817</b>	<b>154.096.868,34</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do TCE-PB e ANVISA.

Nota: Valores a preços constantes de dezembro de 2018.

Como forma de mostrar o potencial prejuízo na saúde humana desse tipo de fraude, a Tabela 4 apresenta um ranqueamento para os dez princípios ativos (medicamentos) mais comprados por municípios do estado da Paraíba em termos de valor de risco no ano de 2018, com o prazo próximo ao vencimento e vencidos em 2018.

Tabela 4 – Ranqueamento do valor em risco de medicamentos (princípios ativos) comprados pelo setor público com prazo de validade próximo ao vencimento e vencido na Paraíba - 2018

<b>Top 10 - próximos ao vencimento</b>		<b>Top 10 - vencidos</b>	
<b>Princípio ativo</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Princípio ativo</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Benzilpenicilina Benzatina	214.729,32	Pantoprazol sódico esqui-hidratado	13.109,92
Cloreto de sódio	169.505,98	Cefalexina monoidratada	11.751,09
Temozolomida	88.775,04	Ceftazidima Pentahidratada	9.522,48
Ioexol	87.681,18	Metilprednisolona	8.899,12
Cefalexina Monoidratada	65.915,13	Prednisona	7.881,10
Carvedilol	52.278,44	Cefalexina	7.180,18
Acebrofilina	42.168,64	Finasterida	6.820,01
Metronidazol	40.620,88	Glicose	6.363,56
Dipirona	39.512,42	Cloreto de sódio	6.307,09
Hermitarato de epinefrina	35.932,30	Itraconazol	5.668,58

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do TCE-PB e ANVISA.

Nota: Valores a preços constantes de dezembro de 2018.

Os dados da referida tabela indicam que, em geral, os medicamentos mais recorrentes nas compras tanto com o prazo de validade muito próximo ao vencimento

quanto vencidos foram antibióticos que atuam no tratamento de diversas infecções. Nesse sentido, no primeiro grupo de risco (próximo ao vencimento) destaca-se o princípio ativo Benzilpenicilina Benzatina (R\$ 214.729,32) indicado para o tratamento de infecções causadas por microrganismos sensíveis à penicilina tipo G (MASSAD; MASSAD; ARCURI, 1990), seguido, respectivamente, do Cloreto de Sódio (R\$ 169.505,98) utilizado principalmente para gripes, resfriados e casos relacionados à congestão nasal (VIERTLER et al., 2003), do Temozolomida (R\$ 88.775,04) indicado no tratamento de pacientes com glioblastoma multiforme e glioma maligno (tumores que se originam no cérebro) (HERNÁNDEZ-REYNA et al., 2010), e do Ioxol (R\$ 87.681,18) que é um meio de contraste radiológico indicado para procedimentos de radiografia (OLIVEIRA et al., 2011).

Por sua vez, no segundo grupo de risco (vencidos), merece relevância, respectivamente, o Pantoprazol Sódico Sesqui-hidratado (R\$ 13.109,92) que é recomendado para o tratamento de lesões gastrintestinais leves (AVNER, 2000), a Cefalexina Monoidratada (R\$ 11.751,09) indicada no tratamento de infecções urinárias, ósseas, respiratórias, de pele, no ouvido e outras (RUARO; MEYER; AGUILAR, 1998), a Ceftazidima Pentaidratada (R\$ 9.522,48) que é utilizada para tratar infecções causadas por uma bactéria e/ou germe e também infecções graves em geral (BERSAN et al., 2013), e o Metilprednisolona (R\$ 8.899,12) indicado para o tratamento de inflamações reumáticas, endócrinas, e doenças do colágeno e do complexo imunológico (como exemplo, o lúpus) (AZEVEDO; ALBUQUERQUE; GONÇALVES, 2015).

No tocante a procedência das empresas fornecedoras desses medicamentos aos municípios paraibanos, a Tabela 5 traz a distribuição destas por unidade federativa de origem e comportamento sem risco (empresas que ao longo de todo período nunca entregaram produtos próximo ao vencimento e/ou vencidos) e com risco (empresas que em ao menos um ano adotaram o comportamento em risco investigado).

Tabela 5 – Empresas fornecedoras por comportamento de risco e unidade federativa de origem, 2011-2018

UF fornecedora	Comportamento			
	Sem risco	% Sem risco	Com risco	% Com risco
Alagoas	3	0,50%	1	0,48%
Amazonas	2	0,34%	0	0%
Bahia	4	0,67%	1	0,48%
Ceará	24	4,03%	14	6,76%
Distrito Federal	8	1,34%	3	1,45%
Espírito Santo	1	0,17%	0	0%
Goiás	14	2,35%	15	7,25%

(Continua na próxima página)

Tabela 5 – Continuação

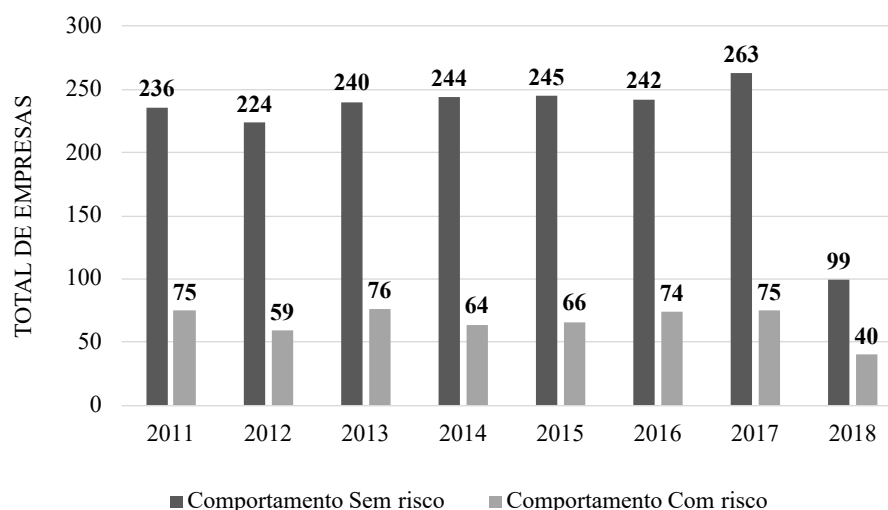
UF fornecedora	Comportamento			
	Sem risco	% Sem risco	Com risco	% Com risco
Minas Gerais	26	4,37%	9	4,35%
Paraíba	290	48,74%	79	38,16%
Paraná	31	5,21%	1	0,48%
Pernambuco	69	11,60%	43	20,77%
Piauí	0	0%	2	0,97%
Rio de Janeiro	10	1,68%	3	1,45%
Rio Grande do Norte	17	2,86%	26	12,56%
Rio Grande do Sul	7	1,18%	1	0,48%
Santa Catarina	10	1,68%	1	0,48%
São Paulo	79	13,28%	6	2,90%
Sergipe	0	0%	2	0,97%
<b>Total</b>	<b>595</b>		<b>207</b>	

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAGRES Medicamentos e do TRAMITA, TCE-PB.

As empresas com sede na Paraíba (369) são maioria, seguidas pelas empresas dos estados de Pernambuco (112), São Paulo (85), Rio Grande do Norte (43) e Ceará (38). Pela disposição das empresas nos grupos honesto e desonesto, observa-se que as empresas com sede na Paraíba têm apresentado comportamento de risco numa proporção menor do que o total de empresas que tem origem em outros estados (cerca de 62%), com destaque para as provenientes de Pernambuco (20,77%), Rio Grande do Norte (12,56%), Goiás (7,25%) e Ceará (6,76%).

A Figura 3 traz o número de empresas fornecedoras de medicamentos com estratégia de risco no período de 2011 a 2018, em termos absolutos.

Figura 3 – Total de empresas fornecedoras por comportamento de entregar medicamentos fora ou próximo ao prazo de validade no período de 2011-2018



Fonte: Elaboração própria a partir de dados fornecidos pelo TCE-PB.

Na Figura 3 é possível perceber que há pouca variabilidade na quantidade de empresas com comportamento de risco, provavelmente sinalizando que as empresas que adotam a referida estratégia ao longo do tempo são, em geral, as mesmas.

Contudo, ao se investigar o fornecimento de produtos sob risco de vencimento, procura-se contribuir para o norteamo de políticas para redução da ineficiências em aquisições públicas na Paraíba, sobretudo, tendo em vista o desafio da gestão pública de ofertar à população serviços de saúde com qualidade e segurança.

## 2.4 Estratégia Empírica

Este ensaio procura testar a hipótese fundamentada na teoria de jogos repetidos com informação incompleta. Segundo a qual na presença de mecanismos para punição falhos, há uma tendência de persistência no comportamento de empresas quanto a burlar regulamentos licitatórios.

Para testar essa hipótese é preciso analisar empiricamente se o valor em risco de um fornecedor típico apresenta correlação com o montante arriscado no período anterior. Sendo assim, essa retroalimentação da variável resposta (comportamento inidôneo) é uma fonte de endogeneidade que pode tornar parâmetros tendenciosos em modelos empíricos.

Além do componente auto-regressivo do valor em risco, outra possível fonte de endogeneidade ao problema investigado é a omissão de variáveis. Esta pode resultar em correlação espúria entre variáveis de interesse (WOOLDRIDGE, 2010). Nesse caso,

variáveis não observáveis, como a condição de idoneidade da empresa e/ou a falha de punição, capazes de afetar a variável resposta no período  $t$  e as suas referidas defasagens podem estar sendo omitidas do modelo empírico. Para isso, de acordo com Wooldridge (2010), o emprego de procedimentos de Efeitos Aleatórios (RE) e Efeitos Fixos (FE) representam formas de combater esse problema.

Os modelos dinâmicos desenvolvidos por Arellano e Bond (1991) e Blundell e Bond (1998), proporcionam uma solução justificável para os problemas supracitados, nos quais o pressuposto de exogeneidade estrita é relaxado para permitir a estimação consistente na presença de variáveis endógenas e/ou variáveis dependentes defasadas como regressores.

Em particular, a estimativa de modelos dinâmicos para dados em painel permite, adicionalmente, testar a presença de persistência temporal da variável dependente. Desse modo, considere um modelo de efeitos fixos na forma:

$$\ln y_{it} = \theta \ln y_{it-1} + x'_{it} \beta + a_{jt} + \mu_i + \epsilon_{it} \quad (2.3)$$

Onde  $i$  indexa a empresa que em algum momento adotou o comportamento de entregar medicamentos próximo ao vencimento e/ou vencidos e  $t$  o ano;  $\ln y_{it}$  representa a variável de resultado (valor em risco) em logaritmo natural (ln);  $X'_{it}$  é uma matriz de controle para variáveis no tempo, relacionadas tanto com o resultado quanto com a autosseleção em estratégia de risco;  $a_{jt}$  representam *dummies* de ano para controlar mudanças temporais nas variáveis de resultados comuns a todas as empresas fornecedoras de medicamentos (tendência temporal);  $\mu_i$  é um efeito fixo específico à empresa  $i$  e invariante no tempo (heterogeneidade não observada de cada empresa);  $\epsilon_{it}$  um termo randômico;  $\theta$  é um parâmetro restrito  $|\theta| < 1$ , para captar o componente autoregressivo e  $\beta$  é um vetor de parâmetros.

A partir da Equação 2.3, este estudo testa se o parâmetro de interesse  $\theta$  é estatisticamente positivo, isto é, se há persistência na adoção de estratégia de risco no processo de licitação. Portanto, o referido parâmetro pode capturar o efeito da estratégia de risco no período anterior sobre a estratégia no período corrente.

O uso do estimador de efeitos fixos (*within*) com tendência linear para obtenção dos parâmetros da Equação 2.3, permite não apenas a correção para viés de omissão de variáveis específicas às empresas, mas também o controle para possível tendência temporal nas variáveis de resultado (ANGRIST; PISCHKE, 2008). Por outro lado, ainda é possível que características variantes possam influenciar os resultados da licitação e autosseleção da empresa em estratégia de risco. Para considerar essa possibilidade, também se controla o modelo para covariadas presentes na matriz  $X'_{it}$ , a exemplo de variáveis que capturem mudanças no ambiente concorrencial e desempenho da

empresa, conforme melhor explicitado na seção de dados a seguir.

Um dos problemas com a estimação de modelo dinâmicos com dados em painel comum aos diversos estudos realizados é a endogeneidade, ou seja, a correlação existente entre alguns regressores e o termo do erro  $\epsilon_{it}$  (CAMERON; TRIVEDI, 2005). Para corrigir esse problema de perda de consistência dos estimadores convencionais dos modelos dinâmicos com dados em painel, utiliza-se o estimador de Método dos Momentos Generalizados (GMM) na versão proposta por Arellano e Bond (1991), *Difference-GMM* (GMM-AB). Este estimador procura obter parâmetros consistentes com um mínimo de restrições sobre os momentos, conhecido como *first-differenced*, que consiste em retirar as primeiras diferenças de todas as variáveis do modelo, assim como, recorre ao uso de variáveis instrumentais, para eliminar o problema da endogeneidade. Logo, a equação de estimação do modelo utilizado passa a ser a seguinte:

$$\Delta \ln y_{it} = \theta \Delta \ln y_{it-1} + \Delta x'_{it} \beta + a_{jt} + \Delta \mu_i + \Delta \epsilon_{it} \quad (2.4)$$

De acordo com Cameron e Trivedi (2005), o enfoque desenvolvido por Arellano e Bond (1991) utiliza os valores defasados de  $y_{i,t-1}$  como instrumentos para  $\Delta y_{i,t-1}$ , sob a hipótese de que não existe correlação serial em  $\epsilon_{it}$ . Satisfeita essa condição,  $y_{i,t-2}$  é matematicamente relacionado com  $\Delta y_{i,t-1}$  e, ao mesmo tempo, não correlacionado com o erro em primeira diferença  $\epsilon_{it} = \epsilon_{it} - \epsilon_{i,t-1}$ . A medida em que o painel avança no tempo, sucessivas defasagens podem ser incorporadas, gerando assim um subconjunto de instrumentos válidos para cada período disponível. O mesmo princípio básico se aplica no caso dos demais regressores considerados como potencialmente endógenos, observada a necessária exogeneidade das variáveis defasadas utilizadas como instrumentos com relação ao distúrbio residual diferenciado.

Blundell e Bond (1998) observam, contudo, que em casos de acentuada persistência nas séries de tempo, os níveis passados de uma variável tendem a ser pouco informativos quanto às suas variações futuras. Além disso, apontaram que para amostras pequenas os instrumentos dos valores defasados das variáveis poderão ser fracos, apresentando estimativas fortemente tendenciosas para o procedimento de Arellano e Bond (1991). Nesse sentido, Blundell e Bond (1998) propuseram uma abordagem alternativa para o problema do viés dinâmico, anteriormente descrito, introduzida por Arellano e Bover (1995), o chamado *System-GMM* (GMM-BB). Ao invés de transformar os dados, essa abordagem instrumentaliza  $y_{i,t-1}$  (e demais regressores endógenos) com variáveis supostamente ortogonais ao efeito fixo. Em termos mais precisos, a ideia consiste em utilizar os sucessivos valores da primeira diferença como instrumentos para a variável em nível sob a hipótese de exogeneidade das diferenças com relação ao erro  $\epsilon_{it}$ . Desse modo, ao contrário de Arellano e Bond (1991), esse enfoque utiliza instrumentos em primeira diferença para a equação de regressão em nível.

De modo a se obter um estimador GMM com a máxima eficiência e menor viés possível, [Blundell e Bond \(1998\)](#) conjugam então as duas abordagens em um único arcabouço de estimação. Nesse sentido, combinam em um sistema a equação em primeira diferença, [Equação 2.4](#), e a equação em nível [Equação 2.3](#), devidamente instrumentalizadas conforme o que foi anteriormente descrito.

De acordo com [Faria et al. \(2010\)](#), GMM-BB dos autores [Arellano e Bover \(1995\)](#) e [Blundell e Bond \(1998\)](#) foi designado para painéis do mesmo tipo daqueles em que o GMM-AB também pode ser aplicado. Entretanto o estimador primeiro GMM-BB, aumenta o estimador GMM-AB fazendo as hipóteses adicionais de que a primeira diferença de variáveis instrumentais não seja correlacionada com os efeitos fixos. Dessa forma, permite-se a inclusão de novos instrumentos e pode-se aumentar a eficiência com relação ao estimador GMM-AB.

O estimador GMM-BB então, combina a equação em diferenças cujas variáveis em níveis são usadas como instrumentos para variáveis endógenas e pré-determinadas, com a equação em nível, e as variáveis em primeira diferença são utilizadas como instrumentos. A validade desses instrumentos adicionais pode ser testada (e será) usando o teste de *Sargan* para restrições sobre-identificadas. [Blundell e Bond \(1998\)](#) mostram evidências provenientes de experimentos em Monte Carlo de que o GMM-BB apresenta melhores propriedades em amostra finitas.

Para testar a validade das condições de momento inerentes ao GMM, adotam-se as estatísticas de teste de [Sargan \(1958\)](#) e [Hansen \(1982\)](#), que possui como hipótese nula a validade dos instrumentos, ou seja, não correlacionados com o termo erro e que os instrumentos excluídos (aqueles utilizados para instrumentar as variáveis endógenas) foram corretamente excluídos da equação estimada ([WOOLDRIDGE, 2010](#)). De acordo com [Wooldridge \(2010\)](#), a estatística *Sargan* é um caso especial da *J* de Hansen para o caso de homoscedasticidade. Por sua vez, a estatística de teste de *Hansen* é mais robusta na suspeita de erros heteroscedásticos.

No entanto, conforme observado por [Roodman \(2006\)](#), existem, por outro lado, problemas estatísticos associados ao excesso de instrumentos. Em primeiro lugar, o número de elementos na matriz de variância dos momentos é quadrático com relação ao número de instrumentos, sendo que uma amostra finita pode não conter informação suficiente para estimar adequadamente uma matriz de tal dimensão. No limite, a matriz torna-se singular forçando o uso de uma inversa generalizada para obter o estimador GMM. Embora isso não comprometa a consistência do estimador, resulta, entretanto, em perda de eficiência. Um segundo problema potencial é que um número muito grande de instrumentos pode implicar um sobre-ajustamento (*overfit*) das variáveis endógenas, comprometendo portanto a eliminação do componente de endogeneidade.

O referido teste de especificação é um procedimento comum ao tratar de

estimações do tipo GMM. Contudo, conforme demonstrado por Bowsher (2002), seu poder estatístico tende progressivamente para zero com o aumento do número de variáveis instrumentais incorporadas pelo estimador. De acordo com Roodman (2006), no contexto da estimação por GMM-BB, a prudência recomenda não confiar em casos de p-valores muito altos, próximos de 1.000, e de valores muito baixos, menores que 0,1. A larga amplitude do intervalo entre esses dois valores ressalta a limitada confiabilidade do teste *Sargan/Hansen* no caso em questão.

Por fim, faz-se necessário testar para a ausência de correlação serial no erro idiossincrático  $\epsilon_{it}$ , condição necessária para a consistência do estimador GMM. Para tanto, pode ser usado o procedimento de teste desenvolvido por Arellano e Bond (1991) e Blundell e Bond (1998), aplicado aos resíduos em diferenças. Sob a hipótese nula de ausência de correlação serial de segunda ordem nos distúrbios em primeira diferença,  $\Delta\epsilon_{it}$ , não existe correlação de primeira ordem nos distúrbios em nível. Considerando que os distúrbios são não-correlacionados entre indivíduos e observado o teorema do limite central, a estatística de teste segue, assintoticamente, a distribuição normal padrão.

## 2.5 Dados

Os dados usados neste estudo são oriundos do cruzamento de informações de fontes como o Sistema de Acompanhamento da Gestão dos Recursos da Sociedade (SAGRES), Sistema de Tramitação de Processos e Documentos (TRAMITA), ambos do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE-PB), dados de notas fiscais eletrônicas da Receita Estadual-PB<sup>5</sup> e do Cadastro Nacional de Empregados e Desempregados (CAGED). Os dados são referentes as empresas que forneceram medicamentos ao setor público dos municípios paraibanos no período de 2013 a 2018. O período de análise é limitado pela disponibilidade de dados para todas as variáveis de interesse na análise empírica.

A partir das informações em nível de empresa foi possível construir um painel de dados. Desta forma, a análise é restrita às empresas vencedoras de licitações em algum momento do ano (t) e que forneceram medicamentos vencidos ou próximos ao vencimento (produtos com prazo à vencer acima de 75%) ao menos uma vez no período analisado<sup>6</sup>. Ressalta-se que o fato de utilizar uma amostra apenas com empresas que

<sup>5</sup> Os dados das notas fiscais eletrônicas foram coletados por intermédio da plataforma SAGRES Medicamentos do TCE-PB.

<sup>6</sup> Essa análise é realizada além de medicamentos, também para insumos farmacêuticos, mediante a possibilidade de perda informacional na condição de separa-los para todo o período de análise. Haja vista a existência de produtos com problemas no código de barras que seria o identificador com os dados da ANVISA para essa classificação.

já praticaram essa fraude é uma forma de controlar o viés de seleção na decisão de fraudar ou não.

A estratégia usada neste trabalho baseia-se nas orientações referentes ao prazo de validade do produto, estabelecidas pelo manual de Aquisição de Medicamentos para Assistência Farmacêutica no SUS fornecido pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2006). Segundo esse documento, a orientação é de que o prazo de validade de medicamentos não deve ser menor do que 12 meses contando a partir da data de entrega do produto, e também que sejam entregues com um prazo equivalente a, pelo menos, 75% de sua validade, contados a partir da data de fabricação.

Das fontes utilizadas, também foi possível computar informações como ano de homologação da licitação, situação da proposta (vencedora ou perdedora), valor contratado e número de concorrentes na licitação. A amostra definitiva totalizou 382 observações.

Dessa forma, como variável de resultado em licitações (variável dependente) é utilizado o valor em risco em termos de medicamentos com mais de 75% da vida útil, o que inclui os produtos vencidos. Isto é, valor em risco refere-se ao produto entre o valor em propostas vencedoras pela empresa no ano (t) e a proporção de valor em risco nas NFE.

