

ESTUDO DE CASO: SEGURANÇA HÍDRICA



JOF 2845/2021 | PNUD Projeto BRA/18/023

**SETE ESTUDOS DE CASO DE AVALIAÇÕES EX POST DE
PROJETOS DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA**

Outubro de 2022



**MINISTÉRIO DA
ECONOMIA**

**SECRETARIA ESPECIAL DE
PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE**

APRESENTAÇÃO

A Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura, da Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade do Ministério da Economia, tem por competências produzir informações gerenciais econômicas e com vistas a dar transparência dos investimentos e propor a aplicação de metodologias para a priorização de investimentos em infraestrutura (Decreto nº 9.745, de 2019). Para tanto, definiu-se como estratégia o desenvolvimento de técnicas de avaliação socioeconômica de projetos, sejam elas de escopo *ex ante* ou *ex post*, com base nas melhores práticas disponíveis na literatura especializada, de forma a identificar os impactos socioambientais e econômicos dos projetos implementados.

Segundo o relatório *Infrascope* (*Economist Impact*, 2022), embora o Brasil tenha um desempenho razoável no tema de avaliação *ex post*, ainda há muito a se avançar nessa agenda especialmente temática de avaliação dos impactos ambientais e sociais dos projetos de infraestrutura. A adoção de técnicas de avaliação *ex post* de políticas públicas é aderente não apenas às melhores práticas internacionais para o planejamento da infraestrutura, mas também aos princípios da recém promulgada Emenda Constitucional nº109 de 2021 (CF - Art. 37 § 16) que trata sobre avaliação dos resultados e gestão de políticas públicas.

Apesar de muito difundida a avaliação de impacto de políticas públicas, a literatura de avaliação de projetos específicos de infraestrutura é mais restrita. Embora os métodos utilizados em políticas públicas possam, em teoria, ser utilizados para avaliar infraestrutura, na prática, essa aplicação não é trivial. Assim, a partir de uma parceria da Sepec/ME e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), foi contratada uma consultoria especializada para desenvolver sete estudos de caso, uma para segmento da infraestrutura. São eles 1) logística; 2) energia; 3) segurança hídrica; 4) mobilidade urbana; 5) telecomunicações; 6) saneamento básico, e; 7) habitação.

O estudo de caso apresentado nesta publicação é parte integrante de tal série de estudos setoriais que visam identificar as metodologias e as variáveis de interesse usuais em cada segmento da infraestrutura. Ressalta-se, entretanto, que o objetivo de tais estudos, para além de avaliar os resultados de cada projeto especificamente, é principalmente ilustrar a aplicação das metodologias de avaliação *ex post* para cada setor da infraestrutura. A padronização metodológica promovida por essa série de estudos, portanto, oferece não apenas um modelo de avaliação mais transparente dos investimentos passados, mas também informações importantes para se retroalimentar o planejamento de empreendimentos futuros com informações mais realistas dos impactos socioambientais mais comuns em cada setor da infraestrutura.

Documento elaborado e entregue pela Pezco Consultoria, Editora e Desenvolvimento LTDA como Produto 05 - Relatório de Estudo de Caso: Segurança Hídrica, sobre um estudo de caso de avaliação de impacto *ex post* ao setor de segurança hídrica, do contrato BRA10-1130-39146/2021, Solicitação de Proposta (SDP) nº JOF 2845/2021, no âmbito de parceria da SEPEC/ME com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Projeto BRA/18/023. Após sua entrega, este produto foi revisado e atualizado pela SDI/SEPEC/ME para sua publicação definitiva. Sua redação final pode divergir pontualmente, portanto, daquela inicialmente apresentada pela consultoria e aprovada pela SDI/SEPEC/ME.

Equipe técnica da Pezco responsável pela elaboração deste produto:

Klenio de Souza Barbosa
Raquel Pereira Pontes
Frederico Araujo Turolla
Bruna de Abreu Martins
Yan Nonato Cattani
Mario Antonio Margarido
Matheus Shiro Pinheiro Hirata
Leonardo Baptista Correia
Daniel Kiyoyudi Komesu
Pedro Henrique Nirschl-Silva
Luis Felipe de Miranda Arthur

Equipe técnica SDI/SEPEC/ME responsável pela revisão e aprovação deste produto:

Subsecretário de Inteligência Econômica e de Monitoramento de Resultados

Rodolfo Gomes Benevenuto

Coordenador-Geral de Inteligência Econômica

Diego Camargo Botassio

Coordenador-Geral de Monitoramento de Resultados

Renato Alves Morato

SUMÁRIO

SUMÁRIO	3
ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES	4
RESUMO	5
I. INTRODUÇÃO	5
II. O ESTUDO E VARIÁVEIS ANALISADAS	7
II.1 CONTEXTO HISTÓRICO-SETORIAL	7
III. O MODELO E BASE DE DADOS	8
III.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
III.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA	10
III.3 BASE DE DADOS	14
IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
IV.1 ESTATÍSTICAS DESCRIPTIVAS	17
IV.2 RESULTADOS PRINCIPAIS	17
IV.3 DISCUSSÃO	25
IV.4 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS	30
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE A: TABELAS, QUADROS E FIGURAS	34

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ABREVIACÃO	SIGNIFICADO
BIRD	Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CEM	<i>Coarsened Exact Matching</i>
CIPP	Complexo Industrial e Portuário do Pecém
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará
DAG	Directed Acyclic Graph, ou Grafo Acíclico Dirigido
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
ESTBAN	Estatística Bancária Mensal por Município, Banco Central do Brasil
EVTEA	Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental
KM	Quilômetro
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
ME	Ministério da Economia
PAM	Pesquisa Agrícola Municipal
PIB	Produto Interno Bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
PLANERH	Plano Estadual dos Recursos Hídricos, Governo do Estado do Ceará
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPM	Pesquisa Pecuária Municipal
R2	Coeficiente de Determinação
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
SARMF	Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza
SDI	Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura
SEPEC	Secretaria Especial de Produtividade e Competitividade
SIM	Sistema de Informação de Mortalidade
SINASC	Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas, Governo do Estado do Ceará

RESUMO

Este estudo estima o impacto da implantação do Eixão das Águas do Ceará sobre indicadores socioeconômicos dos municípios brasileiros. O Eixão das Águas é um conjunto de obras hídricas que realiza a transposição das águas do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) no Estado do Ceará, reforçando o abastecimento hídrico, em uma extensão de 255 quilômetros, incluindo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP). Explorando a implantação gradual e sequencial dos 5 diferentes trechos do Eixão das Águas que foram concluídos entre 2005 e 2014, este estudo utiliza o método de diferenças em diferenças do tipo *staggered*, para estimar o efeito da implantação do Eixão sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica dos municípios brasileiros para relacionar a sensibilidade das variáveis à disponibilidade d'água. As estimativas mostram que a introdução do Eixão em um município em sua zona de influência provoca um aumento da taxa de natalidade, que é derivada de uma redução da mortalidade perinatal e aumento da duração da gestação. Estimou-se que o Eixão reduz a taxa de mortalidade de recém-nascidos e das taxas de mortalidade infantil em crianças menores que 1 e que 5 anos. Tais resultados provocaram um aumento relevante da população dos municípios impactados pelo Eixão. No que tange aos efeitos sobre os indicadores econômicos, as estimativas indicam um aumento da produção pecuária, medida pelo aumento do rebanho. Contudo, não se verificou impacto nos indicadores de produção agrícola. As estimativas indicam que os efeitos ocorrem nos municípios localizados até 15 quilômetros de distância do Eixão, tendo impacto limitado nos municípios localizados entre 15 e 30 quilômetros da infraestrutura.

I. INTRODUÇÃO

O projeto designado por “Eixo de Integração Castanhão-Fortaleza” ou “Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza”, popularmente conhecido como Eixão das Águas do Ceará, realiza a integração hídrica das bacias hidrográficas do rio Jaguaribe com as bacias dos rios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Essa integração foi concretizada através da construção de uma captação no açude Castanhão e de uma adução que realizou a transposição das águas do rio Jaguaribe para a RMF, terminando no sistema de açudes das Bacias Metropolitanas (açudes Pacajús-Pacoti-Riachão-Gavião).

Como objetivo principal, além do atendimento das demandas hídricas humanas e industriais da RMF, a transposição permite o reforço da alimentação de diversos projetos de irrigação existentes ou a implementar ao longo do traçado da adução (SHR, *sine die*). De acordo com o Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) (SHR, *sine die*, p. 1-2):

O Sistema Adutor Castanhão-RMF tem seu início imediatamente a jusante da barragem do Açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório. A transposição é então realizada até o Açude Pacoti, reservatório integrante do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza (SARMF). O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 200 km. O projeto inclui ainda a ampliação da capacidade do sistema hidráulico de ligação entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião.