A maior parte dos processos licitatórios para medicamentos são do tipo menor preço, conforme verificado na Figura 2. Segundo Carter et al. (2004) esse tipo de critério abre espaço para ações oportunistas na fase de licitação e durante a execução do contrato. Pois, a empresa contratada recorrerá a formas para seu custo se inserir no orçamento vencedor (nesse caso, o mais barato) com consequências na qualidade do produto ou serviço prestado, principalmente, na condição de perceber falhas de fiscalização no sistema. Dessa forma, de acordo com Bruns, Luiza e Oliveira (2014), considerando a presença histórica de casos de irregularidades nos recursos, fraudes e ineficiência na gestão no programa de Assistência Farmacêutica nos municípios do estado da Paraíba, espera-se na condição da hipótese a ser testada, um efeito positivo de persistência do comportamento de burlar regulamentos.

Ainda foram calculadas outras variáveis de controle para determinação do resultado em licitações e autosseleção em estratégia de risco, são elas: (i) *concorrência média* – média de proponentes nas licitações em que a empresa participou durante o ano; (ii) *saldo de emprego* – diferença entre a quantidade de admissões e demissões por empresa. Todas elas correspondem as colunas da matriz X na Equação 2.4.

A introdução da variável *concorrência média* ocorre como forma de ponderar mudanças no ambiente concorrencial. Segundo Faria et al. (2010) e Coviello e Mariniello (2014), quanto maior o número de concorrentes, em geral, menor o preço. Dessa forma,

controlando tal ambiente, diferenciais de valor em risco podem ser explicados pelo uso de estratégia mais agressiva por parte de empresas inidôneas. Uma vez que se essas estão em ambiente mais competitivo a forma de ofertar produtos a menor preço é se desfazendo, por exemplo, de estoque e conseqüentemente, na margem, entregando maior percentual de medicamentos com a característica investigada, próximos ao vencimento e/ou vencidos.

Uma forma de controlar a *variação de estoque* da empresa, sob o pressuposto que uma maior proporção de medicamentos com a característica investigada só será possível se a empresa tiver estoque a vencer, pode ser controlado pelo uso da *proxy* saldo líquido de emprego. De acordo com Mazali e Divino (2010), se há redução de demanda por determinado produto de uma empresa, e, como resultado, variação de estoque de produção positiva da mesma, há necessidade de reestruturação do seu quadro de trabalhadores via desligamento de funcionários. Dessa forma, assume-se que uma empresa apresenta elevado estoque se sua demanda é inferior à sua oferta e que nessa condição as contratações são reduzidas, resultado em menor o saldo de emprego. Conseqüentemente, há maior possibilidade da empresa inidônea operar com o fornecimento de um maior percentual de medicamentos próximos ao vencimento e/ou vencidos.

A Tabela 6 apresenta, de forma estratificada, as estatísticas descritivas da variável de resultado (valor faturado em risco) e das covariadas concorrência média e saldo líquido de emprego por período corrente (*t*) do processo licitatório no estado da Paraíba.

Tabela 6 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas na análise, estratificada por período: Média e Desvio Padrão.

Variáveis	Ano da licitação, t						Geral
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
<b>Valor em risco (milhões de R\$)</b>	31,24 (96,39)	51,78 (192,84)	97,39 (425,95)	32,86 (105,90)	48,88 (133,42)	37,83 (86,66)	48,65 (200,86)
<b>Concorrência Média</b>	4,74 (2,85)	4,96 (3,05)	5,32 (3,58)	3,97 (2,81)	4,60 (3,06)	5,39 (3,28)	4,83 (3,13)
<b>Saldo líquido de emprego</b>	-1,65 (19,44)	2,02 (12,11)	0,98 (10,75)	-0,37 (10,78)	0,31 (15,81)	0,14 (14,25)	0,15 (14,28)
<b>Observações</b>	64	48	58	67	69	76	382

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAGRES, Tribunal de Contas do Estado-PB, e TSE.

Nota: Os valores entre parenteses são os desvios padrões das variáveis.

Os dados sugerem que, em média, 48,65 milhões de reais do valor em propostas vencidas dentre as empresas analisadas envolve produtos vencidos ou próximos ao vencimento. A análise da distribuição da média por ano permite perceber que há pouca variabilidade nesse comportamento, sinalizando uma possível persistência ao longo do

tempo. Por sua vez, no tocante as variáveis de controle os dados apontam uma média de 4 empresas concorrentes por licitação. Por outro lado, é possível observar que na maior parte dos anos houve saldo líquido de emprego positivo, sugerindo, em média, maior número de contratações que demissões no período.

## 2.6 Resultados

Na intenção de apresentar algumas evidências iniciais à respeito do comportamento das empresas quanto à entregar produtos farmacêuticos vencidos e/ou próximo ao vencimento em compras públicas nos municípios do estado da Paraíba, a Tabela 7 reporta os resultados de um conjunto de regressões feitas para a Equação 2.3. O objetivo dessa análise preliminar consiste em comparar diferentes especificações econométricas a partir dos estimadores de efeitos fixos (FE) e de efeitos aleatórios (RE).

Tabela 7 – Determinantes do valor em risco no processo de licitação de medicamentos no estado da Paraíba, 2013-2018

	<i>Variável dependente:</i>					
	Log do valor em propostas vencidas sob risco					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	FE	RE	FE	RE	FE	RE
Concorrência média (t)	0,4012*** (0,0800)	1,0264*** (0,0775)	0,4022*** (0,0802)	1,0278*** (0,0776)	0,4055*** (0,0841)	0,2660*** (0,0525)
Saldo de contratação de funcionários (t)			-0,0038 (0,0093)	-0,0068 (0,0109)	-0,0044 (0,0094)	-0,0008 (0,0081)
Tendência	não	não	não	não	sim	sim
Observações	382	382	382	382	382	382
R <sup>2</sup>	0,1084	0,1095	0,1091	0,1101	0,1160	0,2975
R <sup>2</sup> ajustado	0,6411	0,1095	0,6477	0,1077	0,6756	0,2843
Estatística F	25,1655***	-191,4402	12,6140***	-190,7201	3,7691***	102,5961***
Hausman RE x FE	989,66***		947,54***		3559,1***	

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados evidenciados.

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

Na referida tabela, inicialmente, são desconsiderados potenciais problemas de endogeneidade em relação à presença de componente autoregressivo e omissão de variáveis não observáveis. Nas regressões com controle para efeitos fixos, a heterogeneidade não observada é considerada uma variável aleatória específica a cada empresa e correlacionada com as covariadas observadas, enquanto nas regressões com efeitos aleatórios, os efeitos não observados de cada empresa são supostos independentes daquelas covariadas (CAMERON; TRIVEDI, 2005).

Apesar de serem observados com cautela, os resultados sugerem uma correlação positiva entre valor em propostas vencedoras com risco e concorrência média em licitações. Nota-se que, na maioria das regressões presentes na tabela em destaque,

o coeficiente estimado para a variável média de empresas concorrentes por licitação foi positivo e estatisticamente significativo. Ressalta-se que a sucessiva introdução de covariadas como o saldo líquido de emprego e a variável tendência, aumentou o grau de ajuste dos modelos, de modo que as especificações das regressões presentes nas colunas (5) e (6) se revelaram bastante razoáveis. Todavia, o teste de especificação de *Hausman* sugere que, nas comparações entre estimadores alternativos, se rejeita a hipótese nula de que o estimador de efeitos aleatórios é mais apropriado ao comportamento dos dados.

Nessa condição, em particular, de acordo com os coeficientes estimados na regressão da coluna (5), sugere-se que, em média, uma empresa a mais na concorrência do processo licitatório resultaria em um aumento 40,5% do valor em risco. Esse é um resultado esperado, já que segundo *Conley e Decarolis (2010)*, quanto mais participantes em um processo licitatório maior a chance da empresa adotar estratégias competitivas agressivas.

Na *Tabela 8* busca-se avançar com evidências mais robustas ao considerar presença de endogeneidade, controlando para persistência temporal da variável explicativa de valor em risco, assim como, omissão de variáveis não observáveis variantes no tempo das empresas. Essa tabela registra os resultados de um conjunto de nove regressões realizadas a partir de diferentes especificações do modelo dinâmico GMM-BB<sup>7</sup> com efeito fixo<sup>8</sup>. Enquanto nas regressões reportadas nas colunas (1), (4) e (7), além de se inserir, respectivamente, sucessivamente as covariadas, foi empregado como instrumento para o valor em risco contemporâneo, o valor das propostas em risco defasado em 2 períodos. Por sua vez, aquelas presentes nas colunas (2), (5) e (8) também trazem resultados para sucessivas inserções das covariadas utilizadas, no entanto, como variáveis instrumentais, além da segunda defasagem da variável dependente, testa-se também a concorrência média com 1 e 2 anos de defasagem. Por fim, nos modelos (3), (6) e (9) como instrumento é acrescida a *proxy* saldo de emprego até a quinta defasagem. A sucessiva introdução de covariadas aumentou o grau de ajuste dos modelos, de modo que a especificação da regressão presente na coluna (9) se revelou bastante razoável<sup>9</sup>.

Os resultados fornecem uma série de evidências sugestivas e regulares em todas as regressões da tabela em foco. Primeiro, parece haver uma persistência do

<sup>7</sup> As regressões baseadas no modelo GMM-BB, além dos instrumentos expostos na *Tabela 8*, incorporaram as primeiras diferenças defasadas da variável dependente e demais covariadas para equação em nível. Todas as variáveis defasadas foram derivadas a partir das condições de momentos do estimador GMM (ver *Cameron e Trivedi (2005)*).

<sup>8</sup> O uso de efeito fixo é importante para controlar a presença de fatores observáveis e não observáveis, como a origem e porte da empresa, que tendem a ser invariantes no tempo, mas heterogêneas entre as empresas (ver *Wooldridge (2010)*).

<sup>9</sup> O total de observações caem para 174 em razão dos instrumentos em diferença.

comportamento de entregar produtos farmacêuticos muito próximo do vencimento e até já fora do prazo de validade, isto é, aquelas empresas com valor vencido em licitações sob risco em anos precedentes, tendem a manter a incidência da prática. Por exemplo, conforme os resultados da regressão presente na coluna (9), que inclui maior número de covariadas e que apresentou resultado estatisticamente significativo ao nível de 5%, o coeficiente de persistência temporal estimado para o valor em risco foi de cerca de 0,39, isto é, pouco mais de 1/3 do valor observado para o valor em risco do período anterior tende a persistir no período seguinte. Tal evidência é consoante à hipótese de que há possibilidade de ineficiência no gerenciamento de aquisição dos medicamentos nos municípios paraibanos.

A concorrência média, inserida para capturar fatores não observáveis que mudam no tempo, também se revelou como um fator importante na explicação sobre o percentual do valor transacionado pelas empresas em termos de produtos vencidos ou próximos ao vencimento. Os resultados da Tabela 8 mostram que, quanto maior a quantidade de empresas concorrendo em um processo licitatório, maior tende a ser o valor em propostas vencedoras sob risco. Na regressão apresentada na coluna (9), por exemplo, uma empresa a mais no processo de concorrência aumentaria o valor em risco em cerca de 0,21%. Esse achado é consoante com Faria et al. (2010) e Coviello e Mariniello (2014), segundo os quais quanto maior número de concorrentes, em geral, há uma tendência de empresas inidôneas fazerem uso de estratégias agressivas que lhes possibilitem ofertar produtos à menor preço em boa parte dos casos burlando regras do sistema.

Ainda observando os dados da Tabela 8, verifica-se que a variável *proxy* saldo líquido de emprego não se mostrou estatisticamente significativa para explicar a prática desonesta de entregar produtos vencidos e/ou com risco de vencimento em uma perspectiva de correlação contemporânea. No entanto, quando essa variável é colocada como instrumento, modelos (3), (6) e (9), essa passa a trazer resultado significativo para a variável de persistência do modelo. Esse resultado torna-se mais evidente quando compara-se os modelos (6) e (9), em que no primeiro temos a variável saldo líquido de emprego defasada como instrumento e não há variabilidade estatística no resultado dos coeficientes das demais covariadas do modelo quando se compara com os resultados do modelo (9), quando a temos além de instrumento defasado também como controle em t. Possivelmente, a falta de correlação em t, se deve em razão de que tendo sido essa variável colocada como *proxy* para a variação de estoque da empresa, conforme Mazali e Divino (2010), existir uma necessidade de tempo para que esse seja acumulado. Isto é, para a possibilidade da empresa ofertar produto próximo ao vencimento e/ou vencido essa precisa de estoque à vencer. Portanto, a formação de estoque requer tempo, e dessa forma, é que possivelmente se justifica a falta de correlação em t.

Tabela 8 – Modelos dinâmicos com efeito fixo – GMM-BB – Determinantes de estratégias de risco no processo licitatório - variável dependente: valor em propostas vencidas sob risco (2013-2018)

	Variável Dependente								
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Log do valor em risco (t-1)	-0,1749 (0,3263)	0,1389 (0,2406)	0,3631** (0,1761)	-0,0979 (0,3155)	0,1940 (0,2001)	0,3921** (0,1602)	-0,1054 (0,3010)	0,1650 (0,2055)	0,3887** (0,1613)
Concorrência média (t)				0,4298** (0,1919)	0,1302* (0,0777)	0,2113*** (0,0779)	0,4432** (0,1909)	0,1300 (0,0793)	0,2068*** (0,0772)
Saldo líquido de emprego (t)							-0,0070 (0,0109)	0,0096 (0,0114)	-0,0060 (0,0078)
Tendência	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
<i>Variáveis Instrumentais</i>									
Log do valor em risco (t-2)	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-1)	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim
Concorrência média (t-2)	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim
Saldo líq. de emprego (t-1)	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-2)	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-3)	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-4)	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-5)	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Teste de Wald	0,2874 (0,5918)	0,3334 (0,5636)	4,2537 (0,0391)	5,1302 (0,0769)	4,2827 (0,1175)	10,6267 (0,0049)	6,0392 (0,1097)	5,1686 (0,1598)	13,5638 (0,0036)
Teste de Sargan-Hansen	17,6461 (0,0901)	17,4813 (0,0145)	42,4367 (0,2482)	12,5412 (0,2504)	20,6381 (0,2084)	43,976 (0,0585)	11,7562 (0,3017)	21,1480 (0,0120)	44,3705 (0,1332)
AC 2ª Ordem	0,8723 (0,3831)	1,075 (0,2824)	1,0636 (0,2875)	1,1077 (0,268)	1,078 (0,281)	1,0958 (0,2732)	1,0543 (0,2917)	1,0285 (0,3037)	1,1634 (0,2447)
Observações	174	174	174	174	174	174	174	174	174

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAGRES Medicamentos e do TRAMITA, TCE-PB.

Nessa perspectiva, quanto aos instrumentos utilizados nos modelos estimados, é importante destacar que o teste de *Sargan-Hansen* sugere não rejeitar a hipótese nula de exogeneidade das variáveis instrumentais, sobretudo, na maior parte das regressões com estimador *Blundell-Bond* (GMM-BB) (3,4,5,7 e 9). Por outro lado, nas regressões obtidas com o estimador *Arellano-Bond* (GMM-AB), na Tabela A.3 do Apêndice, o teste de *Sargan-Hansen* se revelou mais sensível a diferentes especificações do modelo, não corroborando a validade dos instrumentos na maior parte das especificações, rejeitando a hipótese nula ao nível de 5% de significância<sup>10</sup>. Observa-se que a partir do modelo GMM-AB não foi encontrada significância estatística para as diferentes especificações. Esse resultado se deve possivelmente à utilização da variação das defasagens como instrumentos no modelo BB. Nesse caso, a hipótese de exogeneidade da primeira diferença se mostra mais plausível, comparativamente a exogeneidade das defasagens, conforme já discutido na seção 2.4.

Ressalta-se que a rejeição da hipótese nula do teste de *Sargan-Hansen* não necessariamente compromete a validade do modelo, visto que a fragilidade desse teste à especificação do modelo e ao número de instrumentos é bastante conhecida na literatura (ROODMAN, 2006). Para contornar esse problema, Arellano e Bond (1991) sugerem a aplicação do teste de autocorrelação de segunda ordem para os resíduos do modelo dinâmico. Dessa maneira, os resultados do último teste, em todas as regressões, sugerem não rejeitar a hipótese nula de ausência de correlação serial dos resíduos, o que, por seu turno, reforça a validade quanto à especificação dos modelos.

## 2.7 Considerações Finais

A partir de dados do Tribunal de Contas do Estado da Paraíba (TCE-PB) sobre compras públicas, identifica-se uma tendência positiva quanto ao comportamento de fornecimento de medicamentos fora dos parâmetros aceitáveis de validade pelo Ministério da Saúde nos últimos anos. Diante deste contexto, o objetivo deste estudo foi estimar a persistência do comportamento de empresas que burlam regras institucionais, entregando medicamentos próximo ao vencimento e/ou vencidos no processo licitatório. Para tanto, foram usados dados longitudinais de empresas com comportamento inidôneo no fornecimento de medicamentos em processos licitatórios ocorridos no estado da Paraíba durante o período de 2013 a 2018.

As principais evidências indicam uma correlação positiva entre o número de concorrentes e um maior comportamento arriscado por parte das empresas quanto a

<sup>10</sup> Embora não apresentadas, vale ressaltar que outras especificações foram testadas, incluindo defasagens de até cinco períodos para as variáveis: valor em risco, concorrência média e saldo líquido de emprego das empresas. No entanto, os resultados não se mostraram satisfatórios em termos de significância dos parâmetros e dos testes de *Sargan* como pode ser verificado na Tabelas A.2 e A.1 do Apêndice.

intensidade do valor em risco. Os achados sugerem que um aumento de uma empresa na concorrência do processo licitatório resulta em um aumento médio em cerca de 0,21% no valor da proposta vencedora em medicamentos fora de parâmetros aceitáveis de vida útil. A referida evidência demonstra que o processo de concorrência não é suficiente para evitar fraudes em licitações. Possivelmente em razão de que o problema possa estar mais no âmbito da falha de fiscalização do sistema de compras públicas de produtos farmacêuticos e na falta de mecanismo de punição por parte da gestão, do que na ampliação do mercado.

Ademais, os achados corroboram a hipótese levantada por essa pesquisa no tocante à persistência de estratégia competitiva desonesta no ambiente de informação imperfeita na ausência de punição percebida. A análise empírica apontou que com valor em risco em anos precedentes preservam cerca de 1/3 dessa incidência nos anos seguintes. Tal resultado sugere que a falta de punição e/ou falhas nos mecanismos de fiscalização tendem a facilitar um comportamento persistente de fraude, possivelmente buscando redução de custos de mercadorias não vendidas.

Em relação ao resultado da persistência do comportamento de risco é importante ressaltar que a limitação e difícil mensuração para o mesmo ocorre porque esse refere-se a um comportamento marginal, isto é, que corresponde a um pequeno percentual de grandes quantidades de produtos. Ressalva-se que esse só foi garantido de modo robusto quando se utilizou a variável instrumental saldo de emprego como *proxy* para variação de estoque, o qual faz sentido econômico quanto a sua necessidade para a estratégia de risco de entregar medicamentos fora dos padrões de validade acontecer.

A avaliação realizada nesse trabalho possibilitou a geração de conhecimento capaz de replicação à demais estados do país, no que concerne as atividades dos tribunais de contas de cada estado, responsáveis por elaborar editais e chamadas públicas para licitações. Soma-se a isto que os achados dessa pesquisa provocam novos questionamentos que poderão ser acrescentados em pesquisas posteriores, como a investigação do impacto da estratégia de risco investigada, de entregar medicamentos vencidos e/ou próximos ao vencimento, em óbitos e em complicações no tratamento de saúde dos beneficiários.

Por fim, esse estudo faz uma contribuição importante para a literatura nacional, pois, além de ser o primeiro a investigar o persistente comportamento de risco no âmbito das compras públicas de medicamentos no Brasil, esse avança com o uso de dados longitudinais por empresas que requerem informações de notas fiscais eletrônicas com conexão de dados de processos licitatórios de acesso restrito.

Em geral, considerando a importância de medicamentos para a redução de taxas de morbidade e mortalidade, assim como, o fato de o estado da Paraíba estar entre um dos estados mais pobres do Brasil, as evidências constatadas por este estudo podem ser

de grande relevância para sugerir uma revisão no sistema de compras públicas desses tipos de produtos no estado. Dessa forma, recomenda-se que os gestores melhorem a fiscalização nas políticas de aquisições públicas com medidas preventivas e punitivas que evitem a persistência da entrega de produtos que não atendam especificidades necessárias, de modo a reduzir os desperdícios de recursos que, sobretudo, colocam em risco o bem estar e a própria vida da população.

# 3 Os impactos do acesso à água em escolas do semiárido brasileiro sobre condições básicas de bem-estar e indicadores escolares

## 3.1 Introdução

Há um consenso na literatura econômica que escolaridade é uma variável determinante para elevar a renda de indivíduos e 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 infraestrutura 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; RAVALLION et al., 2003; GALIANI; GONZALEZ-ROZADA; SCHARGRODSKY, 2009; DUFLO; DUPAS; KREMER, 2011; LUNA et al., 2011; KUMAR; VOLLMER, 2013; KOSEC, 2014; USMAN; GERBER; BRAUN, 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, o acesso a condições de infraestrutura hídrica melhores pode minimizar essas perdas e reduzir o custo de oportunidade de ir à escola.

No Brasil, sobretudo, na zona rural, ainda é comum encontrar famílias sem acesso à água, assim como, ambientes escolares desprovidos deste bem. 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 do Brasil (2017) apontam que 10% das escolas ainda não possuem qualquer tipo de

abastecimento hídrico.

Na tentativa de melhorar esse cenário, nos últimos anos, foram elaboradas políticas públicas com mecanismos de garantia de água para ensinar famílias a conviverem com a seca. Destacam-se os programas de implementação de cisternas com atuação no semiárido brasileiro, especialmente, por esta 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). Essas iniciativas estão alinhadas com evidências de efeitos positivos do Programa Água para Consumo sobre a saúde de crianças e vulnerabilidade econômica (LUNA et al., 2011; BOBONIS et al., 2017), assim como, para o Programa Segunda Água em relação à produção agrícola e renda (ALENCAR; JUSTO; ALVES, 2018). Mas, particularmente, para o Programa Cisterna nas Escolas ainda não há estudos voltados para avaliar seus possíveis efeitos seja na dimensão escolar ou para promoção de condição de saúde. Por isso, ainda persiste uma lacuna na compreensão desse tipo de política no âmbito nacional.

No tocante a essa discussão e a lacuna em aberto na literatura nacional quanto aos efeitos do programa cisterna sobre a educação e ambiente escolar, surge então dois questionamentos: i) há melhorias nas condições que promovem ambiente mais saudável nas escolas rurais do semiárido brasileiro, a partir da disponibilidade de acesso à recursos hídricos? ii) há melhorias nos indicadores de retenção e abandono em escolas beneficiadas com acesso à recursos hídricos no semiárido brasileiro, em comparação a resultados de escolas não contempladas por tal acesso? 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.

Dadas as questões levantadas, esta pesquisa propõe abordar o caso do Programa Cisternas nas Escolas do semiárido brasileiro e estimar a diferença entre o retorno médio observado em indicadores relacionados às condições do ambiente escolar que promovem melhorias na saúde e educacionais nas escolas beneficiadas e o retorno que deveria prevalecer casos as mesmas escolas não tivessem a cobertura do referido Programa. Nesse contexto, parte-se da seguinte hipótese: a disponibilidade de recursos hídricos é um importante fator para que cuidados básicos tais como água filtrada, limpeza e acesso a sanitários, 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 se dispendo com um ambiente mais saudável e, conseqüentemente, de maior permanência e desempenho escolar.

Os resultados encontrados, através do modelo de diferenças em diferenças

com efeito fixo e por heterogeneidade no tempo, sugerem que o Programa Cisterna teve impacto estatisticamente significativo e positivo nas melhorias de condições de infraestruturas básicas no ambiente escolar. No entanto, em termos de indicadores educacionais não foi possível evidenciar um padrão regular quanto aos efeitos do tempo de exposição das escolas ao tratamento, no entanto, em média, provocou redução na taxa de abandono e aumento na taxa de aprovação nas escolas do semiárido brasileiro.

Além desta introdução e das considerações finais, este ensaio encontra-se estruturado em mais quatro seções. A segunda seção traz um levantamento da literatura especializada 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 da referida política sobre indicadores de infraestrutura e educacionais.

## 3.2 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 à 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 entanto, com documentação limitada, mas crescente, há também uma certa preocupação com possíveis efeitos sobre a educação.

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 e Butt (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, Khandker e Rosenzweig (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, Justo e Alves (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, Justo e Alves (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 <sup>1</sup> 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 e Grimard \(2000\)](#) que investigam como o acesso à infraestrutura hídrica afeta o tempo (em horas) que as mulheres das zonas rurais atribuem à 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 e 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; RAVALLION et al., 2003](#); [GALIANI; GONZALEZ-ROZADA; SCHARGRODSKY, 2009](#); [DUFLO; DUPAS; KREMER, 2011](#); [LUNA et al., 2011](#); [KUMAR; VOLLMER, 2013](#); [KOSEC, 2014](#); [USMAN; GERBER; BRAUN, 2018](#)) e a taxa de mortalidade ([ABOU-ALI, 2003](#); [FAY et al., 2005](#); [GALIANI; GERTLER; SCHARGRODSKY, 2005](#); [GAMPER-RABINDRAN; KHAN;](#)

<sup>1</sup> Coronelismo é um sistema que durante a Primeira República, os coronéis (elite representada geralmente pelo oligopólio dos proprietários rurais) forneciam apoio eleitoral dos habitantes de seus municípios ao governador de seu estado em troca de benefícios financeiros e políticos ([BOAS, 2017](#)).

TIMMINS, 2010), assim como, afetando a estatura das crianças (LAVY et al., 1996; ZHANG, 2012)<sup>2</sup>.

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.

Tendo em vista as evidências empíricas que as crianças são mais propensas às doenças de veiculação hídrica, e que melhorias no acesso à água reduzem as chances dessas adoecerem, há uma corrente ainda incipiente de autores inferindo esse efeito sobre o desempenho escolar. Tais estudos partem do pressuposto que políticas de melhorias de acesso à água implica em crianças mais saudáveis e também com tempo disponível (DEVOTO et al., 2012), antes usado para coletar água, reduzindo, por conseguinte, custos de ir à escola. Por outro lado, essas políticas melhoram a capacidade das crianças se concentrarem, possibilitando que elas apresentem um melhor desempenho escolar (AROURI et al., 2014; KOSEC, 2014; BEACH et al., 2016; ZHANG; XU, 2016).

Entretanto, de acordo com Ao (2018), quando políticas de acesso à água melhoram a saúde das crianças, essas passam a ser mais produtivas e, portanto, mais valiosas no mercado de trabalho. Desse modo, conforme Komarulzaman (2017), isso aumenta o custo de oportunidade de ir à escola e pode trazer algum efeito negativo em indicadores escolares como frequência, desempenho ou matrículas, principalmente nos países em desenvolvimento.

Tais pressupostos têm motivado a investigação de possíveis efeitos indiretos do acesso à água sobre o desempenho escolar, tratando-se de uma importante questão a ser respondida. Nessa perspectiva, o estudo de Devoto et al. (2012) foi um dos primeiros a examinar um programa que promove o acesso à água limpa – ofertando crédito para a referida instalação privada no Marrocos – no âmbito doméstico sobre indicadores de bem-estar, assim como, educação infantil. Dado que a participação ao programa se deu de modo aleatório, a partir de um modelo de regressão linear, os autores puderam evidenciar um efeito positivo no bem-estar do agregado familiar, por

<sup>2</sup> Para uma melhor verificação o Quadro B.1, no Apêndice, sumariza os resultados de alguns desses trabalhos.

meio do aumento do tempo de lazer, em comparação às famílias com acesso apenas via torneira pública. Por outro lado, não foi encontrado efeito estatisticamente significativo para os indicadores de educação: matrículas e absenteísmo escolar.

Em contrapartida, o trabalho de [Arouri et al. \(2014\)](#) se propõe a analisar a correlação entre o acesso à água de melhor qualidade, o capital humano (saúde e educação) e a atividade econômica (Produto Interno Bruto - PIB e taxa de pobreza) em 50 países da África. A partir de um modelo de painel com efeito fixo, os resultados encontrados apresentaram uma associação positiva entre acesso à água e educação. No entanto, a correlação entre melhoria da água e níveis escolares mais elevados não é estatisticamente significativa, sendo significativa apenas para o ensino primário, indicando que o aumento de um ponto percentual na proporção de população com acesso à água melhorada está associado a um aumento de 0,19 na taxa de matrículas escolares.

Também para a países africanos, [Kosec \(2014\)](#) investiga o efeito da participação do setor privado (PSP), promovendo aumento do acesso à água encanada, na saúde e educação em 39 países do referido continente, durante o período de 1986-2010. Seus resultados sugerem que a PSP reduz a diarreia de crianças com menos de cinco anos em áreas urbanas, e aumenta em 7,8 p.p. a frequência escolar de crianças entre 7 e 17 anos. Além disso, o autor analisa os efeitos por idade e nessa especificação, o efeito passa a ser estatisticamente significativo e positivo apenas para crianças com idades entre 11 e 13, e 17 anos, sugerindo que o programa parece proporcionar benefícios educacionais para adolescentes precoces, possivelmente para alunos que estão em fase de transição em sua educação ou que enfrentam sobrecarga de transporte de água.

O resultado mais intenso para adolescentes na primeira infância é também evidenciado por [Ao \(2018\)](#). O referido autor examina o efeito da provisão de água limpa filtrada no investimento em capital humano (matrículas escolares e trabalho infantil) em cidades norte americanas, de 1890 a 1920. Aplicando o método de diferenças em diferenças seus resultados sugerem um efeito positivo e estatisticamente significativo aumentando as matrículas escolares em 2 p.p., e negativo, porém, não estatisticamente significativo sobre o trabalho infantil. Nesse sentido, considerando a heterogeneidade por idade, gênero, renda evidencia ainda que o efeito da escolaridade é mais forte para as idades de 14 a 15 anos, que são justamente a exposição as idades na primeira infância, de concluir o ensino primário; por renda, os efeitos também são maiores para crianças de famílias com menor nível socioeconômico; e por diferença de gênero, para as meninas é que os resultados mostraram-se mais intensos.

Nessa perspectiva, a análise de [Beach et al. \(2016\)](#) também é realizada para os Estados Unidos, na qual se propõem analisar o impacto da qualidade da água, utilizando como *proxy* taxa de mortalidade no início da vida, sobre anos de escolaridade

e renda dos adultos. Utilizando uma abordagem de diferenças em diferenças no período de 1900 a 1940, considerando 1915 como o ano inicial do processo de filtragem da água no país, e depois implementando uma estratégia de variáveis instrumentais para maior robustez, os autores corroboram a literatura evidenciando um efeito positivo em que a eliminação da exposição precoce à febre tifoide aumenta em um por cento o rendimento na velhice e em um mês o nível de escolaridade. Além disso, uma análise simples de custo-benefício revela que o aumento nos ganhos da eliminação da febre tifoide foi mais que suficiente para compensar os custos da eliminação.

Os benefícios à longo prazo desse tipo de política também têm sido investigados. Zhang e Xu (2016) são os autores que fazem esse tipo de análise. Eles investigam o impacto de um programa de tratamento para oferta de água potável na zona rural da China sobre benefício educacional para a juventude local. Para tanto, empregando dados longitudinais de jovens na faixa etária entre 18 a 25 (período de transição escola-trabalho) anos na zona rural da China no período de 1989 a 2011, a partir de um modelo de painel com efeito fixo, e depois confirmado por uma especificação com variáveis instrumentais, os resultados encontrados demonstram que o programa aumentou os anos de estudo da juventude rural com acesso à água em 1,1 anos em relação aos jovens sem acesso. Além disso, considerando o aspecto heterogêneo de gênero e idade, as meninas foram muito mais beneficiadas que os meninos, sugerindo que o programa eliminou o hiato de gênero existente na região tratada, e os jovens que tiveram acesso à água tratada na primeira infância (ou seja, 0-2 anos de idade) experimentaram maiores ganhos em educação (cerca de mais de um ano) do que aqueles sem esse acesso ou que obtiveram em fase posterior da vida<sup>3</sup>. Por fim, ainda identificou que em termos de custo benefício a construção do programa tem se revelado, altamente rentável.

Em uma abordagem que considera curto e longo prazos, Komarulzaman (2017) investiga o que chama de efeito direto (saúde) e indireto (frequência escolar) do acesso à água na Indonésia, usando um conjunto de dados de painel equilibrado para 295 distritos durante o período de 1994-2014. Adotando o método de dados em painel com efeito fixo seus resultados indicam que o acesso à água encanada por instalação privada podem melhorar as medidas de curto (absenteísmo) e longo prazo (matrículas) dos resultados escolares, estando o percentual de domicílios com instalação privada inversamente relacionado com o absentismo escolar (reduz em 0,03%) e positivamente relacionada com a matrícula escolar (aumenta em 0,02%).

No contexto nacional, na relação de políticas de provisão de água e educação

<sup>3</sup> A primeira infância representa um período crucial para o crescimento das habilidades cognitivas, pois é quando exigências calóricas para o desenvolvimento cerebral são maiores, por isso há estudos na literatura econômica levando em consideração esse fator para se entender investimento em capital humano e o desenvolvimento econômico nos países, para mais detalhes ver, por exemplo, Bhalotra e Venkataramani (2013) e Shah e Steinberg (2012).

ainda há muito o que ser explorado, uma vez que, até então se destaca apenas o trabalho de Ortiz-Correa, Filho e Dinar (2016). A partir de dados da amostra do Censo Demográfico de 2010 (BRASIL/IBGE, 2010) e informações da Agência Nacional de Água (ANA), os autores em foco examinam como o acesso a serviços de água e saneamento nos domicílios afeta a escolaridade (medida por anos de estudos) de crianças nas cidades do Brasil. Embora a decisão pelo acesso à água não seja aleatória, o que traz um viés de seleção à investigação, os autores recorrem à uma abordagem instrumental – utilizando um conjunto de instrumentos que englobam características técnicas do sistema de abastecimento de água, assim como, o número de rios na região do município como *proxy* para disponibilidade de água – a partir da qual obtém alguns resultados condizentes com a literatura. Dentre esses, crianças que residem em casa com acesso à água encanada são dotadas de mais 0,7 anos de escola; a escolarização dos pais é um importante determinante para a escolarização dos filhos; a ocorrência de um óbito um ano anterior no domicílio da criança como *proxy* para vulnerabilidade, reduz os anos de estudos. No entanto, investigando se há diferenças de gênero quanto ao acesso, não encontraram resultados estatisticamente significante. Por ser uma análise realizada apenas para um ano, no longo prazo nada ainda se sabe sobre a efetivação desse tipo de política na educação no país.

Para uma melhor verificação, a Tabela 9, a seguir, sumariza a localidade analisada, o período, as variáveis de resultado e de controle, os métodos e o valor do impacto evidenciado de todos esses estudos, que investigaram os efeitos de políticas de acesso à água sobre indicadores escolares apresentados até então.

Tabela 9 – Resultados de políticas de acesso à água sobre indicadores escolares na literatura especializada

Estudo	Local	Variáveis		Método	Impacto
		$Y_i$	Demais Controles, $X_i$		
Arouri et al. (2014)	50 países da África, 2009-2011	Taxa de matrículas	Log do PIB per capita, população com 65 anos ou mais (% do total), densidade populacional (pessoas por km quadrados da área terrestre), dummies de ano.	Painel com EF	0,19%

(Continua na próxima página)

Tabela 9 – Continuação

Estudo	Local	Variáveis		Método	Impacto
		$Y_i$	Demais Controles, $X_i$		
Kosec (2014)	39 países da África, 1986-2010	Taxa de frequência escolar de crianças de 7-17 anos	Gênero, pais são casados, domicílio tem eletricidade, tem rádio, tem televisão, tem geladeira, tem bicicleta, tem motocicleta, tem carro, tem piso natural, transferência do Banco Mundial, para água per capita, Ajuda líquida da ONU per capita, IDE (entradas líquidas) per capita.	EF, MQ2E	7,80%
Ao (2018)	EUA, 1890-1920	Taxa de matrícula escolar	Idade, negro, gênero masculino, chefe de família e analfabeto.	DD	2%
Beach et al. (2016)	EUA, 1900-1940	Anos de estudo de adultos	Idade em 1940, renda, se chefe de família, se migrou da cidade natal, preto, Ordem de nascimento, Taxa de febre tifoide no início da vida.	DD, IV	1 mês
Zhang e Xu (2016)	China, 1989-2011	Anos de estudo da juventude rural	Idade, gênero feminino, filho do chefe de família, neto do chefe de família, tamanho da família, número de filhos (idade $\leq 15$ ), renda familiar, km para o ensino médio, km para o ensino médio.	EF, IV, MQ2E	1,1 anos
Komarulzman (2017)	Indonésia, 1994-2014	Taxa de absenteísmo e de matrícula escolar	Taxa de acesso à saneamento nas proximidades da família, unidades de saúde nas proximidades, média de escolaridade dos pais, despesa média com comida, percentual de domicílios em área urbana.	Painel com EF	0,03% e 0,02%

(Continua na próxima página)

Tabela 9 – Continuação

Estudo	Local	Variáveis		Método	Impacto
		$Y_i$	Demais Controles, $X_i$		
Ortiz-Correa, Filho e Dinar (2016)	Brasil, 2010	Anos de estudo de adultos	Idade, gênero feminino, membro de um grupo indígena, raça branca, deficiência, mais antigo no lar, anos que reside no lugar atual, se alguma vez migraram, se sabe ler e escrever.	IV, MQ2E	0,7 anos.

Fonte: Elaboração própria. Legenda (Método): MQO = Mínimos Quadrados Ordinários; MQ2E = Mínimos Quadrados em dois estágios; EF = Efeito Fixo; BIPROBIT = Probit Bivariado; DD = Diferenças em Diferenças; PSM = Propensity Score Matching; GLLAMM = Generalized Linear Latent And Mixed Models.

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

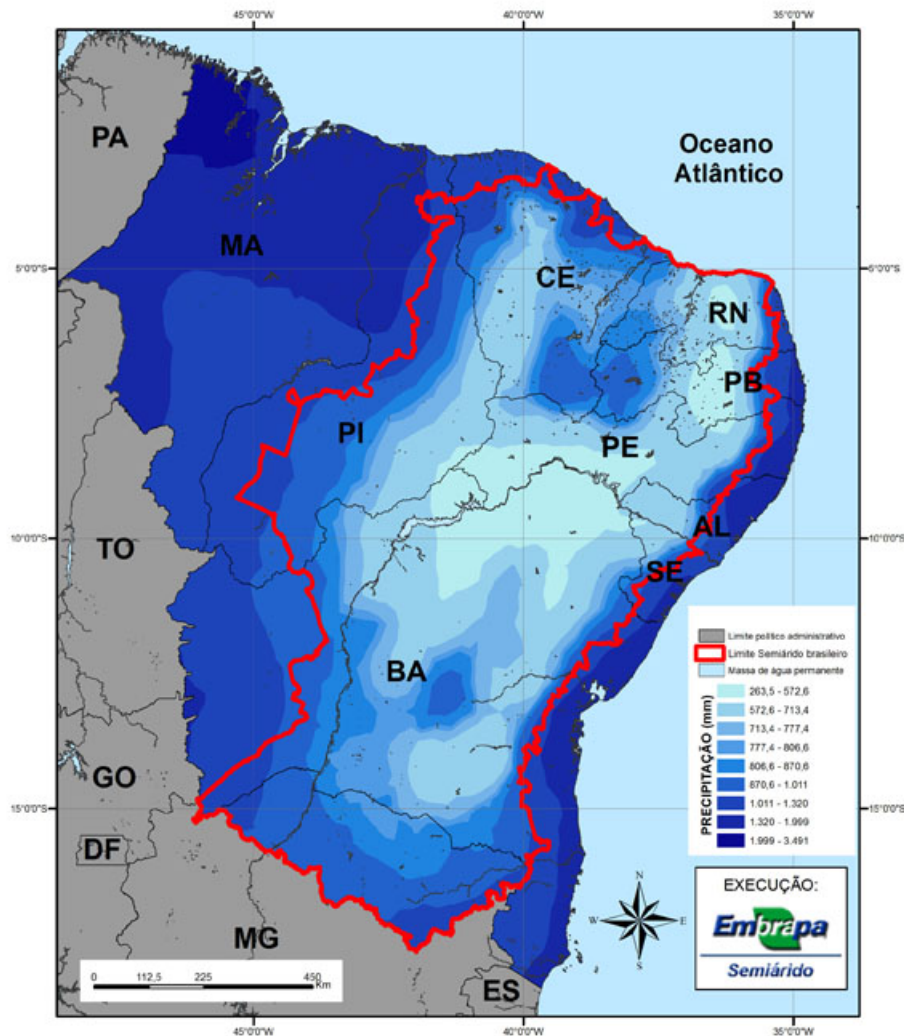
Em síntese, pode-se dizer que este estudo contribui para o conjunto de pesquisas sobre o efeito da água potável no investimento em capital humano. Visto que se revela como um efeito que merece atenção contínua, para que seja verificado suas implicações enquanto intervenção efetiva. Ademais, colabora 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 e 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.

### 3.3 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; JUSTO; ALVES, 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 Agência Embrapa Semiárido (2019) indicam que a região do semiárido é uma região abaixo da média histórica nacional, conforme se verifica na Figura 4. Na referida figura observa-se registros de precipitação superior a 1.000 mm no litoral Leste e inferior a 500 mm no interior da região do semiárido (ressaltada em vermelho), com redução nos totais anuais de chuva nessa direção. No interior do semiárido é possível observar valores de precipitação próximo à 1.500 mm, no entanto, estas áreas coincidem com microclimas específicos, resultantes da presença de serras e montanhas.

Figura 4 – Precipitação média anual do Nordeste e Semiárido brasileiro



Fonte: Embrapa Semiárido

Ainda de acordo com dados da Agência Embrapa Semiárido (2019), o regime de chuvas na região do semiárido é marcado pela escassez, acentuada irregularidade espaço-temporal e longos períodos de estiagem, em que a maior parte da precipitação, geralmente, ocorre em três meses, com média anual inferior a 800 mm.

O cenário representado pela Figura 4, com a região do semiárido apresentando-se com um climas de baixa precipitação e seco em relação as demais regiões do

país, 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 de 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 de 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) (ASA BRASIL, 2019).

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, nesse caso 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 10.

Tabela 10 – As ações do Programa Cisternas e suas particularidades

<b>Ações</b>	<b>Primeira Água (Água para consumo)</b>	<b>Segunda Água (Água para produção)</b>	<b>Cisternas nas Escolas</b>
<b>Início</b>	2003	2007	2010

(Continua na próxima página)

Tabela 10 – Continuação

<b>Ações</b>	<b>Primeira Água (Água para consumo)</b>	<b>Segunda Água (Água para produção)</b>	<b>Cisternas nas Escolas</b>
<b>Tipo</b>	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.
<b>Capacidade</b>	16 mil litros de água potável	52 mil litros de água	52 mil litros de água potável
<b>Público-alvo</b>	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 10 que o programa cisternas nas escolas, objeto desse 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 o 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). No entanto, só em 2010 foi 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.

Em 2017, o projeto que iniciou na Bahia, abrangia 3.999 escolas que não têm acesso à água e que foram mapeadas pelo Governo Federal dos nove estados do Semiárido (Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Minas Gerais) como pode ser verificado na Tabela 11.