O sistema possui vazão máxima de dimensionamento igual a 22,0 m³/s, dos quais 14,3 m³/s, em média, destinam-se ao abastecimento da RMF, podendo atingir o máximo de 19,0 m³/s transferidos para a RMF. O projeto foi concebido de modo a lidar com as demandas hídricas previstas para um horizonte mínimo de 30 anos. A estrutura foi implantada e concluída de forma faseada, em 5 diferentes trechos, sendo o primeiro inaugurado em 2005 e o último em 2014.

Explorando a implantação gradual e sequencial dos 5 diferentes trechos do Eixão das Águas, utiliza-se como método a técnica de diferenças em diferenças do tipo *staggered*, para estimar o efeito sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica dos municípios brasileiros mais sensíveis à disponibilidade de água. Municípios localizados em até 30 quilômetros de distância do Eixão foram definidos como grupo de tratamento e os municípios localizados entre 50 e 75 quilômetros de distância do Eixão foram definidos como grupo de controle.

Segundo o estudo seminal de Rocha e Soares (2015), que analisam de modo claro e pioneiro os efeitos da disponibilidade de água sobre saúde pública, estimou-se o impacto do Eixão das Águas nos seguintes indicadores de saúde: a taxa de natalidade, taxa de mortalidade perinatal, gestação maior de 36 semanas, taxa de mortalidade neonatal, precoce e tardia, e a taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano e até 5 anos). No que tange aos indicadores de atividade econômica, estimou-se o impacto em indicadores de produção agropecuária, tais como a área plantada e colhida, valor da produção agrícola, tamanho do rebanho e PIB municipal.

A análise mostra que os municípios controles possuem tendência similares aos tratados antes da implementação do Eixão, o que sugere que o pré-requisito de tendência paralela prévia em modelos do tipo diferenças-em-diferenças é satisfeita. Ainda, os resultados se mostram robustos a diferentes esquemas de clusterização dos erros (clusterização por municípios ou trecho do Eixão), ou considerando uma amostra que contenha apenas municípios tratados e controles que sejam semelhantes no período de 2000 a 2004 (período pré-implantação de qualquer trecho do Eixão das Águas), conforme técnicas usuais de pareamento.

As análises das magnitudes dos efeitos estimados revelam que os impactos são relevantes nos indicadores de saúde. Por exemplo, a implantação do Eixão das Águas em um município localizado em até 15 quilômetros de distância de tal infraestrutura faz com que, em média, ocorra uma elevação de 11% da taxa de natalidade do município em relação ao período anterior a implantação do Eixão ao longo do período tratado, o que corresponde em média a uma elevação de 1,2% da taxa de natalidade por ano. Ainda, o Eixão das Águas provocou uma elevação de 29% da proporção de gestantes com gestação maior de 36 semanas, e uma redução de 14% na taxa de mortalidade perinatal. Sobre as taxas de mortalidade pós-nascimento, as estimativas mostram que a implantação do Eixão das Águas provocou uma redução de 37%, 34%, 21% e 19%, respectivamente, das taxas de mortalidade neonatal precoce, tardia, infantil de menos de 1 ano e infantil de menos de 5 anos, em municípios localizados em até 15 quilômetros de distância do Eixão. Ademais, os resultados mostram que a população do município localizado em até 15 quilômetros de distância do Eixão aumentou, em média, 10% em relação ao período pré-Eixão, o que corresponde em média a um aumento de 1,2% da população por ano.

Os resultados também mostram que as magnitudes dos efeitos estimados são relevantes nos indicadores econômicos para os municípios localizados em até 30 quilômetros de distância do Eixão. Por exemplo, a implantação do Eixão faz com que, em média, ocorra um aumento de 26% e 23%, do efetivo de rebanho total e do efetivo de rebanho (cinco maiores tipos de rebanho), respectivamente. Tais indicadores indicam elevação em média de 2,9% e 2,6% por ano do efetivo de rebanho total e do efetivo de rebanho (cinco maiores),

respectivamente. Ainda, a implantação do Eixão em um município sob sua zona de influência faz com que, em média, ocorra um aumento de 17% do PIB real do município, o que equivale a um aumento do PIB municipal em 1,9% por ano.