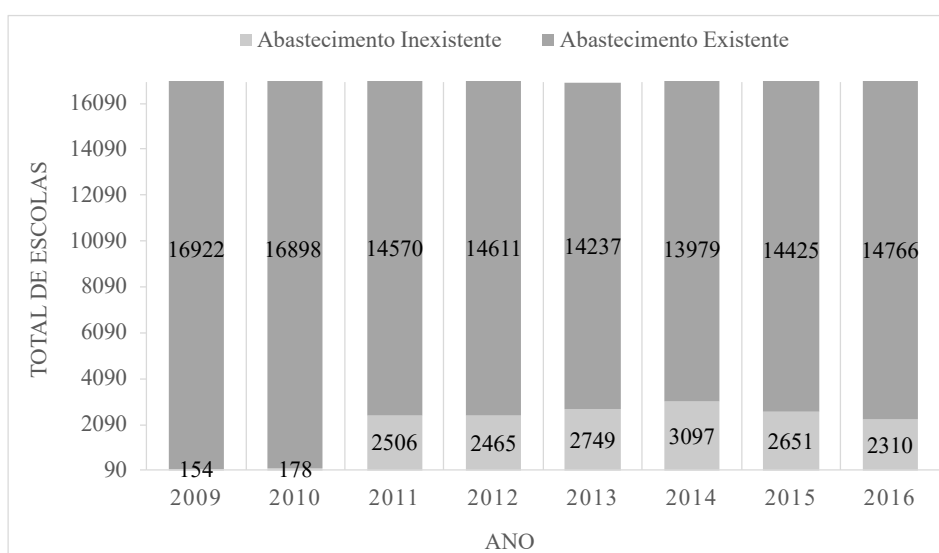
Tabela 11 – Panorama da implementação do Programa Cisterna nas Escola

UF	2003-2016	2017	Total de Escolas	Alunos beneficiados
Alagoas	313	30	343	29.155
Bahia	896	34	930	79.050
Ceará	492	16	508	43.180
Minas Gerais	310	53	152	6.775
Paraíba	576	56	632	53.720
Pernambuco	601	34	635	53.975
Piauí	254	0	254	21.590
Rio Grande do Norte	233	212	54	21.590
Sergipe	128	0	128	10.880
<b>Total</b>	<b>3.803</b>	<b>196</b>	<b>3.999</b>	<b>339.915</b>

A partir da referida tabela é possível perceber que já são 339.915 alunos beneficiados pelo Programa, num movimento que tem crescido ano a ano. Com destaque aos estados da Bahia, Pernambuco e Paraíba, respectivamente, como os que tiveram mais escolas abrangidas relativamente. Essa lista inclui as escolas localizadas em aldeias indígenas e comunidades quilombolas, que devem ser priorizadas nas ações do Cisternas nas Escolas.

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 e aptas a participarem do Programa, tendo em vista que, em 2016, por exemplo, cerca de 14% do total de escolas do semiárido declaram serviço de abastecimento de água inexistente, como fica claro na Figura 5 que reporta o total de escolas na zona rural na região do semiárido quanto a sua declaração de serviço de abastecimento de água no período de 2009-2016.

Figura 5 – Escolas da zona rural na região do semiárido por condição de existência do abastecimento de água, período 2009-2016



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

A partir de 2011, na Figura 5, percebe-se uma tendência positiva nas escolas que declaram inexistência de serviços de abastecimento. Tal resultado se dá em consequência de um fenômeno de estiagem e seca muito forte vivenciado pela região do semiárido brasileiro no ano de 2011. Desse modo, escolas antes abastecidas por rios, riachos, ou córregos, por exemplo, perderam tal recurso.

## 3.4 Metodologia

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 de efeito causal foi desenvolvida considerando os seguintes pontos: i) participação no programa mediante algumas características particulares, como já apresentado no Quadro 10, de tal forma que a falta de aleatoriedade na seleção das escolas pode implicar em viés de seleção amostral; 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 à 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, Gertler e Schargrotsky \(2005\)](#), 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 (DD).

A estimação dos efeitos do Programa Cisternas nas Escolas sobre os indicadores de infraestrutura e rendimento escolar é baseada em [Galiani, Gertler e Schargrotsky \(2005\)](#) e [Rocha e Soares \(2010\)](#), fazendo uso do modelo DD e do processo escalonado de cobertura do Programa para medir a sua efetividade de acordo com o tempo de exposição da escola. Dessa forma, é possível estimar um efeito heterogêneo no tempo, bem como controlar características não observáveis dos municípios e fixas no tempo.

Com base na literatura especializada, cuidados básicos, que proporcionam 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, estímulos para construção e/ou melhorias de saneamento básico. Nesse sentido, é de se esperar que escolas com maior tempo de exposição 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, é possível que o efeito do Programa possa variar no tempo (ROCHA; SOARES, 2010).

Ademais, 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 de escolas. Isso porque, como reportado na Tabela 10, as cisternas foram dirigidas a escolas com características mais vulneráveis, tais como, escolas 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 mesmos é originada pela intervenção investigada, pois existem, sobretudo, características não observáveis ( $\epsilon_{it}$ ) correlacionadas com a condição de tratamento. Quando esta correlação existe, a variável de indicação de tratamento no modelo é endógena.

A atribuição de tratamento à escola é baseada, em termos gerais, em critérios como pertencer à zona rural e não ter acesso a recursos hídricos 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 DD 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 DD 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 e na tentativa de controlar vieses, esse estudo utiliza uma combinação dos métodos Escore de Propensão – *Propensity Score* (PS) e Diferenças em Diferenças (DD) levando em consideração o tempo de exposição. É importante ressaltar que, segundo Heckman, Ichimura e Todd (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 escore de propensão das escolas em termos de suas probabilidades de tratamento, flexibilizaria tal hipótese. Porém, permite reduzir o viés de seleção, e a definição do escore de propensão pode ser usado como uma métrica de pareamento entre as escolas e a análise por tempo

de exposição reduz o possível viés de variável omitida que pode ter determinado a escolha da escola (GALIANI; GERTLER; SCHARGRODSKY, 2005; ROCHA; SOARES, 2010).

### 3.4.1 Estratégia Empírica

Tal procedimento ocorre em duas etapas. Na primeira etapa, estima-se um modelo de duração semiparamétrico, conhecido como modelo de Risco Proporcional de Cox – *Cox Proportional hazard model*. Os parâmetros estimados são utilizados para a predição dos escores de propensão, os quais serão responsáveis para a definição do grupo de controle adequado, permitindo parear as escolas controles com as escolas tratadas com base em características observáveis e 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. Já a segunda etapa consiste em aplicar o DD reponderado pelo escore de propensão para estimação do impacto, reduzindo o viés de seleção acentuado por fatores não observados e invariantes no tempo.

#### 3.4.1.1 Modelo de Duração e Escores de Propensão

Como já discutido, vários elementos observáveis podem influenciar o momento da decisão de uma escola ser ou não coberta pelo Programa Cisternas, assim como, determinar os indicadores de resultados. Nessa conjuntura, a modelagem adotada toma como base Galiani, Gertler e Schargrodsky (2005) e Rocha e 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 de covariadas variantes no tempo.

A estimativa dos escores de propensão busca verificar a diferença do resultado das variáveis de interesse, em decorrência da participação da escola no Programa, quando se compararam escolas com atributos semelhantes. Desse modo, levando em consideração que a variável de tratamento do modelo principal refere-se ao tempo de exposição da escola no programa, o cálculo dos escores utilizados para construção do contrafactual hipotético, isto é, para construção do grupo de controle que contenha escolas com características observáveis idênticas, em média, às escolas pertencentes ao grupo de tratamento, é realizado recorrendo à uma abordagem de análise de sobrevivência (Survival Analysis) (GALIANI; GERTLER; SCHARGRODSKY, 2005).

Seguindo Galiani, Gertler e Schargrodsky (2005), a predição do escore de propensão de cada escola foi realizada pela estimativa de um modelo de duração. Desse

modo, primeiro foi assumida como variável dependente uma *dummy* que indica a presença da escola no Programa Cisternas. Em seguida, faz-se o seguinte recorte: no momento em que uma escola entra no Programa, a mesma deixa a amostra nos períodos seguintes, preservando, assim, sempre as escolas sem participação no Programa (ROCHA; SOARES, 2010) <sup>4</sup>.

A análise de duração, também conhecida como análise de sobrevivência, é normalmente utilizada para avaliar a relação entre o tempo de sobrevivência de indivíduos, assim como, para medir os possíveis efeitos de fatores variantes e fixos no tempo sobre a probabilidade de ocorrência de um determinado evento (COX et al., 1984; LANCASTER, 1990; MENEZES-FILHO; PICCHETTI, 2000). A variável de interesse nesse tipo de análise é o tempo transcorrido até a ocorrência de um determinado evento, denominado como “falha”. Nesse caso, a variável dependente refere-se ao tempo transcorrido até a entrada da escola no Programa, de maneira que uma observação (escola) transita de um estado (sem participação na política) para outro (participação na política) após a ocorrência da intervenção investigada. Desse modo, a partir da referida análise, o período temporal transcorrido entre a origem e a falha é denominado por  $T \geq 0$ , que pode assumir um valor particular  $t$ . Portanto, nesse estudo, a falha adotada será a entrada da escola no Programa.

Vários são os modelos de duração na literatura, no entanto, o modelo empregado nesse trabalho foi o Modelo de Risco Proporcional de Cox (*Cox Proportional Hazard Model*). Conforme Cox et al. (1984), esse modelo permite estimar a taxa de risco, isto é, a distribuição do tempo de duração em função de um vetor de covariadas utilizando uma abordagem de probabilidade parcial sem a necessidade de efetuar quaisquer hipóteses sobre a forma da função de risco de base (COX et al., 1984; ZHOU, 2001; FOX; WEISBERG, 2011). Portanto, por se tratar de uma abordagem semi-paramétrica, as relações complexas de escolha de escolas a serem beneficiadas podem ser melhor capturadas.

Basicamente o Modelo de Risco Proporcional de Cox pressupõe uma função de risco constante que resulta em uma função de distribuição exponencial do tempo de sobrevivência. Em regra, a análise da distribuição do tempo de sobrevivência e a relação entre as covariáveis,  $x_i$ , resulta em uma relação linear do logaritmo do risco em função de covariadas fixas e variantes no tempo:

$$\log \lambda_i(t) = \alpha(t) + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}, \quad (3.1)$$

<sup>4</sup> Essa 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.

ou, de modo similar:

$$\lambda_i(t) = \lambda_0(t) \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}), \quad (3.2)$$

em que  $\lambda_i(t)$  é a taxa de risco instantânea ser estimada; os parâmetros ( $\beta_k$ ) medem o efeito individual de cada covariada sobre a distribuição do tempo de sobrevivência (estimados pelo método de máxima verossimilhança); e, por fim,  $\lambda_0$  representa a função base de risco (*baseline hazard*), em razão que  $\lambda_i(t) = e^\alpha \rightarrow \log \lambda_i(t) = \alpha$ , com  $\alpha(t) = \lambda_0(t)$ . O último termo refere-se ao valor do risco se todos os  $x_{is}$  são iguais a zero, de modo similar aos modelos de regressão linear convencionais, isto é, representa o termo de intercepto da função.

Considerando duas observações,  $i$  e  $i'$ , como valores diferentes de  $x_i$ , os respectivos regressores lineares são dados por:

$$\begin{aligned} \eta_i &= \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_k x_{ik}, \\ \eta_{i'} &= \beta_1 x_{i'1} + \beta_2 x_{i'2} + \dots + \beta_k x_{i'k}. \end{aligned} \quad (3.3)$$

Segundo os quais, independente de  $t$ , a razão de risco proporcional para ambas as observações é representada pela seguinte especificação:

$$\frac{\lambda_i(t)}{\lambda_{i'}(t)} = \frac{\lambda_0(t) e^{\eta_i}}{\lambda_0(t) e^{\eta_{i'}}} = \frac{e^{\eta_i}}{e^{\eta_{i'}}}. \quad (3.4)$$

Conseqüentemente, de acordo com Bustamante-Teixeira, Faerstein e Latorre (2002), pode ser inferido que diferentes indivíduos têm funções de risco proporcionais entre si, e que a razão entre elas não varia ao longo do tempo. Isto é, supondo que a taxa de risco da escola  $i$  seja duas vezes maior em relação à escola  $i'$ , então esta proporção deve se manter constante para todo  $t$ . Sendo, justamente por isso, que o modelo de risco de Cox é denominado um modelo de risco proporcional.

Logo, o coeficiente exponencial estimado,  $\exp(\beta_i)$  é denominado de taxa de risco (*Hazard Ratio*, HR), e representa o efeito individual do fator correspondente,  $i$ , sobre a distribuição do tempo de sobrevivência. Desse modo, o  $\beta_i > 0$ , representa uma taxa de risco maior que um, e infere que quando o valor da  $i$ -ésima covariável aumenta, eleva a probabilidade de ocorrência da falha, estando associada a uma menor taxa de duração.

#### 3.4.1.2 Modelo DD reponderado

Uma vez estimados os escores de propensão de cada escola no primeiro estágio, as estimativas do modelo DD são ponderadas por tais pesos, controlando por variáveis

não observáveis comuns a todas as escolas e/ou específicas a cada escola, desde que fixas ao longo do tempo:

$$y_{it}^k = \sum_{j=1}^J \delta_{j,k} PCE_{j,it} + X'_{it} \beta_k + \sum_{j=1}^J \gamma_j a_{jt} + \mu_i + \epsilon_{it,k}, \quad (3.5)$$

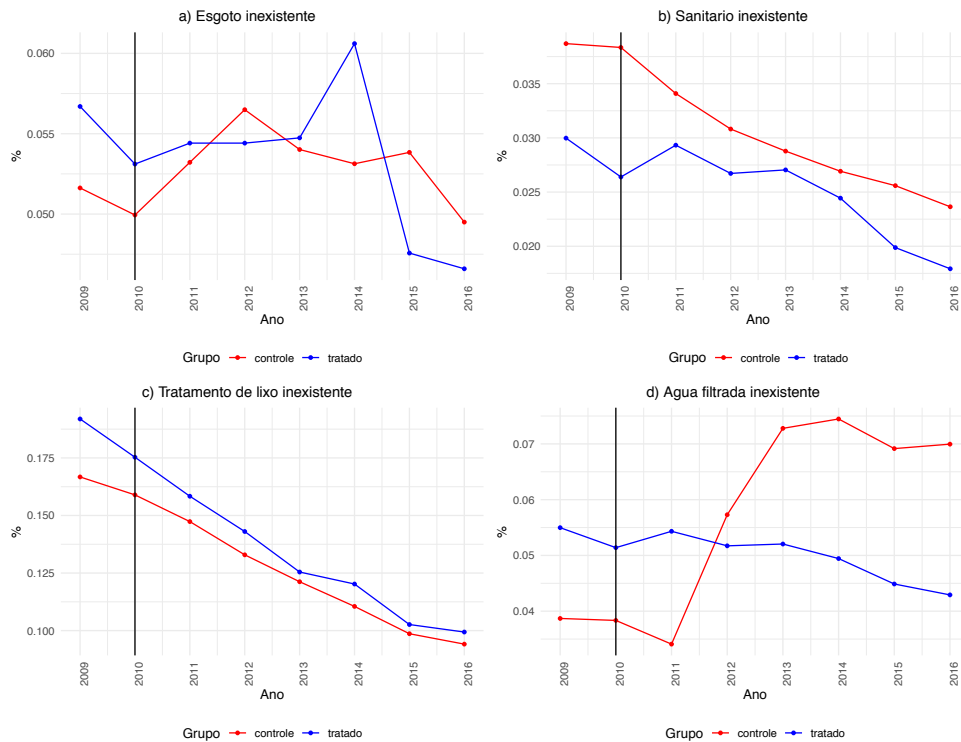
onde,  $y_{it}^k$  representa o indicador de resultado  $k$  para a escola da zona rural  $i$  no tempo  $t$ , com  $k$  englobando os indicadores de condições de infraestrutura e educacionais;  $PCE$  é uma *dummy* que assume valor um, se a escola  $i$  no ano  $t$  foi beneficiada pelo Programa a  $j$  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);  $\mu_i$ , 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 DD 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 6 exibe a evolução das condições de infraestrutura (esgoto inexistente, sanitários inexistentes, tratamento do lixo inexistente e água filtrada inexistente) de 2007 a 2016.

De acordo com os resultados expostos na Figura 6, 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. Por sua vez, a Figura 7 exibe a evolução das taxas de abandono e aprovação, assim como, nota do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)<sup>5</sup> de 2007 a 2016.

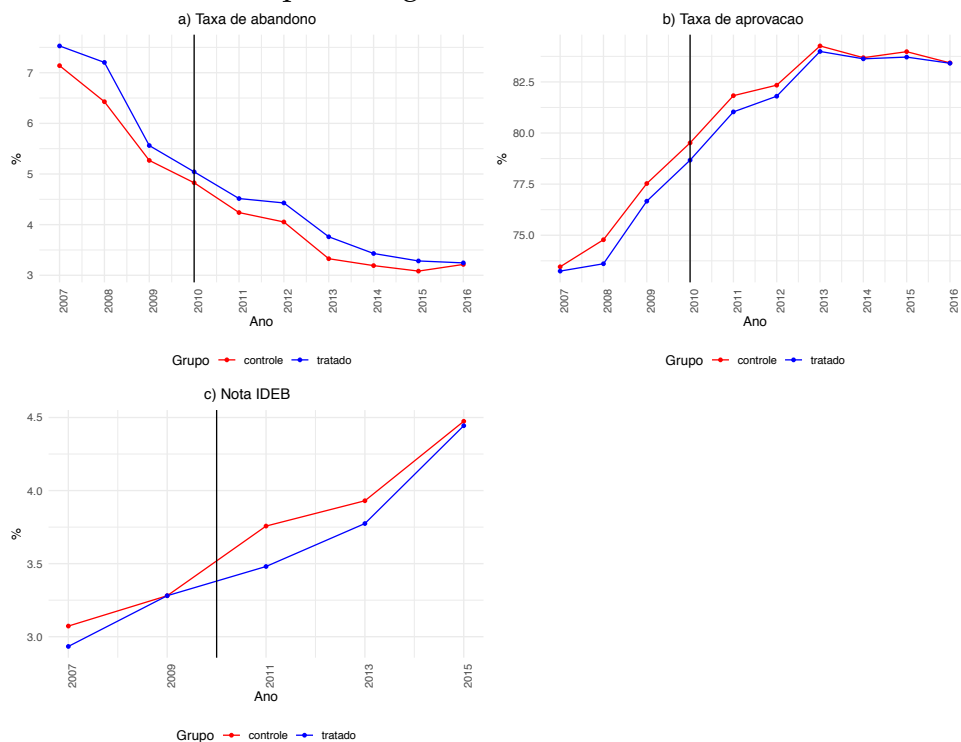
<sup>5</sup> Indicador da qualidade da educação básica no Brasil, medido a cada dois anos, desde 2007. É apresentado numa escala de 0 a 10, sintetizando dois conceitos, a aprovação escolar e o aprendizado em Português e Matemática na educação básica.

Figura 6 – 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.

Figura 7 – Evolução da taxa de aprovação, abandono e nota IDEB do Ensino Fundamental 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.

A Figura 7 sugere que ambos os grupos de escolas (tratadas e não tratadas) apresentavam tendências similares nos indicadores de educação no período anterior à intervenção (antes de 2010). Essas evidências implicam que as escolas dos grupos de tratamento e controle possuem trajetórias paralelas no período pré-tratamento, em que a estratégia de identificação usada não pode ser rejeitada. Dado que as escolas cobertas e não cobertas pelo programa exibem tendências similares antes da intervenção, os resultados das escolas não tratadas podem ser bons preditores do cenário contrafactual das unidades sob tratamento.

### 3.5 Dados

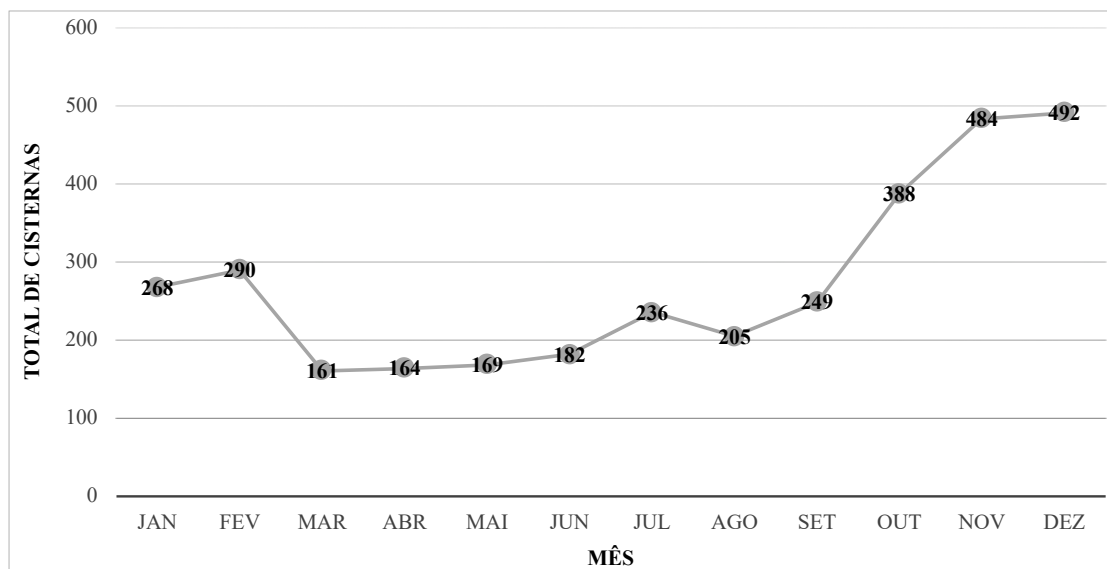
A elaboração da base de dados desta pesquisa envolve o cruzamento de informações de diversas fontes, a saber: banco de dados fornecido pela ASA Brasil, microdados do Censo Escolar da Educação Básica do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), microdados do *Centre 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 bases 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.

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 foram 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, conforme exposto na Figura 8 que traz o cumulativo de cisternas construídas por mês, nas escolas do semiárido brasileiro, no período de 2009-2016.

A partir da Figura 8 verifica-se picos de construção nos meses de fevereiro, julho e dezembro, porém 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 o ano, a análise realizada considerou como ano de tratamento para as construções de cisternas no primeiro semestre, o ano

Figura 8 – Construção das cisternas por mês, na região do Semiárido brasileiro, período 2009-2016

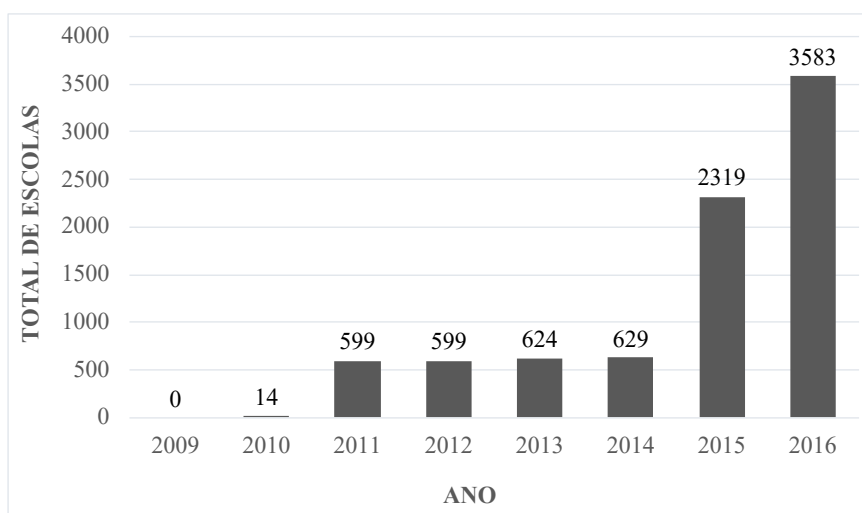


Fonte: Elaboração própria, a partir de dados fornecidos pela ASA Brasil.

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.

Nessa perspectiva, no período considerado, 2010 a 2016, os dados indicam que foram construídas 3.583 cisternas em escolas da zona rural da região do semiárido brasileiro, conforme demonstrado pela Figura 9<sup>6</sup>.

Figura 9 – Série histórica do número acumulado de cisternas instaladas pelo Programa Cisternas nas Escolas no semiárido brasileiro, 2009-2010



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

<sup>6</sup> Esse resultado diverge do apresentado na Tabela 11 pelo fato de considerar apenas as escolas em funcionamento do Censo Escolar de 2017 (BRASIL/INEP, 2017).

Na Figura 9, o total de cisternas construídas em 2016 representa cerca de 20% das 17.455 escolas rurais da referida região em funcionamento no ano de 2017. Região essa que continua como centro de atenção da política em estudo, tendo em vista que em 2017 cerca de 11% (1.849 escolas) das escolas do semiárido ainda se encontram sem acesso à água.

O Quadro 12 lista as variáveis de resultado usadas nesta pesquisa e reporta uma breve descrição e a fonte de dados. Observa-se que para essa investigação são utilizados quatro indicadores de resultado (variáveis dependentes) para efeitos diretos e dois indicadores para efeitos indiretos. O ideal para investigar efeito direto desse tipo de política (acesso hídrico) seria mensurar o resultado 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 preventivos que aliados às práticas higiênicas, além das externalidades positivas, impedem os riscos e a propagação de doenças proporcionando um ambiente mais saudável (MENDONÇA; MOTTA, 2009).

Tabela 12 – Variáveis de resultado da avaliação, por descrição e fonte

Variáveis de resultado	Descrição	Fonte
<b>1. Efeito Direto: indicadores de infraestrutura</b>		
Acesso à esgoto inexistente	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à qualquer condição de tratamento de esgoto na escola	Censo Escolar, INEP
Acesso à sanitários inexistente	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	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	Variável categórica que indica a inexistência de acesso à água filtrada na escola	Censo Escolar, INEP
<b>2. Efeito indireto: indicadores escolares</b>		

(Continua na próxima página)

Tabela 12 – Continuação

Variáveis de resultado	Descrição	Fonte
i. Dimensão abandono: Taxa de abandono por escola no ensino fundamental,	Indicador que representa o percentual de alunos que não concluíram o ano letivo, mas volta a se matricular no ano seguinte, no EF do 1º ao 9º ano. Calculado a partir da seguinte equação: $TAband_{ef} = 100 - (TApov_{ef} - TReprov_{ef})$ . Onde, $TApov_{ef}$ = taxa de aprovação do EF; $TReprov_{ef}$ = taxa de reprovação do EF.	Indicadores de rendimento, INEP
ii. Dimensão retenção: Taxa de aprovação por escola no ensino fundamental	Indicador que tem influência na eficiência do fluxo escolar, ou seja, na progressão dos estudantes entre etapas/anos de estudo no ensino fundamental (EF) 1º ao 9º ano. Calculado a partir da seguinte equação: $TApov_{ef} = \frac{Aprov_{ef}}{M_{ef} - AF_{ef} + AD_{ef} + REC_{ef} - DES_{ef}} * 100$ Onde, $Aprov_{ef}$ = número de aprovados no EF; $M_{ef}$ = matrícula inicial no EF; $AF_{ef}$ = afastados por abandono ou transferência no EF; $AD_{ef}$ = admitidos por transferência no EF; $REC_{ef}$ = Reclassificados para o EF; $DES_{ef}$ = alunos que saíram do EF, por reclassificação.	Indicadores de rendimento, INEP
iii. Dimensão qualidade da educação: Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB)	Indicador que representa o produto entre o desempenho e o rendimento escolar Calculado a partir da seguinte equação: $IDEB_{ji} = N_{ji} * P_{ji}$ onde, $i$ representa ano do exame (SAEB e Prova Brasil) e Censo Escolar; $N_{ji}$ a média da proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, padronizado entre 0 e 10, dos alunos da unidade $j$ ; $P_{ij}$ o rendimento baseado na taxa de aprovação da etapa de ensino.	MEC/INEP

Fonte: Elaboração própria.

Destarte, ainda no Quadro 12, sob a hipótese de que um ambiente mais saudável pode proporcionar melhor desempenho e maior permanência dos alunos na escola (ZHANG; XU, 2016; KOMARULZAMAN, 2017) é possível verificar a descrição e a fonte dos indicadores de resultados educacionais a serem investigados. Os quais buscam abranger as dimensões abandono e retenção, a partir, respectivamente, das taxas de abandono e aprovação escolar. Assim como, nota do IDEB como *proxy* para qualidade da educação, a partir do pressuposto de que a qualidade da educação é influenciada por fatores internos da escola, como por exemplo, qualidade do ambiente

escolar (HANUSHEK; WOESSMANN, 2010).

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. Sua finalidade é justamente tornar os coeficientes mais precisos, controlando por fatores que possam estar correlacionados com o tempo de atuação do Programa Cisternas nas Escolas e com os indicadores propostos (WOOLDRIDGE, 2010).

Dessa forma, o vetor de variáveis explicativas, utilizado como controle no modelo DD, é formado por informações que abrangem componentes importantes para minimizar o viés de autosseleção, tais como: i. componente de autosseleção: 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 13 a seguir.

Tabela 13 – Variáveis controles utilizadas na avaliação, por descrição e fonte

Variáveis de controle	Descrição	Fonte
<b>i. Componente necessidade de água</b>		
Seca extrema	Uma variável <i>dummy</i> que assume o valor 1 se houve seca no período no município da escola e 0 se o contrário, conforme Rocha e Soares (2015), dado por: $R_{it} = 1 \text{ se } \sum r_{im} < (\bar{r}_i - r_i^{sd})$ onde, i é o município da escola, $r_i^{sd}$ é o histórico anual do desvio padrão de chuvas para o município i (calculado sobre o período de 1986-2016).	Centre for Environmental Data Analysis, UK
Produção agrícola municipal (kg)	Quantidade produzida no município da escola.	PAM/IBGE
Número de beneficiários do P1MC	Total de cisternas instaladas pelo Programa P1MC no município da escola.	ASA Brasil
População	População estimada residente no município da escola.	DATASUS

(Continua na próxima página)

Tabela 13 – Continuação

Variáveis de controle	Descrição	Fonte
<b>ii. Componente escolar</b>		
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
<b>iii. Componente político</b>		
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 for 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 das variáveis presentes na referido quadro tenta incorporar fatores associados com o aumento ou a diminuição das condições de infraestrutura e indicadores escolares propostos, assim como, critérios de elegibilidade do Programa Cisternas nas Escolas. 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. Já as variáveis de componente escolar são usadas para controlar o grau de desenvolvimento das escolas e o componente político para discriminar influência no quesito de atração de recursos para a escola (SÁTYRO; SOARES, 2007).

### 3.5.1 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 e escolas em funcionamento. Nessa perspectiva, a Tabela 14 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 14 – Estatísticas descritivas da amostra: média e erro-padrão pelos diferentes grupos de tratamento, para os indicadores de infraestrutura básica

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.

A partir da tabela em foco é possível perceber uma tendência negativa em relação à inexistência de 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, os dados também mostram que as escolas beneficiadas pelo programa têm apresentado redução percentual relativamente maior ao longo dos anos em relação ao grupo de escolas não beneficiadas. Isso se deve, talvez, em razão da necessidade de tempo que determinadas condições de infraestrutura requerem, em sua grande parte, para construção. Isso sugere que quanto mais tempo a escola estiver no Programa, mais, em geral, vai aumentando a chance de reduzir, em média, a inexistência das condições de infraestrutura investigadas.

A Tabela 15, por sua vez, reporta os testes de médias e intervalos de confiança sobre as variáveis de condições de infraestrutura básica estudadas, como forma de verificar possíveis discrepâncias.

Tabela 15 – Fatos observados para os 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 [0,0504;0,0531]	0,0317 [0,0307;0,0328]	0,1261 [0,1240;0,1281]	0,0570 [0,0556;0,0585]
		0,3884	0,0000	0,0000	0,0000
1	3.255	0,0531 [0,0504;0,0558]	0,0253 [0,0234;0,0273]	0,1374 [0,1332;0,1415]	0,0262 [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.

Os dados registrados na Tabela 15 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. Ou seja, o contrafactual pode não ser tão confiável para a identificação do efeito de interesse. Cabe ressaltar que fatores 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 a condição

de infraestrutura quanto com o Programa de Cisternas, comprometendo, dessa forma, as estimativas, caso 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 10 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.

### 3.5.2 Análise de rendimento educacionais das 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 educacionais, a saber: taxa de abandono, taxa de aprovação e nota do IDEB das escolas do semiárido brasileiro investigadas ao longo do período de 2009-2016.

Nessa perspectiva, a Tabela 16 reporta as estatísticas descritivas das variáveis usadas como dependentes por ano e por condição de beneficiárias do Programa (grupo tratado, GT) ou não beneficiárias (grupo não tratado, GNT).

Tabela 16 – Estatísticas descritivas da amostra: média e erro-padrão pelos diferentes grupos de tratamento, para os indicadores de escolares

Ano		Taxa de abandono		Taxa de aprovação		Nota IDEB	
		GNT	GT	GNT	GT	GNT	GT
2009	Média	4,3275	-	77,3506	-	3,2805	-
	DP	5,9842	-	12,7888	-	0,7365	-

(Continua na próxima página)

Tabela 16 – Continuação

Ano		Taxa de abandono		Taxa de aprovação		Nota IDEB	
		GNT	GT	GNT	GT	GNT	GT
2010	Obs.:	14.54	0	7262	0	861	0
	Média	3,7684	2,7462	79,3448	77,5375	-	-
	DP	5,4906	4,9242	11,9987	20,4823	-	-
2011	Obs.:	14.530	13	7.267	8	-	-
	Média	3,2241	2,6833	81,6802	81,1633	3,7280	3,8750
	DP	5,2140	4,3904	11,3092	11,7579	0,8159	0,7253
2012	Obs.:	14.004	539	7.022	240	845	16
	Média	3,0498	2,8916	82,2455	81,73333	-	-
	DP	4,8900	4,9060	10,9348	11,3848	-	-
2013	Obs.:	14.004	539	7.022	240	-	-
	Média	2,4121	2,5157	84,2211	83,7479	3,9134	4,0250
	DP	4,3632	4,5002	10,3294	10,7908	1,0203	0,9650
2014	Obs.:	13.982	561	7.005	257	845	16
	Média	2,2934	2,3064	83,6706	83,7564	-	-
	DP	4,1635	4,3429	10,6563	10,7907	-	-
2015	Obs.:	13.979	564	7.005	257	-	-
	Média	2,2226	2,0844	84,0000	83,4161	4,4742	4,4439
	DP	4,3774	4,3486	10,6922	11,0274	1,0653	0,7698
2016	Obs.:	12.499	2.044	6.326	936	779	82
	Média	2,2775	2,2153	83,4313	83,4142	-	-
	DP	4,6000	4,5875	10,9344	10,6379	-	-
	Obs.:	11.436	3.107	5.753	1.509	-	-

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INEP.

A partir da tabela em evidência é possível perceber uma tendência negativa em relação à taxa de abandono, para ambos os grupos, participantes (GT) e não participantes do Programa (GNT), sobretudo, a partir de 2013. Em contrapartida, os dados indicam que taxa de aprovação e nota do IDEB, em média, mostraram uma tendência crescente ao longo dos anos para ambos os grupos. Dessa forma, tais informações sugerem melhorias, em média, ao longo dos anos para os indicadores analisados, assim como, a heterogeneidade proveniente ao tempo de entrada da escola no Programa pode influenciar nos seus referidos resultados.

Por sua vez, a Tabela 17 apresenta os testes de médias e intervalos de confiança sobre os indicadores escolares analisados.

Tabela 17 – Fatos observados para os indicadores escolares das escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas no semiárido brasileiro - Testes de médias e intervalo de confiança

Cisternas nas escolas	Taxa de abandono	Taxa de aprovação	Nota do IDEB
0	0,0292 [0,0289;0,0295]	0,8614 [0,8605;0,8622]	3,8605 [3,8247;3,8963]
	0,0104	0,0230	0,0476

(Continua na próxima página)

Tabela 17 – Continuação

Cisternas nas escolas	Taxa de abandono	Taxa de aprovação	Nota do IDEB
1	0,0301 [0,0295;0,0308]	0,8593 [0,8577;0,8609]	3,7448 [3,6487;3,8409]
	0,0104	0,0230	0,0476

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do INEP.

Nota: Intervalos com 95% de confiança para as médias calculadas.

Os testes registrados na Tabela 17 sugerem que, com 95% de confiança, os intervalos afirmam que as médias entre os grupos para condição de taxa de abandono, taxa aprovação e desempenho escolar a partir da nota do IDEB são iguais com sobreposição. Os fatos observados na referida análise demonstram que as escolas participantes e não participantes do Programa Cisternas apresentam, em média, indicadores educacionais com resultados análogos. A possível inexistência de diferença entre os referidos grupos pode ainda ser causada por fatores observáveis ou não observáveis que não estejam sendo controlados, como já exposto no caso dos indicadores de infraestrutura escolar. Já que 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 escolares, quanto com o Programa de Cisternas comprometendo, dessa forma, as estimativas, caso não levados em consideração na estimação.

Mediante o exposto, dado que a escolha das escolas não é realizada de modo aleatório, mas em razão de alguns pressupostos já apresentados na Tabela 10, é pertinente recorrer a outros métodos que tratem o problema de autoseleção da análise como já discutidos na seção 3.4 e cujos resultados são apresentados na seção 3.6 a seguir.

## 3.6 Resultados

Esta seção apresenta evidências acerca do papel da disponibilidade de recursos hídricos sobre cuidados básicos, tais como água filtrada, tratamento de esgoto (ambiente de bem-estar e segurança à saúde) e, conseqüentemente, de melhor desempenho e maior permanência escolar. Para tanto, ela está organizada em três grandes partes. Primeiro faz-se uma discussão a partir das estimativas de probabilidade de adesão ao Programa por parte das escolas. Em seguida aborda-se as estimativas de impactos diretos do Programa Cisternas nas Escolas. Por fim, faz-se uma análise de possíveis efeitos indiretos, da referida intervenção, na educação.

### 3.6.1 Determinantes da adesão ao Programa Cisternas nas Escolas

Vários elementos observáveis tais como: vulnerabilidade da escola, pressão social da comunidade local e componente político, por exemplo, podem influenciar o momento a decisão de uma dada escola ser ou não coberta pelo Programa Cisternas. Esses elementos, como exemplo, desenvolvimento do município da escola também podem afetar os indicadores de resultados propostos nessa análise e, conseqüentemente, culminar em um problema de autosseleção, cuja decisão fica a cargo de outros fatores variáveis capazes de influenciar a entrada e os resultados do Programa, comprometendo as estimações.<sup>7</sup>

No intuito de se obter 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 em um primeiro momento dessa subseção. Vale ressaltar 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. Nessa circunstância, a Tabela 18 reporta a probabilidade de uma escola ingressar em um dado período no Programa, para a estratégia de pareamento por escore de propensão, usando um modelo de duração de Cox com risco proporcional.

A modelagem adotada e as escolhas das variáveis foram baseadas em Galiani, Gertler e Schargrodsky (2005) e Rocha e 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, 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)<sup>8</sup>.

<sup>7</sup> A Tabela B.2 no apêndice deste trabalho descreve com mais detalhes as variáveis utilizadas nesta etapa.

<sup>8</sup> Essa 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 período seguintes da amostra.

Tabela 18 – Estimação do risco de entrada de uma escola do semiárido brasileiro no Programa Cisternas, 2009-2016

	(1)	(2)	(3)
<b>Fatores medidos no início do período</b>			
Porte Populacional (2009)			
De 5 a menos de 10 mil	0,7526*** (0,1222)	0,7503*** (0,1222)	0,7372*** (0,1222)
De 10 a menos de 20 mil	0,7081*** (0,1161)	0,6473** (0,1172)	0,6202** (0,1172)
De 20 a menos de 50 mil	0,7854*** (0,1156)	0,8046*** (0,1182)	0,7702*** (0,1182)
De 50 a menos de 100 mil	0,5374 (0,1261)	0,5441 (0,1283)	0,5022 (0,1290)
De 100 a menos de 500 mil	1,1072** (0,1532)	1,2031** (0,1561)	1,1453** (0,1552)
De 500 mil ou mais	-12,863*** (251,0425)	-13,068*** (255,5862)	-13,019*** (256,8595)
% pop, rural (2010)	0,0042 (0,0018)	0,0076 (0,0013)	0,0076 (0,0020)
PIB real <i>per capita</i> (2009)	-0,0592** (0,00920)	-0,0771** (0,01010)	-0,0765** (0,01010)
Anos de estudo (2000)	0,0823 (0,03820)	0,1632 (0,03910)	0,1653 (0,03910)
<b>Fatores variáveis no tempo</b>			
<i>Componente vulnerabilidade hídrica escolar</i>			
água inexistente		0,3010** (0,0460)	0,3160*** (0,0460)
<i>Componente necessidades da região</i>			
seca moderada (t-1)		-1,134*** (0,0580)	1,1490*** (0,0580)
seca extrema (t-1)		1,2060* (0,2130)	1,2430* (0,2130)
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 (0,0010)	0,0004 (0,0010)
n alunos (max 15 anos)		0,0005	0,0004

(Continua na próxima página)

Tabela 18 – Continuação

	(1)	(2)	(3)
		(0,0010)	(0,0010)
escola indígena ou quilombola		0,3641*	0,3632*
		(0,0781)	(0,0781)
n indígenas		0,003**	0,002*
		(0,0010)	(0,0010)
<i>Componente infraestrutura - porte da escola</i>			
biblioteca		-0,0440	-0,0390
		(0,0640)	(0,0650)
laboratório ciências		-0,3120	-0,3570
		(0,3690)	(0,3700)
internet		-0,2500***	-0,2590***
		(0,0510)	(0,0510)
n computadores por aluno		-0,0090	-0,0080
		(0,0070)	(0,0070)
quadra de esportes		-0,1150	-0,1130
		(0,0720)	(0,0730)
		(0,0001)	(0,0001)
<i>Componente de gestão escolar</i>			
sala de professor		0,0180	0,0080
		(0,0530)	(0,0530)
% docentes nível superior no EF		0,0020***	0,0020***
		(0,0005)	(0,0005)
<i>Componente político</i>			
prefeito do PT			0,4040**
			(0,0480)
% votos presidente do PT			0,0002
			(0,0020)
Observações	122.216	122.216	122.216
count R2	0,463	0,419	0,419

Fonte: Elaboração própria.

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

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.

Nota-se, mediante os resultados apresentados na [Tabela 18](#) tanto para o modelo (1), quando se considera apenas os fatores fixos, quanto nos demais modelos (2-3) quando se coloca os fatores variáveis no tempo, que a hipótese supracitada não pode ser rejeitada. Os fatores fixos socioeconômicos se correlacionaram com as chances de entrada no Programa. Deste grupo de fatores, 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 7,6% menor de escolas situadas no mesmo de entrar no Programa. Por outro lado, municípios com até 10 mil habitantes aumentam a chance de suas escolas serem beneficiadas em cerca de 74%, em comparação a escolas acima de 10 mil habitantes, 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, por isso 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 em uma região de grupos de pressão e vulnerabilidade – como região indígena ou quilombola, ou que possui maior quantitativo de crianças de no máximo 15 anos. Outros fatores também foram usados como controles: 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 político na seleção, conforme exposto na [seção 3.3](#)

Dentre os resultados apresentados na [Tabela 18](#), 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 a condições de seca extrema na região da escola aumenta, em média, a probabilidade da seleção ao Programa.