II. O ESTUDO E VARIÁVEIS ANALISADAS

II.1 CONTEXTO HISTÓRICO-SETORIAL

A seca na região Nordeste é um problema que gera expressivos prejuízos para a população desde o início do povoamento dessa região. No Ceará, os primeiros relatos datam de 1583, afetando plantações de mandioca e canaviais e engenhos de açúcar, com ocorrência de fome. Há registros recorrentes ao longo dos séculos subsequentes (RABELO, 2017). No primeiro relato de grande seca, em 1792, com chuvas escassas em 1791 e quase nulas no ano seguinte, segundo Rabelo (2017), faleceu cerca de um terço da população do sertão. Desde o século XIX a seca é causa de emigração da população do interior para as regiões como a capital Fortaleza, com consequente agravamento da miséria e da violência, além de surtos epidêmicos de diversas doenças.

A construção de açudes e de canais é parte da estratégia do Ceará quanto ao tema das secas¹. No século passado foram construídos 92 açudes. Dentre os canais hídricos mais importantes do estado², estão o Canal da Integração e o Eixão das Águas. O primeiro, construído no ano de 1993, motivado pela seca desse mesmo ano, captando as águas do açude Orós e transponde as águas da bacia do Jaguaribe, é responsável por garantir o abastecimento da região metropolitana de Fortaleza. O canal possui 113 km de extensão e conduz água a uma vazão de 6 m³/s. Com a mesma proposição, o Eixão das Águas foi concluído em cinco trechos, com finalização no ano de 2014. Já este último canal possui extensão de 225 km e conduz uma vazão de 22 m³/s. Importante citar que os dois canais possuem grande importância para o abastecimento da capital do estado, mas não ajudam no combate à seca na região do sertão.

O Eixão das Águas é composto, em linhas gerais, por uma estação de bombeamento, canais, adutoras, sifões e túnel. Além de mitigar os problemas de escassez hídrica para as regiões urbanas, o canal também proporciona água para projetos de irrigação agrícola, tal como, no caso do projeto Chapadão de Russas, proporcionando irrigação de uma área de 10.000 ha com produção agrícola.

As fontes de financiamento para implantação do projeto do Eixão das Águas incluem recursos advindos do Governo do Estado do Ceará, do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), antigo Ministério de Integração Nacional (atual

¹ O governo estadual criou estruturas voltadas ao tema. Em 1987, foi criada a Secretaria de Recursos Hídricos (SRH), conjuntamente com a Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), instituições que se consolidaram como principais órgãos executores de planos e obras hidráulicas do Ceará. Em 1991, foi divulgado o Plano Estadual dos Recursos Hídricos (PLANERH) e em 1992 foi promulgada a Lei Estadual dos Recursos Hídricos. Em 1993, foi criada a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), que passou a ser a empresa estatal para o setor de segurança hídrica do estado (RABELO, 2017).

² Além dos projetos citados, no estado há também o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), o qual foi compatibilizado com o projeto do Cinturão das Águas do Ceará, que engloba o próprio projeto do Eixão. Esse projeto objetiva captar água do rio São Francisco para todas as macrobacias hidrográficas do estado. Esse sistema de captação tem extensão de 1.300 Km de comprimento, quase totalmente sem a necessidade de bombeamento, isto é, com trechos em canais, obras de travessia de talvegues, com a elevações topográficas ultrapassadas com a utilização de sifões, aquedutos e túneis.

Ministério de Desenvolvimento Regional, MDR) e Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD).

III. O MODELO E BASE DE DADOS

III.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Rocha e Soares (2015), aproximadamente um terço da população dos países em desenvolvimento vive em regiões áridas e semiáridas, enfrentando dificuldades para ter acesso aos recursos hídricos, sendo que os efeitos da escassez de oferta de água ficam mais acentuados diante das mudanças climáticas.

De modo a avaliar os efeitos da escassez de água em indicadores de saúde, os autores verificam como a variação dos índices pluviométricos impacta a gestação das mulheres que vivem na região do semiárido brasileiro, bem como, a saúde das crianças ao nascerem. Os resultados desse estudo mostram que choques negativos derivados de acentuada redução dos índices pluviométricos na região do semiárido estão fortemente correlacionados com a elevação da mortalidade infantil, menor peso das crianças ao nascerem e períodos de gestação mais curtos. Os efeitos dessa escassez de água sobre as crianças se manifestam em infecções intestinais, além de um quadro de acentuada desnutrição, sendo que esses efeitos sobre a população infantil são fortemente minimizados quando a população local tem acesso a infraestrutura de cobertura municipal de água encanada e saneamento básico. Também, é necessário realçar que os efeitos da escassez de água sobre as mulheres grávidas são mais intensos no decorrer do período fetal, mais precisamente, no segundo trimestre de gestação, além do aumento da mortalidade após o nascimento e em crianças que nasceram durante o período das secas.