Vale ressaltar que em relação ao componente grupo de pressão social, critérios como número de matrículas e o quantitativo de alunos com idade máxima de 15 anos, relevantes para a seleção da escola como exposto na [seção 3.3](#), não mostraram significância estatística. Tais variáveis foram mantidas no modelo de estimação do escore de propensão pelo fato de estarem presentes como possíveis determinantes na participação da escola na política. Por outro lado, os resultados sugerem que a decisão de entrada no Programa está correlacionada 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.

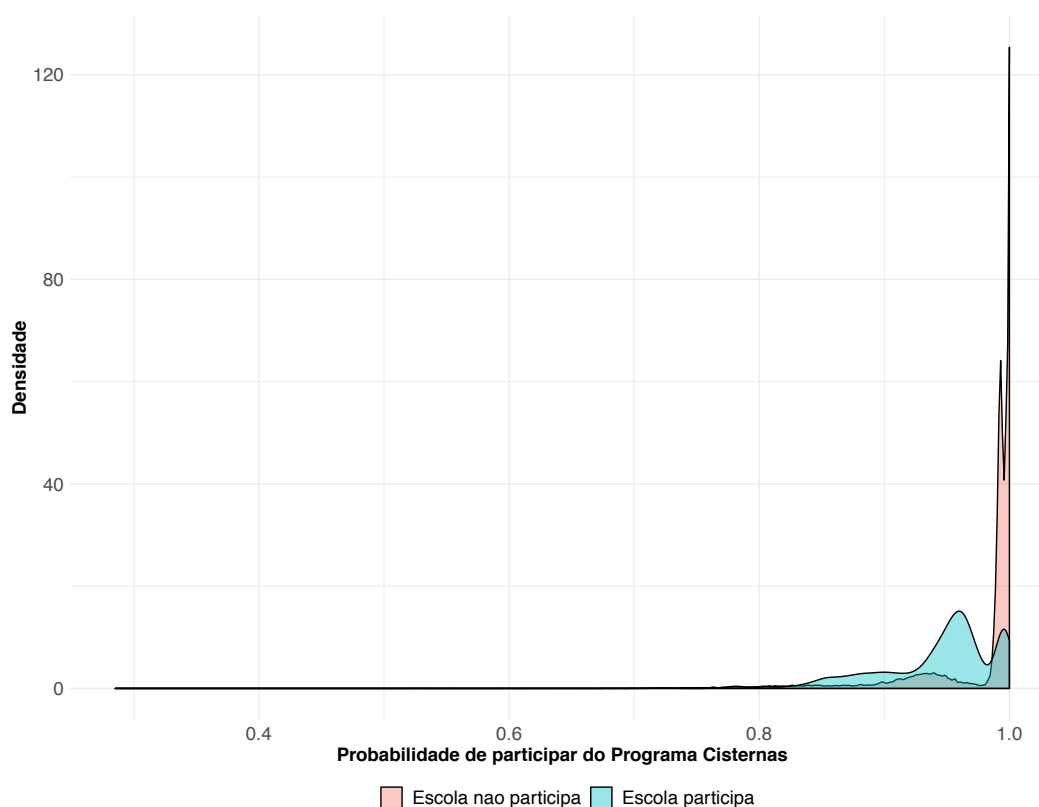
Quanto ao componente porte da escola, sob a hipótese de que o Programa visa beneficiar escolas em condição de infraestrutura menos desenvolvida, destaca-se o resultado de acesso à internet por apresentar resultado estatisticamente significativo e coeficiente negativo e expressivo, reduzindo em 25,9% a chance de escolas que possuem internet entrarem no Programa. O efeito do tempo de escolaridade dos docentes mostrou-se estatisticamente significativos e com efeito positivo, sugerindo que quanto maior o nível de escolaridade dos docentes da escola há um aumento de cerca de 0,02% dessa ser beneficiada com a instalação das cisternas.

Por fim, em relação ao componente político, 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 político 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.

Em linhas gerais, os resultados apresentados na [Tabela 18](#) 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, é importante analisar o poder preditivo do modelo de resposta binária usado na estimação do escore de propensão. 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. A [Figura 10](#) traz melhores evidências a cerca da distribuição do escore de propensão entre as escolas participantes do Programa Cisternas e os não participantes.

Figura 10 – Distribuição do escore de propensão entre grupos de tratamento e controle



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

A figura em destaque mostra uma sobreposição considerável nos escores entre os dois grupos, sobretudo, com uma maior concentração de massa de probabilidade à direita na distribuição para ambos os grupos, possivelmente pelo fato de toda amostra ser composta por escolas rurais da mesma região. Por isso, os dados apresentam poucas diferenças de estrutura, possibilitando uma justificativa para a comparação entre os dois grupos<sup>9</sup>.

### 3.6.2 Efeitos diretos sobre condições físicas para melhorias de saúde

Os resultados apresentados nesta subseção referem-se aos possíveis efeitos do Programa Cisternas nas Escolas sobre indicadores de infraestrutura básica como *proxy* condições de bem-estar aos alunos (MARRI; RACCHUMI, 2012; SHIRASU; ARRAES, 2015; ALVES; XAVIER; PAULA, 2019). O ideal para investigar essa dimensão seria mensurar o efeito do Programa sobre indicadores de saúde. No entanto, em razão da dificuldade de dados que permitam cruzamento de informações de matrículas dos alunos em determinada escola e a situação de saúde desses, esse trabalho propõe

<sup>9</sup> Na Figura B.1, do Apêndice, é possível verificar que mesmo desagregando essa análise por ano, ao longo de todo o período de tratamento, a sobreposição das curvas de densidade do escore de propensão se mantém, sinalizando a eficiência do pareamento.

uma análise voltada para condições de infraestrutura como *proxy* para ambiente mais saudável e de maior bem-estar escolar. A partir do pressuposto básico de que o acesso a 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 (MARRI; RACCHUMI, 2012; SHIRASU; ARRAES, 2015; ALVES; XAVIER; PAULA, 2019).

Destarte, são apresentados os principais elementos que subsidiam as discussões dos efeitos da escola ser beneficiária ou não do Programa Cisternas sobre condições de inexistência de infraestrutura básica como acesso à esgoto, acesso à sanitário e tratamento de lixo e água filtrada no período de 2009-2016. Desse modo, reportam-se evidências sobre o efeito médio do Programa nos referidos indicadores a partir de um modelo de Diferenças em Diferenças, ponderado pelos escores de propensão estimados nos modelos discutidos na seção anterior, os quais consideram a heterogeneidade no tempo de entrada das escolas no referido Programa.

### 3.6.2.1 Programa Cisternas nas Escolas e condições de infraestrutura básica

Os resultados procedentes do modelo estimado a partir da Equação 3.5 para condições de infraestrutura inexistentes nas escolas do semiárido brasileiro são apresentados na Tabela 19. 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 ainda possui resultados para os quatro indicadores propostos, a saber: rede de esgoto inexistente, acesso à 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 <sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Os referidos resultados também podem ser verificados para diferentes especificações, partindo de estimativas dispostas em ordem do modelo mais parcimonioso até aquele com maior número de controles na Tabela B.3 do apêndice.

Tabela 19 – Resultados do modelo de Diferenças em Diferenças por tempo de exposição ao Programa Cisternas nas Escolas sobre condições de inexistência de indicadores de infraestrutura básica no ambiente escolar, 2009-2016

	<i>Variável dependente por condição de inexistência</i>			
	Esgoto (1)	Sanitário (2)	Tratamento de Lixo (3)	Água filtrada (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 <sup>2</sup>	0,0021	0,0039	0,0290	0,0072

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Erros-padrão robustos à heterocedasticidade entre parênteses. \*\*\*Estatisticamente significante a 1%. \*\*Estatisticamente significante a 5%. \*Estatisticamente significante 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. Ou seja, 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 reper-

cussão mais imediata do que inexistência de esgoto e acesso à sanitário. Nesse cenário, escolas expostas a pouco tempo ao Programa já registram 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, Moraes e Dourado \(2005\)](#), 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. \(2011\)](#), melhorias no sistema de água são determinantes para a evolução dos indicadores de saúde e nutrição infantil, ao reduzir em cerca de 4% as chances de doenças diarréicas e, conseqüentemente, a mortalidade infantil.

Ainda alinhado com as evidências apontadas, [Mendonça e 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 resultados supracitados, vale ressaltar que identificar que o Programa Cisternas proporciona melhorias no acesso à água filtrada e tratamento de lixo é importante não apenas para condições de saúde, como também para indicadores de educação. Dado que, segundo o Relatório de Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento ([RDH/PNUD, 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](#)).

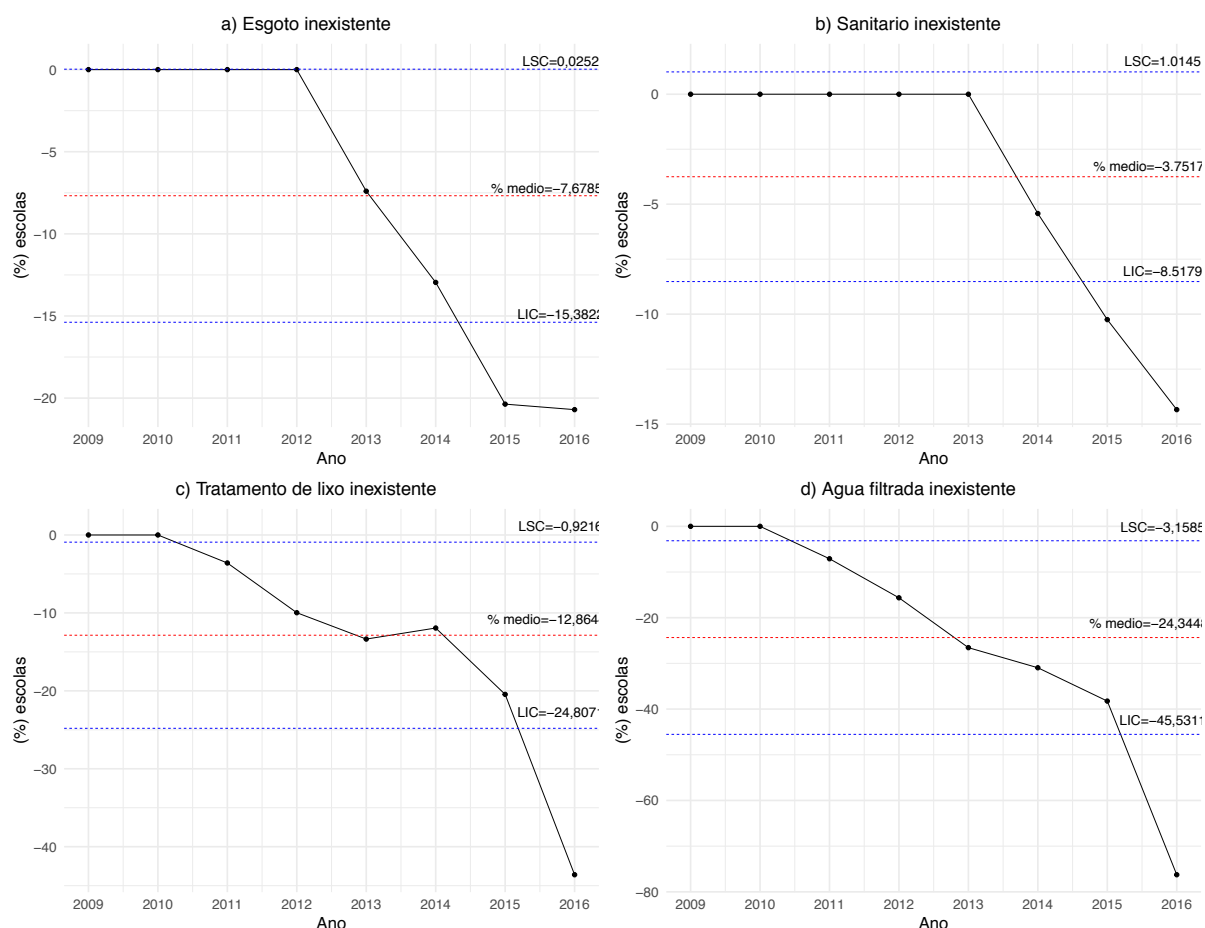
Ainda em referência a [Tabela 19](#), observa-se que os coeficientes de tempo de exposição com significância estatística e com sinal esperado só ocorrem para as escolas expostas ao Programa há pelo menos 3 anos para a condição de inexistência de esgoto e, há pelo menos 4 anos para algum efeito sobre 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. Tais resultados sugerem que melhorias nessas condições de infraestrutura é crescente com o período em que a escola é beneficiada e são possivelmente explicados 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 à esgoto e a sanitários encontradas

na Tabela 19 mostram-se interessantes, em particular, na área rural. Kassouf (1994), por exemplo, mostra que 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 11 apresenta estimativas calculadas a partir dos coeficientes evidenciados na Tabela 19.

Figura 11 – 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 11 tem-se que o Programa Cisterna conseguiu reduzir a condição de esgoto inexistente, em uma 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.

Quanto à 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 inexistentes, 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.

### 3.6.3 Efeitos indiretos sobre indicadores escolares

Os resultados apresentados nesta subseção referem-se aos possíveis efeitos do Programa Cisternas nas Escolas sobre indicadores relacionados às condições escolares dos alunos. A hipótese é que quando políticas de acesso à água melhoram a saúde das crianças, essas passam a ser mais produtivas e, portanto, mais valiosas no mercado de trabalho. Desse modo, isso aumenta o custo de oportunidade de ir à escola e pode trazer efeito positivo em indicadores escolares como frequência, desempenho ou matrículas, principalmente na realidade dos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (AO, 2018).

Na tentativa de se obter um contrafactual mais próximo possível para análise de impacto sobre indicadores escolares, também foi realizado, em um primeiro momento, a identificação de um grupo de escolas com características similares às beneficiadas pela política. Destarte, dado que a probabilidade de adesão já foi exposta na Tabela 18, essa subseção apresenta os principais elementos que subsidiam as discussões dos efeitos médios do Programa sobre os indicadores escolares taxa de abandono, taxa de aprovação e a nota média do IDEB das escolas rurais do semiárido brasileiro, no período de 2009-2016, a partir de um modelo de Diferenças em Diferenças por heterogeneidade no tempo.

#### 3.6.3.1 Efeito do Programa Cisternas e indicadores escolares

Os resultados procedentes do modelo estimado a partir da Equação 3.5 para condições de indicadores educacionais nas escolas do semiárido brasileiro considerando a heterogeneidade ao tempo de entrada da escola no programa são apresentados na Tabela 20. Essa tabela possui resultados para os três indicadores propostos a saber: taxa de abandono, taxa de aprovação e nota do IDEB, cujas estimativas incluindo efeitos fixos dos municípios, *dummies* de ano (tendência) e covariadas observadas variantes no tempo, não controlados pelo modelo DD, estão dispostas nos modelos de 1 a 3, respectivamente.

Tabela 20 – Resultados do modelo de Diferenças em Diferenças por tempo de exposição ao Programa Cisternas nas Escolas sobre indicadores de rendimento escolar, 2009-2016

	<i>Variável dependente</i>		
	Taxa de abandono	Taxa de aprovação	Nota IDEB
	(1)	(2)	(3)
Tempo de exposição			
1 ano	-0,0383 (0,0946)	-0,0005 (0,2161)	0,0947 (0,1424)
2 anos	0,1142 (0,1681)	0,9490** (0,4933)	- -
3 anos	0,4499** (0,1987)	0,8320 (0,5953)	0,0705 (0,1783)
4 anos	0,4223** (0,2036)	1,2081** (0,4557)	- -
5 anos	0,1408 (0,4656)	0,0287 (0,6186)	0,0409 (0,1969)
6 anos	0,2441 (0,2251)	1,2414* (0,6909)	- -
Efeito fixo	sim	sim	sim
Tendência	sim	sim	sim
Controles	sim	sim	sim
Observações	116.344	116.208	3.459
R <sup>2</sup>	0,0364	0,0872	0,4608

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Sobre a variável dependente Nota IDEB foram considerados os exames de 2011, 2013 e 2015.

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 educacionais taxa de abandono e taxa de aprovação não apresentam um padrão regular, sugerindo que esse talvez não seja um efeito sustentável para ambos os indicadores<sup>11</sup>. No caso particular do indicador taxa de abandono, os resultados mostram efeito significativo positivo em particular para as escolas há 3 e 4 anos expostas, indo de encontro ao esperado, que nesse caso seria um resultado negativo, sob a hipótese de que melhorias no acesso hídrico aumentaria o bem-estar e elevaria as chances de permanência dos alunos no referido ambiente (KOSEC, 2014; ZHANG; XU, 2016; KOMARULZAMAN, 2017).

<sup>11</sup> Os referidos resultados também podem ser verificados para diferentes especificações, partindo de estimativas dispostas em ordem do modelo mais parcimonioso a aquele com maior número de controles na Tabela B.4 no apêndice.

No entanto, ainda em relação à taxa de abandono, observa-se que com o passar dos anos ocorre uma redução de efeito, quando se tem uma queda na magnitude nas taxas desse indicador de cerca de 6%. Ou seja, o efeito médio, em termos absolutos, mesmo sendo positivo, o que não corrobora o esperado, apresenta uma tendência decrescente de acordo com o tempo em que as escolas estão cobertas pelo Programa Cisternas. Desse modo, pode-se dizer que talvez haja necessidade de um maior tempo de maturação do programa nas escolas da zona rural do semiárido brasileiro em relação a esse indicador.

Por outro lado, o Programa mostrou-se como um fator que contribuiu para o aumento da taxa de aprovação, dado que os coeficientes de tempo de exposição apresentaram significância estatística e sinal esperado positivo. Conforme a literatura, políticas de melhorias de acesso à água implicam em melhorias na capacidade das crianças se concentrarem, possibilitando que elas apresentem um melhor desempenho escolar (AROURI et al., 2014; BEACH et al., 2016). No entanto, o referido resultado só foi encontrado para as escolas expostas ao programa há pelo menos 2, 4 e 6 anos. Ou seja, escolas expostas a pelo menos 2 anos exibem aumento na taxa de aprovação dos seus alunos corroborando a hipótese de que a disponibilidade de recursos hídricos compreende um importante recurso para a redução da baixa taxa de aprovação na região.

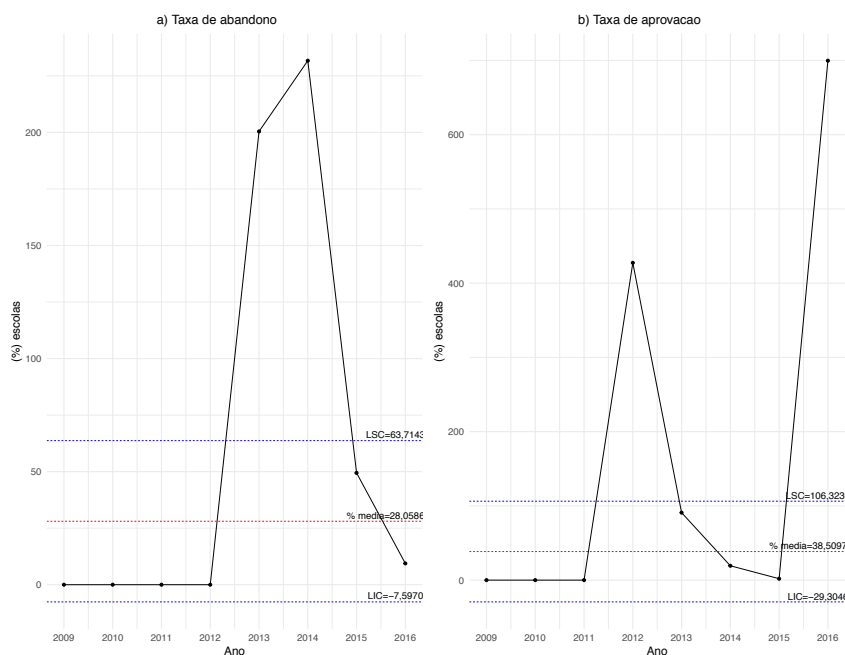
Quanto ao indicador de qualidade da educação nota do IDEB o Programa não surtiu efeito. Nessa questão, um argumento relevante que pode ajudar a explicar a ausência de resultado significativo se dá possivelmente pela existência de outros determinantes, tais como, fatores externos relacionados às características das famílias serem mais representativos para determinar o referido indicador (HANUSHEK; WOESSMANN, 2010). Além disso, tem-se também a questão do tempo de maturação suficiente para apresentar resultados mais robustos. Uma vez que para esse quesito, o programa em análise pode ser considerado novo, em seis anos, e seus impactos sobre a qualidade da educação, se vierem a existir, ocorrerem em anos posteriores.

O objetivo finalístico do Programa em promover melhor qualidade de vida aos alunos, esse é fundamental para garantir às crianças o direito à água de qualidade e pode ser interpretado como um dos elementos que tem capacidade de somar na busca de solução dos problemas referentes à educação na região.

Nessa perspectiva, a Figura 12 apresenta estimativas calculadas a partir dos coeficientes evidenciados na Tabela 20. Os resultados expostos demonstram que o Programa Cisterna conseguiu reduzir a taxa de abandono escolar no ensino fundamental em cerca de 28%. Enquanto para condição de taxa de aprovação o aumento foi em média de cerca de 38% nas escolas do semiárido brasileiro beneficiadas pelo Programa Cisternas nas Escolas. Por sua vez, dado que o indicador nota IDEB não apresentou

resultados estatisticamente significante não se teve como fazer a referida análise de previsão.

Figura 12 – Taxa de variação e intervalo de confiança do acesso inexistente às condições de indicadores escolar do semiárido brasileiro, 2009 a 2016.



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

### 3.7 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 e, conseqüentemente, sobre indicadores escolares.

Em um 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 em uma 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 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 à água filtrada é crescente com o tempo de exposição das escolas ao Programa. Logo, tal efeito parece ser mais consistente à longo prazo, sobretudo, para as condições de infraestrutura acesso à esgoto e à sanitários. Portanto, validam uma das hipóteses adotadas nessa pesquisa, a qual afirma que a disponibilidade de recursos hídricos é um importante impulsionador para que melhorias em demais condições de infraestrutura básica, capazes de promover um ambiente de maior bem-estar e segurança à saúde, possam existir.

Todavia, em termos de indicadores educacionais não foi evidenciado um padrão regular quanto aos efeitos do programa por exposição da escola ao tempo de tratamento. Possivelmente, devido a outros fatores serem mais relevantes ou pelo próprio tempo de maturação do Programa. Porém, as estimativas calculadas sugerem que há, em média, uma redução na taxa de abandono no ensino fundamental em cerca de 28% e aumento na taxa de aprovação em cerca de 38%, nas escolas do semiárido brasileiro. Desse modo, corrobora a hipótese de que escolas beneficiadas por acesso à água podem melhorar suas condições de infraestrutura básica, aumentando o bem-estar dos alunos se dispor com um ambiente mais saudável e, conseqüentemente, de maior permanência e desempenho escolar.

Em linhas gerais, as evidências encontradas nesta pesquisa indicam que 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 efeitos educacionais decorrentes das dificuldades que a falta desses recursos promovem para a permanência dessas na escola.

Por fim, as conclusões auferidas nesse estudo reconhecem que apesar dos resultados apresentarem apenas uma relação entre indicadores *proxy* para ambiente saudável e de rendimento educacionais, os achados dessa investigação podem ser considerados como fortes elementos para subsidiar as discussões sobre a necessidade de continuidade do programa para demais escolas rurais brasileiras, uma vez que, em 2018, por exemplo, cerca de 10% 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.
- ALVES, M. T. G.; XAVIER, F. P.; PAULA, T. S. d. Modelo conceitual para avaliação da infraestrutura escolar no ensino fundamental. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, SciELO Brasil, v. 100, n. 255, p. 297–330, 2019.
- ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J.-S. *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. [S.l.]: Princeton university press, 2008.
- AO, C.-K. The effect of municipal water filtration on children's school enrollment and employment in american cities. *Available at SSRN 3076355*, 2018.
- AOYAGI, M. Bid rotation and collusion in repeated auctions. *Journal of economic Theory*, Elsevier, v. 112, n. 1, p. 79–105, 2003.
- ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, Wiley-Blackwell, v. 58, n. 2, p. 277–297, 1991.
- ARELLANO, M.; BOVER, O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 68, n. 1, p. 29–51, 1995.
- AROURI, M. et al. Access to improved water, human capital and economic activity in africa. 2014.
- ASA BRASIL. *ARTICULAÇÃO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO. Item ações*. 2019. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/acoes/p1mc>>. Acesso em: 29 set. 2019.
- ATHEY, S.; BAGWELL, K. Optimal collusion with private information. *RAND Journal of Economics*, JSTOR, p. 428–465, 2001.
- AVNER, D. L. Clinical experience with pantoprazole in gastroesophageal reflux disease. *Clinical therapeutics*, Elsevier, v. 22, n. 10, p. 1169–1185, 2000.
- AZEVEDO, F. V. A. d.; ALBUQUERQUE, J. d. D.; GONÇALVES, D. P. Relapsing polychondritis with severe hearing loss. *Revista brasileira de reumatologia*, SciELO Brasil, v. 55, n. 2, p. 174–176, 2015.
- BAJARI, P.; TADELIS, S. et al. Incentives versus transaction costs: A theory of procurement contracts. *Rand journal of Economics*, v. 32, n. 3, p. 387–407, 2001.

BAJARI, P.; YE, L. Deciding between competition and collusion. *Review of Economics and statistics*, MIT Press, v. 85, n. 4, p. 971–989, 2003.

BARON, D. P. Incentive contracts and competitive bidding. *The American Economic Review*, JSTOR, v. 62, n. 3, p. 384–394, 1972.

BATISTA, M. A. C.; MALDONADO, J. M. S. de V. O papel do comprador no processo de compras em instituições públicas de ciência e tecnologia em saúde (c&t/s). *Revista de Administração Pública - RAP*, v. 42, n. 4, p. 681–700, 2008.

BEACH, B. et al. 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.

BERSAN, M. E. et al. Desenvolvimento e validação analítica de um método para quantificação de impurezas no antibiótico ceftazidima por cromatografia líquida de ultra eficiência. 2013.

BHALOTRA, S.; VENKATARAMANI, A. Cognitive development and infectious disease: Gender differences in investments and outcomes. 2013.

BIERMAN, H. S.; FERNANDEZ, L. F. *Game theory with economic applications*. [S.l.]: Addison Wesley, 1998.

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.

BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 87, n. 1, p. 115–143, 1998.

BOAS, M.-H. S. V. The genesis of participatory democracy in brazil: a scientific (re) construction. *Brazilian Political Science Review*, SciELO Brasil, v. 11, n. 1, 2017.

BOBONIS, G. J. et al. *Vulnerability and Clientelism*. [S.l.], 2017.

BOWSER, C. G. On testing overidentifying restrictions in dynamic panel data models. *Economics letters*, Elsevier, v. 77, n. 2, p. 211–220, 2002.

BRASIL. Constituição da república federativa do brasil. *Brasília: Senado Federal*, 1988.

BRASIL. *Lei Federal nº 8.666, de 21 de junho de 1993*: Regulamenta o art. 37, inciso xxi, da constituição federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil: Brasília, 1993.

BRASIL. *Lei Federal nº 10.520, de 17 de julho de 2002*: Institui, no âmbito da união, estados, distrito federal e municípios, nos termos do art. 37, inciso xxi, da constituição federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil: Brasília, 2002.

BRASIL. *Aquisição de medicamentos para assistência farmacêutica no SUS : orientações básicas*. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. Série A. Normas e Manuais Técnicos. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL, L. C. N.; NO, L. C. 123, de 14 de dezembro de 2006. *Lei Geral da Micro e Pequena Empresa*. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LCP/Lcp123.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LCP/Lcp123.htm) Acessado em, v. 10, 2006.

BRASIL/IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. *Censo demográfico*, v. 2010, 2010.

BRASIL/MDS. Ministério do desenvolvimento social e combate à fome: Programa cisternas. boletim informativo nº 005, maio de 2017. Brasil, 2017a.

BRASIL/MDS. Ministério do desenvolvimento social e combate à fome: Modelo da tecnologia social de acesso à água nº 6, cisterna escolar de 52 mil litros, anexo da instrução operacional sesan no 05, de 08 de agosto de 2017. Brasil, 2017b.

BRUNS, S. d. F.; LUIZA, V. L.; OLIVEIRA, E. A. d. Gestão da assistência farmacêutica em municípios do estado da Paraíba (pb): olhando a aplicação de recursos públicos. *Revista de Administração Pública*, SciELO Brasil, v. 48, n. 3, p. 745–765, 2014.

BUSTAMANTE-TEIXEIRA, M. T.; FAERSTEIN, E.; LATORRE, M. d. R. Técnicas de análise de sobrevivência. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 18, p. 579–594, 2002.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. [S.l.]: Cambridge university press, 2005.

CAMPOS, F. As práticas de conluio nas licitações públicas à luz da teoria dos jogos. *Análise Econômica*, v. 26, n. 50, 2016.

CARTER, C. R. et al. Reverse auctions—grounded theory from the buyer and supplier perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Elsevier, v. 40, n. 3, p. 229–254, 2004.

CAVALCANTI, A. C. F.; MARTINS, C. D. P. Influências do gerenciamento de riscos na melhoria das aquisições públicas de um hospital da rede sentinela. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde*, v. 6, n. 2, p. 1726–1748, 2015.

CFM. *Estados reduzem participação no gasto com Saúde*. 2017. Disponível em: <[https://portal.cfm.org.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=27963:2018-11-12-18-36-26&catid=3](https://portal.cfm.org.br/index.php?option=com_content&view=article&id=27963:2018-11-12-18-36-26&catid=3)>. Acesso em: 29 jan. 2019.

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.

CONLEY, T.; DECAROLIS, F. Collusion in average bid auctions. Mimeo, 2010.

COSTA, L. V. et al. Fatores associados à segurança alimentar nos domicílios brasileiros em 2009. *Economia e Sociedade*, v. 23, n. 2, p. 373–394, 2014.

- COVIELLO, D.; MARINIELLO, M. Publicity requirements in public procurement: Evidence from a regression discontinuity design. *Journal of Public Economics*, Elsevier, v. 109, p. 76–100, 2014.
- COX, D. R. et al. *Analysis of survival data*. [S.l.], 1984.
- DANGER, K.; CAPOBIANCO, A. Guidelines for fighting bid rigging in public procurement. *OECD Competition*, v. 25, 2008.
- DEVOTO, F. et al. Happiness on tap: piped water adoption in urban morocco. *American Economic Journal: Economic Policy*, v. 4, n. 4, p. 68–99, 2012.
- DUARTE, K. C. e. a. Análise da indústria farmacêutica – perspectivas e desafios. *Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado*, Brasília, Texto para Discussão n. 183, 2015.
- 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. et al. 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.
- FARIA, E. Rodrigues de et al. Fatores determinantes na variação dos preços dos produtos contratados por pregão eletrônico. *Revista de Administração Pública-RAP*, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, v. 44, n. 6, 2010.
- FAY, M. et al. Achieving child-health-related millennium development goals: The role of infrastructure. *World Development*, Elsevier, v. 33, n. 8, p. 1267–1284, 2005.
- FIANI, R. Teoria dos custos de transação. In: *Economia industrial*. [S.l.]: Elsevier, 2013. p. 169–181.
- FOX, J.; WEISBERG, S. *An R Companion to Applied Regression*. [S.l.]: SAGE Publications, 2011.
- FRAGA, A. A. et al. Detecção de casos suspeitos de fraudes em licitações realizadas nos municípios da paraíba: uma aplicação de técnicas de mineração de dados. Universidade Federal da Paraíba, 2017.
- 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.

- GIBBONS, R. S. *Game theory for applied economists*. [S.l.]: Princeton University Press, 1992.
- 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.
- HANSEN, L. P. Large sample properties of generalized method of moments estimators. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 1029–1054, 1982.
- HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. Education and economic growth. *Economics of education*, Amsterdam: Elsevier, p. 60–67, 2010.
- 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.
- HEIMLER, A. Cartels in public procurement. *Journal of competition law and economics*, Oxford University Press, v. 8, n. 4, p. 849–862, 2012.
- HERNÁNDEZ-REYNA, R. et al. Factores pronósticos de supervivencia en pacientes mexicanos con glioblastoma multiforme. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, Instituto Mexicano del Seguro Social, v. 48, n. 2, p. 121–126, 2010.
- IBGE. *Renda Domiciliar per capita*. 2018. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho\\_e\\_Rendimento/Pesquisa\\_Nacional\\_por\\_Amostra\\_de\\_Domicilios\\_continua/Renda\\_domiciliar\\_per\\_capita/Renda\\_domiciliar\\_per\\_capita\\_2018.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Trabalho_e_Rendimento/Pesquisa_Nacional_por_Amostra_de_Domicilios_continua/Renda_domiciliar_per_capita/Renda_domiciliar_per_capita_2018.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2019.
- 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.
- IRAM, U.; BUTT, M. S. Determinants of household food security: An empirical analysis for pakistan. *International Journal of Social Economics*, Emerald Group Publishing Limited, v. 31, n. 8, p. 753–766, 2004.
- ISSA, A. N.; MENEZES, W.; UCHÔA, C. F. A. Uma aplicação da teoria dos jogos: uma sugestão às licitações públicas brasileiras. *Revista Nexos Econômicos*, v. 8, n. 1, p. 33–58, 2014.
- 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) — [Sl: 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.
- LANCASTER, T. *The econometric analysis of transition data*. [S.l.]: Cambridge university press, 1990.
- LAVY, V. et al. 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. 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.
- MARIN, N. et al. *Assistência farmacêutica para gerentes municipais*. OPAS/OMS, Rio de Janeiro, 2003.
- MARRI, I.; RACCHUMI, J. Infraestrutura escolar e desempenho educacional em minas gerais: possíveis associações. *Encontro nacional de estudos populacionais*, v. 28, 2012.
- MASSAD, M. R. R.; MASSAD, E.; ARCURI, E. A. M. Estudo experimental das relações teclduais em ratos, provocadas por diferentes concentrações de penicilina g. benzatina. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 24, n. 1, p. 31–40, 1990.
- MAXWELL, D. et al. *Urban livelihoods and food and nutrition security in Greater Accra, Ghana*. [S.l.]: IFPRI, Washington, DC, US, 2000.
- MAZALI, A. A.; DIVINO, J. A. Real wage rigidity and the new phillips curve: the brazilian case. *Revista Brasileira de Economia*, SciELO Brasil, v. 64, n. 3, p. 291–306, 2010.
- MCAFEE, R. P.; MCMILLAN, J. Bidding for contracts: a principal-agent analysis. *The RAND Journal of Economics*, JSTOR, p. 326–338, 1986.
- MCAFEE, R. P.; MCMILLAN, J. Auctions and bidding. *Journal of economic literature*, JSTOR, v. 25, n. 2, p. 699–738, 1987.

- MCAFEE, R. P.; MCMILLAN, J. Bidding rings. *The American Economic Review*, JSTOR, p. 579–599, 1992.
- MÉDICI, A. C.; BELTRAO, K. I.; OLIVEIRA, F. d. A política de medicamentos no brasil. IPEA, Rio de Janeiro, Documentos de Política n. 09, 1992.
- MENDONÇA, M. J. C. de; MOTTA, R. S. da. Saúde e saneamento no brasil. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 30, 2009.
- MENEZES-FILHO, N. A.; PICCHETTI, P. Os determinantes da duração do desemprego em são paulo. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2000.
- 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.
- MISHRA, A. Persistence of corruption: some theoretical perspectives. *World Development*, Elsevier, v. 34, n. 2, p. 349–358, 2006.
- MORAIS, M. d. S. Pregão eletrônico: um estudo da economia proporcionada para a controladoria-geral da união no ano de 2012. 2013.
- MOURA, A. M. M. d. As compras públicas sustentáveis e sua evolução no brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2013.
- 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.
- OLIVEIRA, M. de M. et al. Avaliação da prevalência de nefropatia pelo uso de contraste iodado em pacientes diabéticos no serviço de hemodinâmica do hospital universitário sul fluminense (husf), de vassouras-rj. *Revista de Saúde*, v. 2, n. 2, p. 05–11, 2011.
- ORTIZ-CORREA, J. S.; FILHO, M. R.; DINAR, A. Impact of access to water and sanitation services on educational attainment. *Water Resources and Economics*, Elsevier, v. 14, p. 31–43, 2016.
- RDH/PNUD, R. de Desenvolvimento Humano. Programa das Nações Unidas para o D. *Além da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água*. [S.l.]: PNUD, 2006.
- RÊGO, E. C. L. Políticas de regulação do mercado de medicamentos: a experiência internacional. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 14, p. 367–400, 2000.
- 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.
- ROCHA, R.; SOARES, R. R. Water scarcity and birth outcomes in the brazilian semiarid. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 112, p. 72–91, 2015.

- ROODMAN, D. How to do xtabond2: an introduction to 'difference' and 'system. In: CITESEER. *GMM in STATA*, Center for Global Development Working Paper No. 103. [S.l.], 2006.
- 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.
- RUARO, A. F.; MEYER, A. T.; AGUILAR, J. A. G. Fraturas expostas do tornozelo: avaliação do tratamento em onze pacientes. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 33, n. 6, 1998.
- SARGAN, J. D. The estimation of economic relationships using instrumental variables. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, JSTOR, p. 393–415, 1958.
- SÁTYRO, N.; SOARES, S. A infra-estrutura das escolas brasileiras de ensino fundamental: um estudo com base nos censos escolares de 1997 a 2005. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2007.
- 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.
- SHAH, M.; STEINBERG, B. M. Could droughts improve human capital? evidence from india. *Unpublished manuscript*, University of California Davis, 2012.
- SHIRASU, M. R.; ARRAES, R. d. A. Determinantes da evasão e repetência escolar. *ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA*, v. 43, 2015.
- SIS/IBGE, I. B. de Geografia e Estatística. Coordenação de População e I. S. *Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira, 2018*. [S.l.]: ibge, 2018.
- 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. et al. Health conditions and health-policy innovations in brazil: the way forward. *The Lancet*, Elsevier, v. 377, n. 9782, p. 2042–2053, 2011.
- VIEIRA, F. S. Evolução do gasto com medicamentos do sistema único de saúde no período de 2010 a 2016. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2018.
- VIERTLER, E. Y. et al. Irrigação intranasal: avaliação dos efeitos do uso de soluções hidroeletrólíticas na mucosa de ratos. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, SciELO Brasil, v. 69, n. 4, p. 491–495, 2003.
- WANG, H. Optimal implicit collusion in repeated procurement auctions. *Journal of Economics*, Springer, v. 117, n. 3, p. 259–284, 2016.

WHO. *Health systems financing: the path to universal coverage*. [S.l.]: Geneva: World Health Organization, 2010.

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.

ZHOU, M. Understanding the cox regression models with time-change covariates. *The American Statistician*, Taylor & Francis, v. 55, n. 2, p. 153–155, 2001.

# Apêndice A - Ensaio 1

Tabela A.1 – Modelos dinâmicos GMM-AB com efeito fixo - variando os instrumentos

	<i>Variável dependente:</i>						
	Log do valor em propostas vencidas sob risco						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Log do valor em risco (t-1)	0,0779 (0,3804)	-0,1054 (0,3010)	-0,1738 (0,3127)	-0,2207 (0,2790)	-0,2815 (0,2499)	-0,2054 (0,2575)	-0,2054 (0,2575)
Concorrência média (t)	0,3933*** (0,1264)	0,4432** (0,1909)	0,3801** (0,1842)	0,3684** (0,1727)	0,3629** (0,1582)	0,3192* (0,1629)	0,3192* (0,1629)
Saldo líquido de emprego (t)	-0,0109 (0,0109)	-0,0070 (0,0109)	0,0057 (0,0190)	-0,0003 (0,0131)	-0,0053 (0,0081)	-0,0067 (0,0080)	-0,0067 (0,0080)
Tendência	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
<i>Variáveis Instrumentais</i>							
Log da prop. do valor em risco (t-2)	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-1)	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-2)	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-1)	não	não	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-2)	não	não	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-3)	não	não	não	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-4)	não	não	não	não	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-5)	não	não	não	não	não	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-6)	não	não	não	não	não	não	sim
Teste de Wald	11,9383 (0,0076)	6,0392 (0,1097)	3,8545 (0,2776)	5,1686 (0,1598)	4,1883 (0,2418)	13,5638 (0,0036)	13,5638 (0,0036)
Teste de Sargan-Hansen	4,0629 (0,2547)	11,7562 (0,3017)	30,4282 (0,1375)	21,1480 (0,0120)	30,9424 (0,0409)	44,3705 (0,1332)	44,3705 (0,1332)
AC 2a Ordem	1,2269 (0,2199)	1,0543 (0,2917)	0,7502 (0,4531)	1,0285 (0,3037)	1,0045 (0,3151)	1,1634 (0,2447)	1,1634 (0,2447)
Observações	174	174	174	174	174	174	174

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados evidenciados.  
 Note: Desvios-padrão entre parênteses e p-valor entre colchetes \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Tabela A.2 – Modelos dinâmicos GMM-BB com efeito fixo - variando os instrumentos

	<i>Variável dependente:</i>						
	Log do valor em propostas vencidas sob risco						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Log do valor em risco (t-1)	0,1650 (0,2055)	0,2746 (0,3010)	0,4124** (0,1652)	0,4014** (0,1645)	0,3910** (0,1618)	0,3887** (0,1613)	0,3887** (0,1613)
Concorrência média (t)	0,1300 (0,0793)	0,2040 (0,1582)	0,2790*** (0,1031)	0,2494*** (0,0877)	0,2045*** (0,0768)	0,2068*** (0,0772)	0,2068*** (0,0772)
Saldo líquido de emprego (t)	0,0096 (0,0114)	0,0069 (0,0113)	0,0134 (0,0166)	0,0065 (0,0134)	-0,0048 (0,0085)	-0,0060 (0,0078)	-0,0060 (0,0078)
Tendência	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
<i>Variáveis Instrumentais</i>							
Log da prop. do valor em risco (t-2)	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-1)	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-2)	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-1)	não	não	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-2)	não	não	sim	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-3)	não	não	não	sim	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-4)	não	não	não	não	sim	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-5)	não	não	não	não	não	sim	sim
Saldo líq. de empr. (t-6)	não	não	não	não	não	não	sim
Teste de Wald	11,9383 (0,0076)	6,0392 (0,1097)	3,8545 (0,2776)	5,1686 (0,1598)	4,1883 (0,2418)	13,5638 (0,0036)	13,5638 (0,0036)
Teste de Sargan-Hansen	4,0629 (0,2547)	11,7562 (0,3017)	30,4282 (0,1375)	21,1480 (0,0120)	30,9424 (0,0409)	44,3705 (0,1332)	44,3705 (0,1332)
AC 2a Ordem	1,2269 (0,2199)	1,0543 (0,2917)	0,7502 (0,4531)	1,0285 (0,3037)	1,0045 (0,3151)	1,1634 (0,2447)	1,1634 (0,2447)
Observações	174	174	174	174	174	174	174

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados evidenciados.  
 Note: Desvios-padrão entre parênteses e p-valor entre colchetes \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Tabela A.3 – Modelos dinâmicos com efeito fixo – GMM-AB – Determinantes de estratégias de risco no processo licitatório - variável dependente: valor em propostas vencidas sob risco (2013-2018)

		<i>Variável Dependente</i>								
		Log do valor em propostas vencidas sob risco								
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Log do valor em risco (t-1)		0,0760 (0,3894)	-0,2438 (0,2619)	0,1925 (0,2398)	0,0853 (0,3827)	-0,2177 (0,2583)	0,3191 (0,2883)	0,0779 (0,3804)	-0,2054 (0,2575)	0,2746 (0,3010)
Concorrência média (t)					0,3866*** (0,1326)	0,2694 (0,1645)	0,2290 (0,1579)	0,3933*** (0,1264)	0,3192* (0,1629)	0,2040 (0,1582)
Saldo líquido de emprego (t)								-0,0109 (0,0109)	-0,0067 (0,0080)	0,0069 (0,0113)
Tendência		sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
<i>Variáveis Instrumentais</i>										
Log do valor em risco (t-2)		sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Concorrência média (t-1)		sim	não	sim	sim	não	sim	não	sim	sim
Concorrência média (t-2)		não	sim	não	não	sim	não	não	sim	sim
Saldo líq. de emprego (t-1)		não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-2)		não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-3)		não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-4)		não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Saldo líq. de emprego (t-5)		não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Teste de Wald		0,0381 (0,5918)	0,8660 (0,5636)	0,6441 (0,0391)	9,3432 (0,0769)	2,7949 (0,1175)	2,1148 (0,0049)	11,9383 (0,0076)	3,8545 (0,2776)	4,1883 (0,2418)
Teste de Sargan-Hansen		5,6733 (0,8452)	31,441 (0,3520)	32,3153 (0,4222)	4,3629 (0,0094)	29,3155 (0,2472)	28,2377 (0,3474)	4,0629 (0,2547)	30,4282 (0,1375)	30,9424 (0,0409)
AC 2ª Ordem		1,1169 (0,264)	0,6239 (0,5327)	1,0464 (0,2954)	1,2065 (0,2276)	0,7393 (0,4597)	1,0541 (0,2918)	1,2269 (0,2199)	0,7502 (0,4531)	1,0045 (0,3151)
Observações		174	174	174	174	174	174	174	174	174

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SAGRES Medicamentos e do TRAMITA, TCE-PB.