Em outro estudo sobre impacto em indicadores de saúde, Jalan e Ravallion (2003) avaliaram os impactos dos investimentos públicos sobre a saúde da população infantil. Dentro as hipóteses, os autores buscam verificar como o acesso à água de qualidade pode ser ambígua, uma vez que os resultados dos investimentos estão atrelados aos insumos fornecidos pelos pais às crianças. Em outras palavras, os autores buscam verificar como o ambiente familiar assume grande relevância para que esses investimentos públicos em infraestrutura sejam bem-sucedidos, tanto socialmente quanto economicamente. Como técnica, os autores utilizaram o método de *propensity score matching* para determinar que a prevalência e a duração da diarreia entre crianças menores de cinco anos no segmento rural da Índia são significativamente menores, na média, para famílias com água encanada do que para residências idênticas sem água encanada.

Os resultados indicam que os ganhos em saúde não levam em consideração as crianças de famílias pobres, em especial, quando o nível de instrução das mães é baixo. Portanto, os autores afirmam a importância em combinar investimentos em infraestrutura para facilitar o acesso aos recursos hídricos de boa qualidade, associados a políticas públicas para disseminar o conhecimento de saúde pública entre as famílias de baixa renda, em especial para as gestantes e mães de crianças, além de políticas públicas no sentido de reduzir o nível de pobreza nas áreas rurais.

Duflo e Pande (2007), analisaram a produtividade e os efeitos distributivos advindos de projetos de irrigação de grande escala com base em barragens na Índia. Utilizando o método de variáveis instrumentais, as estimativas mostram que o gradiente do rio impacta

a adequação de um determinado distrito para a implementação de barragem(ns). Conforme esses dois autores, nos distritos situados a jusante de barragem(ns), ocorrem dois efeitos. Em primeiro lugar, observa-se a elevação da produção agrícola, e, consequentemente, elevação da sua produtividade. Em segundo lugar, a existência da(s) barragem(ns), atenua(m) os efeitos de choques decorrentes de expressivas variações relacionadas com precipitações pluviométricas.

Segundo os autores, no distrito em que a barragem está localizada, os efeitos sobre a produção agrícola são reduzidos, porém, aumenta a volatilidade da sua produção agrícola. Também, observou-se que a pobreza no campo, diminui nos distritos localizados à jusante das barragens. Esse resultado, sugere que nem os mercados, nem as instituições estatais, atenuaram os impactos distributivos negativos relativos à construção de barragens. Assim, como conclusão do estudo, os autores afirmam que nas áreas onde a estrutura é dependente de vantagens relacionadas a fatores políticos e econômicos, a construção de grandes barragens está correlacionada com o aumento da pobreza. Portanto, os efeitos da distribuição de renda advinda dos grandes projetos para a construção de barragens dependem diretamente da qualidade das instituições envolvidas nesses projetos. Em outras palavras, os grandes projetos dependem da consistência das políticas públicas na área de segurança hídrica.

Benevenuto et al. (2019), analisaram a questão de segurança hídrica envolvendo as dificuldades de acesso das famílias de baixa renda aos serviços de saúde na região Nordeste do Brasil. Somente a região Nordeste contém 63% da população do Brasil que está na faixa de extrema pobreza, sendo que, 57% residem em áreas rurais. Diante da escassez de informações georreferenciadas, os autores propuseram uma variável proxy para rastrear a localização geográfica das famílias de baixa renda.

O método consiste em apurar um conjunto de dados contendo a localização de 493.659 cisternas fornecidas pelo Governo Federal aos domicílios de baixa renda na região Nordeste, sendo que esse método é avaliado em termos de precisão com base na distância Euclidiana a centros de saúde, envolvendo as unidades de atenção primária, atendimento de emergência e hospitais.

Os resultados mostraram que em relação a acessibilidade aos serviços de saúde pela população de baixa renda, 53,5% dessa população reside a mais de 5 km da unidade de saúde básica mais próxima. Outro resultado mostrou que 60% da população reside a uma distância superior a 10km de atendimento de unidades de saúde de maior complexidade, tais como, hospitais e unidades de atendimento de emergência.