# Apêndice B - Ensaio 2

Tabela B.1 – Evidências da literatura sobre o efeito de políticas de acesso à água e saúde

Estudo	Local e período	Variáveis dependentes	Método	Principais resultados
Lavy et al. (1996)	Gana, 1988	Sobrevida infantil e medidas antropométricas infantis.	Modelo de risco (Weilbull)	Se as instalações de água e saneamento nas áreas rurais fossem atualizadas para o nível da zona urbana, o tempo de sobrevivência esperado das crianças ganesas aumentaria em quase 10%. O ganho resultante na altura de uma criança reduziria a diferença entre as crianças rurais e urbanas em quase um terço e o peso por altura reduziria esse diferencial em mais de 50%.
Abou-Ali (2003)	Egito, 1995-1996	Mortalidade infantil	Modelo de risco (Cox)	Melhorias no acesso à água municipal reduz em cerca de 68% o risco de mortalidade infantil.
Jalan, Ravallion et al. (2003)	Índia, 1993-1994	Prevalência da diarreia em crianças	PSM	A prevalência da diarreia é significativamente menor, em média, para crianças menores de cinco anos de famílias da zona rural com acesso à água encanada do que para famílias idênticas sem ela.
Fay et al. (2005)	39 Países em desenvolvimento, 1991-1998	Taxa de mortalidade infantil, e prevalência de má nutrição	GLLAMM	O acesso à infraestrutura básica (água encanada, saneamento e eletricidade) reduz a mortalidade infantil e a incidência de nanismo em crianças.
Galiani, Gertler e Schargrodsky (2005)	Argentina, 1990-1999	Taxa de mortalidade de crianças menores de cinco anos	modelo hazardde tempo discreto, DD	A mortalidade infantil caiu 8% nas áreas que privatizaram seus serviços de água, em relação às que não, e o efeito foi maior (26%) nas áreas mais pobres. Como robustez, embora a privatização esteja associada a reduções significativas nas mortes por doenças infecciosas e parasitárias, ela não é correlacionada com mortes por causas não relacionadas às condições da água.
Galiani, GONZALEZ-ROZADA e Schargrodsky (2009)	Argentina, 2003-2005	Ocorrência de casos de diarreia em crianças	DD, PSM	Casos de diarreia em crianças diminuíram nas favelas beneficiadas pelo Programa de privatização do sistema de abastecimento de água na Argentina (Tratado), em relação aos casos de crianças das favelas que não foram atingidas por essa expansão (Controle).

(*Continua na próxima página*)

Tabela B.1 – Continuação

<b>Estudo</b>	<b>Local e período</b>	<b>Variáveis dependentes</b>	<b>Método</b>	<b>Principais resultados</b>
Gamper-Rabindran, Khan e Timmins (2010)	Brasil, 1970, 1980, 1991, 2000	Taxa de mortalidade infantil (IMR)	Regressão Quantílica	A provisão de água canalizada reduz mais a mortalidade infantil nos maiores quantis condicionais da distribuição IMR do que nos menores quantis condicionais (exceto para casos de subdesenvolvimento extremo). Ademais, quando essa intervenção é acompanhada de outros serviços básicos de saúde pública o resultado é ainda maior na mortalidade infantil.
Duflo, Dupas e Kremer (2011)	Quênia, 2005	Prevalência de doenças diarreicas em crianças da zona rural	MQO	Melhorias na qualidade de água, via proteção de nascentes, em regiões aleatórias da zona rural do Quênia, levam água mais limpa e redução (25%) da incidência de diarreia em relação às regiões que não receberam o tratamento.
Luna et al. (2011)	Brasil, 2006	Prevalência de doenças diarreicas em moradores com e sem cisternas na zona rural	Modelos mistos hierárquicos	Episódios diarreicos é significativamente menor entre moradores de domicílios tratado pelo Programa um milhão de cisternas (7,3%) quando comparados a moradores de domicílios sem cisterna (24,4%) na zona rural da microrregião do Agreste Central de Pernambuco.
Kumar e Vollmer (2013)	Índia, 2007-2008	Morbidade diarreica para crianças menores de cinco anos.	PSM	O acesso à água dentro de casa reduz o risco das crianças contraírem diarreia em 2,2 p. p. em relação às crianças de famílias que têm acesso à água fora de casa na zona rural.
Zhang (2012)	China, 1989- 2006	Doenças diarreicas, peso e altura (adultos e crianças)	MQO	A incidência de doenças para os adultos cuja família foi beneficiada pelo Programa Safe Drinking Water (beba água com segurança) na zona rural da China diminuiu 11%, e o peso por altura aumentou 0,835 kg/m em relação aos adultos não beneficiados pela implementação do referido programa. Por sua vez, as crianças apresentaram um aumento no peso por altura de 0,446 kg/m e na altura um aumento de 0,962 cm em relação às crianças não beneficiadas.
Kosec (2014)	39 países da África, 1986-2010	Prevalência de diarreia para crianças menores de cinco anos.	Modelo com EF, MQ2E	A participação do setor privado (PSP) no setor de água canalizada diminuiu a diarreia entre as crianças com menos de cinco anos em 2,6 p. p. ou 16% da sua prevalência média. Estratificando por renda, crianças dos agregados familiares são as mais beneficiadas.
Usman, Gerber e Braun (2018)	Etiópia, 2014	Ocorrência de diarreia para crianças menores de cinco anos.	MQ2E, BIPROBIT	Nos domicílios rurais com acesso à água potável armazenada não contaminada (tratado) a probabilidade de diarreia infantil foi 18 p. p. menor do que nos domicílios identificados com água contaminada (controle).

Fonte: Elaboração própria. Legenda (Método): MQO = Mínimos Quadrados Ordinários; MQ2E = Mínimos Quadrados em dois estágios; EF = Efeito Fixo; BIPROBIT = Probit Bivariado; DD = Diferenças em Diferenças; PSM = Propensity Score Matching; GLLAMM = Generalized Linear Latent And Mixed Models.

Tabela B.2 – Descrição das variáveis usadas no modelo de duração

Variável	Descrição	Fonte
<b>Fatores fixos medidos no início do período</b>		
Porte populacional	Variável categórica com seis níveis de população (até 5 mil, de 5 a 10 mil, de 10 a 20 mil, de 20 a 50 mil, de 50 a 100 mil e acima de 100 mil)	IBGE, Censo demográfico 2009.
% pop. rural	Percentual da população rural do município da escola.	IBGE, Censo demográfico 2010.
PIB real per capita	PIB real (em R\$ de 2016) per capita.	IBGE, Censo demográfico 2009.
Anos de estudo	Média de anos de estudo de pessoas de 25 anos ou mais.	BGE, Censo demográfico 2000
<b>Fatores variáveis no tempo</b>		
Seca extrema	Variável binária para se a precipitação média de chuvas daquele ano, no município da escola, tiver menor que a média histórica menos dois desvios padrão da média de chuvas.	Centre for Environmental DataAnalysis, UK
Produção total do município	Produção agrícola total (em kg) no município da escola.	PAM/IBGE
N cisternas (P1MC)	Total de cisternas construídas pelo P1MC no município da escola.	ASA Brasil
N matrículas	Total de matrículas da escola.	INEP/Censo escolar
N alunos (max 15 anos)	Total de alunos com no máximo 15 anos na escola.	INEP/Censo escolar
Escolas indígenas ou quilombolas	Variável binária para se a escola é indígena ou quilombola.	INEP/Censo escolar
N indígenas	Total de alunos indígenas na escola.	INEP/Censo escolar
Água inexistente	Variável binária para se há inexistência de água na escola.	INEP/Censo escolar
Água rede pública	Variável binária para se há abastecimento de água por rede pública na escola.	INEP/Censo escolar
Biblioteca	Variável binária para se há biblioteca na escola.	INEP/Censo escolar
Laboratório de ciências	Variável binária para se há laboratório de ciências na escola.	INEP/Censo escolar
Laboratório informática	Variável binária para se há laboratório de informática na escola.	INEP/Censo escolar

(Continua na próxima página)

Tabela B.2 – Continuação

Variável	Descrição	Fonte
Internet	Variável binária para se há internet na escola.	INEP/Censo escolar
N computadores por aluno	Total de computadores por aluno na escola.	INEP/Censo escolar
Quadra de esportes	Variável binária para se há quadra esportiva na escola.	INEP/Censo escolar
Sala de professor	Variável binária para se há sala de professor na escola.	INEP/Censo escolar
% docentes com nível superior no EF	Percentual de docentes do Ensino Fundamental com nível superior na escola.	INEP/Censo escolar
Prefeito do PT	Variável binária para se o prefeito do município da escola é do PT, partido do governo federal no período.	TSE
% de votos no presidente do PT	Percentual de votos no presidente do PT.	TSE

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis descritas na referida tabela, utilizadas no método de pareamento, foram selecionadas mediante associação com os critério de elegibilidade do Programa, assim como, que possam explicar os indicadores de impacto. Tais variáveis contemplaram dois grandes grupos e alguns componentes.

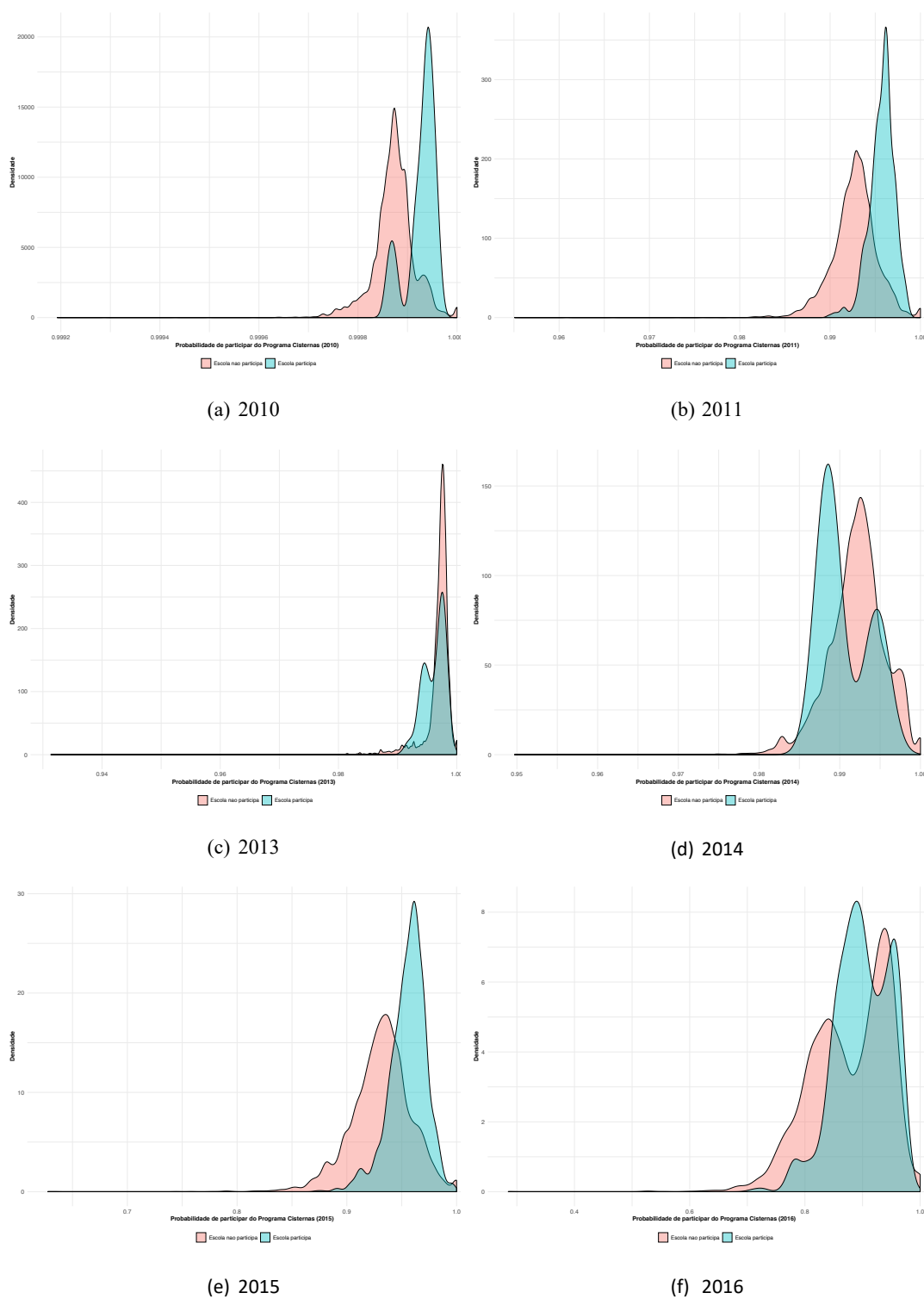
O primeiro grande grupo refere-se aos fatores fixos demográficos (porte populacional e proporção de população rural), de renda per capita, e de grau de instrução da população podem representar quão desenvolvida é a região, e conseqüentemente podem corresponder a uma pressão para a chance de inserção no programa.

Por sua vez, o segundo grande grupo refere-se aos fatores variáveis no tempo para representar condição de falta de recurso hídrico no município da escola, como, situação de seca, número de cisternas do Programa P1MC e quantidade agrícola produzida, num resultado esperado positivo para as duas primeiras e negativo para a terceira variável sobre a probabilidade da escola ser beneficiária do programa; condição de pressão à seleção da escola, mediante os critério de elegibilidade conforme Tabela 3.3, a saber: elevado número de crianças (representada pelo total de matrículas da escola), elevado número de crianças com até no máximo 15 anos de idade, ser escola indígena ou quilombola, e total de indígenas na escola; condição de vulnerabilidade hídrica da escola, tais como, água inexistente, abastecimento via rede pública, impactando diretamente na autoseleção da escola; condição de porte da escola tais como, existência de biblioteca, laboratórios de informática e/ou ciências, internet, computadores por

alunos, e quadra de esportes, sobre o pressuposto de que escolas de maior porte apresentam menor vulnerabilidade, e portanto, menor a chance de seleção, por na maior parte dos casos já ser abastecidas por outros meios; componente de gestão da escola, sala de professor e docentes com nível superior, sobre a hipótese de que não havendo sala de professores ou maior o percentual de docentes com nível superior maior a chance de cobranças quanto a melhores condições de infraestrutura; componente político para se o prefeito do PT e percentual de votos no presidente do PT, uma vez que sendo o partido do governo federal, no período considerado, poderia elevar a chance de seleção das escolas dos referidos municípios ao programa.

Contudo, tal vetor de variáveis foi construído com o intuito de desenvolver o escore de propensão para definição do contrafactual do resultado das condições de infraestrutura das escolas beneficiadas pelo Programa Cisternas nas Escolas.

Figura B.1 – Distribuição do escore de propensão entre grupos de tratamento e controle, 2010-2016



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

Tabela B.3 – Resultados por tempo de exposição, 2009-2016

	Variável dependente											
	Tratamento de esgoto inexistente			Acesso à sanitário inexistente			Tratamento de lixo inexistente			Acesso à água filtrada inexistente		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Tempo de exposição												
1 ano	-0,0018 (0,0027)	0,0005 (0,0029)	0,0002 (0,0029)	-0,0048** (0,0023)	0,0027 (0,0024)	0,0027 (0,0024)	-0,0441*** (0,0037)	-0,0091** (0,0039)	-0,0077** (0,0039)	-0,0048 (0,0038)	-0,0151*** (0,0040)	-0,0152*** (0,0040)
2 anos	0,0009 (0,0050)	0,0006 (0,0051)	0,0005 (0,0051)	-0,0126*** (0,0043)	-0,0038 (0,0043)	-0,0037 (0,0043)	-0,0608*** (0,0068)	-0,0213*** (0,0068)	-0,0198*** (0,0068)	-0,0126* (0,0069)	-0,0306*** (0,0070)	-0,0303*** (0,0070)
3 anos	-0,0158*** (0,0059)	-0,0168*** (0,0060)	-0,0158*** (0,0060)	-0,0194*** (0,0051)	-0,0092* (0,0051)	-0,0084 (0,0051)	-0,0752*** (0,0081)	-0,0245*** (0,0081)	-0,0241*** (0,0081)	-0,0194** (0,0082)	-0,0488*** (0,0083)	-0,0499*** (0,0083)
4 anos	-0,0241*** (0,0060)	-0,0252*** (0,0060)	-0,0243*** (0,0060)	-0,0244*** (0,0051)	-0,0124** (0,0052)	-0,0117** (0,0052)	-0,0805*** (0,0081)	-0,0196** (0,0081)	-0,0196** (0,0081)	-0,0244*** (0,0082)	-0,0540*** (0,0083)	-0,0544*** (0,0083)
5 anos	-0,0388*** (0,0061)	-0,0384*** (0,0062)	-0,0376*** (0,0062)	-0,0334*** (0,0052)	-0,0200*** (0,0053)	-0,0196*** (0,0053)	-0,1062*** (0,0082)	-0,0346*** (0,0083)	-0,0348*** (0,0083)	-0,0334*** (0,0084)	-0,0600*** (0,0085)	-0,0606*** (0,0085)
6 anos	-0,0395*** (0,0066)	-0,0360*** (0,0068)	-0,0351*** (0,0068)	-0,0420*** (0,0056)	-0,0264*** (0,0058)	-0,0260*** (0,0058)	-0,1196*** (0,0090)	-0,0450*** (0,0092)	-0,0449*** (0,0092)	-0,0420*** (0,0091)	-0,0708*** (0,0094)	-0,0728*** (0,0094)
Efeito fixo	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Tendência	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim
Controles	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Observações	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680	126.680

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Erros-padrão robustos à heterocedasticidade entre parênteses. \*\*\*Estatisticamente significativo a 1%. \*\*Estatisticamente significativo a 5%. \*Estatisticamente significativo a 10%. Controles: seca extrema do município da escola, produção agrícola do município da escola, total de cisternas do PIMC no município da escola, população, proporção de docentes com nível de escolaridade superior, biblioteca, internet, laboratório de informática, número de computadores por aluno, prefeito do partido PT, percentual de votos no presidente do partido PT.

Tabela B.4 – Resultados por tempo de exposição, 2009-2016

	Variável dependente								
	Taxa de abandono			Taxa de aprovação			Nota IDEB		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Tempo de exposição									
1 ano	-0,0373 (0,0946)	-0,0368 (0,0946)	-0,0408 (0,0946)	-0,0117 (0,2799)	-0,0079 (0,2799)	-0,0130 (0,2798)	0,7365*** (0,1900)	0,1252 (0,1434)	0,0982 (0,1426)
2 anos	0,1171 (0,1681)	0,1190 (0,1681)	0,1112 (0,1681)	0,9312* (0,4936)	0,9326* (0,4936)	0,9306* (0,4932)	- -	- -	- -
3 anos	0,4512** (0,1986)	0,4526** (0,1986)	0,4522** (0,1986)	0,8851 (0,5958)	0,8816 (0,5957)	0,8547 (0,5952)	0,8551*** (0,2359)	0,0698 (0,1787)	0,0564 (0,1776)
4 anos	0,4243** (0,1992)	-0,4552** (0,1992)	-0,4257** (0,1992)	1,2320** (0,5990)	1,2292** (0,5990)	1,2307** (0,5984)	- -	- -	- -
5 anos	0,1407 (0,2035)	0,1399 (0,2035)	0,1444 (0,2035)	0,0444 (0,6191)	0,0384 (0,6190)	0,0555 (0,6185)	1,2789*** (0,2598)	0,0237 (0,1974)	0,0266 (0,1963)
6 anos	0,2471 (0,2251)	0,2467 (0,2251)	0,2472*** (0,2251)	1,3024* (0,6914)	1,3003*** (0,6914)	1,2713* (0,6907)	- -	- -	- -
Efeito fixo	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim
Tendência	não	sim	sim	não	sim	sim	não	sim	sim
Controles	não	não	sim	não	não	sim	não	não	sim
Observações	116.344	116.344	116.344	116.208	116.208	116.208	3.459	3.459	3.459

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Erros-padrão robustos à heterocedasticidade entre parênteses. Estatisticamente significativo a: \*\*\* 1%, \*\* 5%, \* 10%. Controles: seca extrema do município da escola, produção agrícola do município da escola, total de sistemas do P1MC no município da escola, proporção de docentes com nível de escolaridade superior, água rede pública, acesso sanitário, escola indígena e/ou quilombola, internet, merenda, quadra de esportes, biblioteca, total de computadores por aluno, sala diretor, sala professor.