O artigo de Demerdash et al. (2022) introduz um novo conceito de segurança hídrica: o Índice baseado na Qualidade de Segurança da Água de Irrigação. Por meio desse conceito, a segurança da água de irrigação é apresentada com base na quantidade e qualidade. Foi avaliado o efeito dos parâmetros de qualidade da água na produtividade agrícola, na deterioração do solo e na saúde pública. A probabilidade de dano foi utilizada na análise e avaliação de risco. O índice desenvolvido foi aplicado para avaliar o sistema de irrigação egípcio, redução de 10% na oferta do Nilo e quatro cenários de adaptação como exemplo ilustrativo. A condição egípcia atual e a redução de 10% do Nilo mostraram fatores de insegurança hídrica. Como solução, os autores mostram que a ampliação da drenagem e do tratamento de água de esgoto podem melhorar o índice desenvolvido para altos níveis de segurança, ressaltando a importância do tratamento da água de drenagem para alcançar um alto nível sustentável de segurança hídrica.

O estudo de Mwaura et al. (2022) estimou o índice de pobreza hídrica e o índice de segurança hídrica domiciliar em dados transversais de 652 domicílios selecionados aleatoriamente entre oito subáreas da área de captação norte do Alto Ewaso Ng'iro no Quênia. O impacto da segurança hídrica na renda domiciliar por adulto e a prevalência de doenças transmitidas pela água foram avaliados utilizando-se modelos de mínimos quadrados ordinários e de regressão de Poisson, respectivamente. Os resultados do Índice de Pobreza Hídrica revelaram que as subáreas de Sirimon e Ewaso Narok enfrentam um estresse agudo da água, enquanto as demais enfrentam um estresse hídrico moderado. Os resultados mostraram que a melhoria da segurança hídrica pode oferecer benefícios assistenciais às famílias por meio de incrementos na renda familiar e redução da prevalência de doenças transmitidas pela água. A partir dos achados, os autores mostram que a melhoria da segurança hídrica pode oferecer soluções econômicas e de saúde para alguns dos problemas do país, incluindo o alívio da pobreza e redução de gastos orçamentários do governo com doenças transmissíveis e não transmissíveis relacionadas à água.

O estudo de Bosire et al. (2022) avalia o impacto da mudança na produção de carne e leite no uso de recursos naturais no Quênia em três cenários plausíveis de desenvolvimento socioeconômico. O modelo utilizado estima os parâmetros de produção de bovinos, ovinos, caprinos e camelos para carne e leite. Como variáveis, os autores utilizam cálculos da pegada hídrica e da pegada da terra como indicadores de uso de recursos para quantificar a apropriação antecipada de recursos hídricos e terrestres para a produção e comércio de carne e leite até 2040. Ao quantificar a produtividade da água e da terra em sistemas de produção heterogêneos, os autores contribuem para o entendimento das implicações de estratégias destinadas a aumentar a produção agrícola e pecuária doméstica.

III.2 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

De forma a avaliar as diversas dimensões de impacto do Eixão das Águas do Ceará em indicadores socioeconômicos, este trabalho visa avaliar a implementação gradual e sequencial do projeto.

Mais precisamente, o trecho 1 foi inaugurado em 2005 e liga o açude Castanhão à barragem Curral Velho, em Morada Nova, possuindo 55 quilômetros de extensão. O trecho 2 foi inaugurado em março de 2009, possui 45,9 quilômetros de distância e liga o açude Curral Velho até a Serra do Félix, distrito de Beberibe. O trecho 3 também foi inaugurado em março de 2009, possui 66,3 quilômetros de extensão e liga a Serra do Félix até o açude Pacajus. O trecho 4 foi inaugurado em outubro de 2012 e passa pelos municípios de Pacajus, Cascavel, Horizonte, Itaitinga e Pacatuba, integrando os trechos 1, 2 e 3 do Eixão das Águas. Por fim, o trecho 5 foi inaugurado em março de 2014, está localizado entre o Açude Gavião e o Porto de Pecém.

Este tipo de implantação faseada constitui um ambiente ideal para a implementação de uma estratégia de identificação causal denominada método de diferenças em diferenças do tipo *staggered*, sumarizados em Abadie e Cattaneo (2018) e Goodman-Bacon (2018).

A rigor, um modelo de estimação por diferença-em-diferenças do tipo *standard* procura comparar unidades tratadas e unidades controles antes e depois do tratamento. Com isso, é possível recuperar o efeito médio do tratamento sobre tratados. Como o modelo precisa de ao menos dois períodos de análise, faz-se uso da estrutura de dados em painel para controlar por fatores não observáveis que possam afetar os resultados (Abadie e Cattaneo,

2018). Já em um modelo diferenças-em-diferenças do tipo *staggered*, todas as unidades são tratadas em algum instante, mas em momentos distintos. Assim, o que se avalia é a diferença na trajetória de indicadores enquanto uns são tratados e outros, não (Goodman-Bacon, 2018)³.

A aplicação direta do método de diferenças em diferenças do tipo *staggered* na estimativa dos impactos do Eixo das Águas nos municípios do Ceará faz com que todos os municípios por onde passa o Eixo ou sob sua zona de influência sejam tratados em algum instante. Assim, grosso modo, os municípios na zona de influência dos trechos iniciais do Eixo nos 2000 seriam unidades tratadas, e os municípios na zona de influência dos trechos mais recentes do Eixo seriam unidades controles até o momento em que esses trechos foram implantados.

Contudo, existem apenas 13 municípios por onde passa o Eixo das Águas⁴. Considerando os municípios na área de influência, a amostra de municípios impactados também é pequena. Por exemplo, existem 17 municípios localizados a 15 quilômetros de distância do Eixo, e 28 municípios localizados a 30 quilômetros de distância do Eixo. Esse limitado número de unidades analisadas é um problema para as estimativas econômicas, tendo em vista que podem gerar testes com baixo poder estatístico e validade externa limitada. Ademais, em virtude da heterogeneidade entre os municípios por onde passa o Eixo, ou sob sua zona de influência, tais municípios podem não ser comparáveis entre si. Portanto, os municípios controles (municípios que receberam o Eixo das Águas nos anos posteriores) poderão não ser bons contrafactuals para os municípios tratados (municípios que receberam o Eixo das Águas no início da amostra em 2005).

Em virtude disso, nesse estudo adaptou-se o método de diferenças-em-diferenças do tipo *staggered* com objetivo de encontrar um grupo de municípios de controle que seja comparável ao grupo de municípios tratados. Essa adaptação ocorreu em duas etapas. A primeira foi a definição de um grupo de municípios tratados composto por municípios que estão na zona de influência do Eixo, mas não se limita aos municípios por onde passa a infraestrutura. A segunda adaptação foi a definição de um grupo de municípios controles que é composto por municípios comparáveis aos municípios tratados, e que não estão na zona de influência do Eixo. Seguindo tal lógica, criou-se um grupo de tratamento que é composto pelos municípios com até 15 quilômetros do Eixo. Segundo EVTEA, tais municípios são considerados próximos e sob influência ao Eixo. Para avaliar o grau de sensibilidade dos resultados, também se considerou os municípios com até 30 quilômetros do Eixo como tratados. No que diz respeito ao grupo, o mesmo é constituído pelos

³ A rigor, num modelo do tipo diferenças-em-diferenças do tipo *staggered* clássico, todas as unidades são tratadas em algum instante do tempo ao longo do período analisado. Contudo, existe uma versão ampliada do modelo de diferenças-em-diferenças do tipo *staggered* na qual são incluídas na amostra unidades que não são tratadas ao longo de todo o período analisado. Como será descrito abaixo, essa será a abordagem utilizada nesse estudo. Os benefícios dessa abordagem ampliada encontram-se nos parágrafos que se seguem.

⁴ Com base nas informações obtidas sobre o Eixo das águas do Ceará foi possível identificar que o Eixo das Águas passa pelos municípios de Alto Santo, Jaguariaba, Morada Nova, Ibicuitinga, Russas, Limoeiro do Norte, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajus, Horizonte, Itaitinga, Pacatuba, Maranguape, Maracanaú, Caucaia, Fortaleza e São Gonçalo do Amarante.

municípios entre 50 e 75 quilômetros do Eixão, portanto mais distantes dessa infraestrutura⁵.

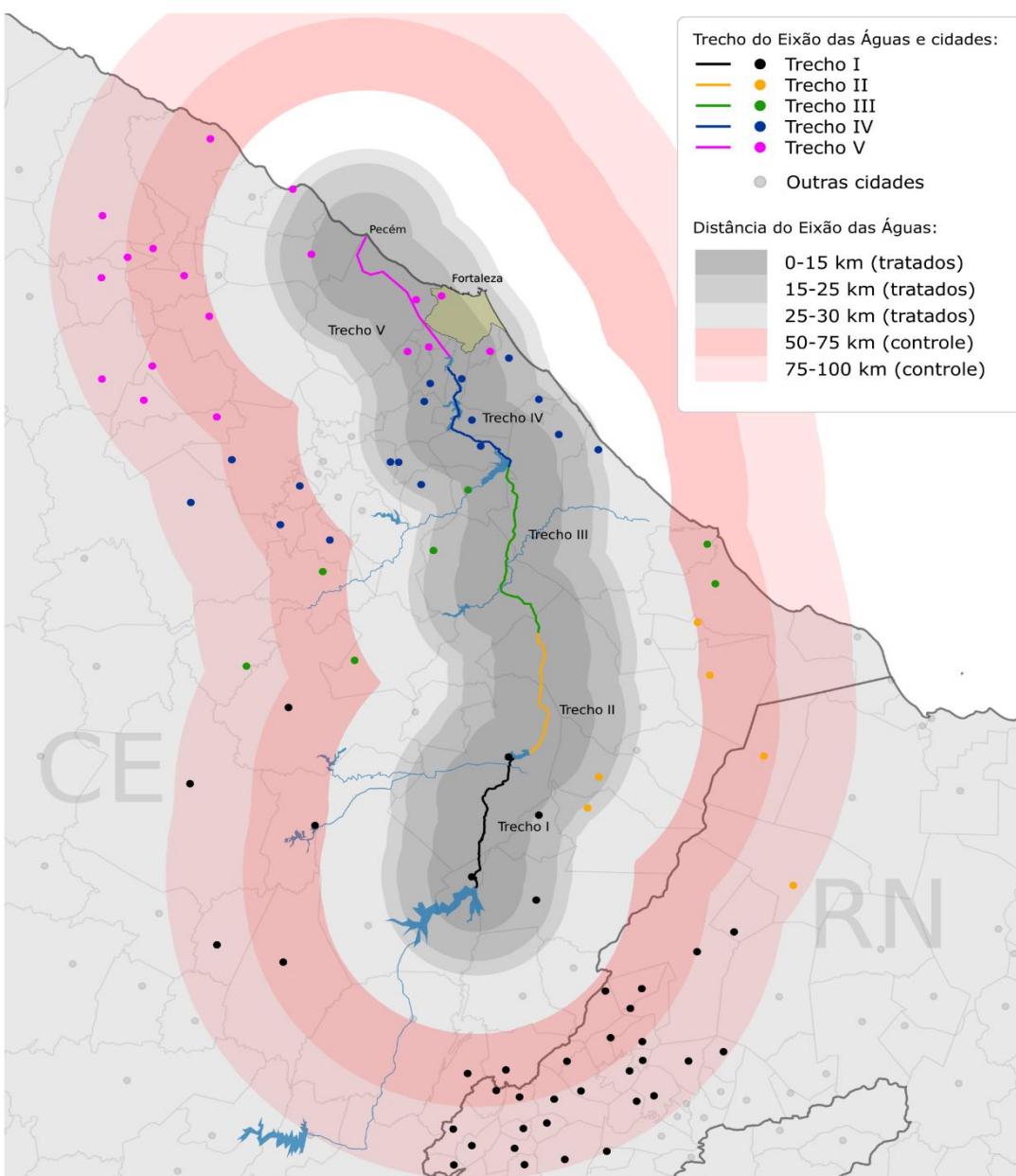
A ideia é que os municípios mais próximos ao Eixão tendem a ter um comportamento similar ao dos seus vizinhos localizados não tão perto do Eixão antes da implantação de tal infraestrutura. Note que, num contexto de estimação de um modelo de diferenças-em-diferenças, o que se busca são municípios controles que possuam tendências similares aos tratados antes da implementação do Eixão, e entende-se que a proximidade geográfica permita que isso aconteça. Por outro lado, é necessário que o grupo de controle não seja afetado pelo Eixão, por isso os municípios controles estão localizados entre 50 e 75 quilômetros do Eixão⁶.

A Figura 1 apresenta o mapa georeferenciado do Eixão das Águas do Ceará. Nele encontram-se os diferentes trechos do Eixão, o quais estão identificados com cores diferentes. As zonas cinzentas representam as faixas de localização dos municípios tratados (impactados pelo Eixão). A faixa cinzenta mais escura destaca a região com 15 quilômetros de distância do Eixão. A faixa seguinte destaca a região entre 15 e 25 quilômetros de distância do Eixão. A faixa em cinza claro destaca a região entre 25 e 30 quilômetros de distância do Eixão. As zonas em vermelho representam as faixas de localização dos municípios controle (não impactados pelo Eixão). A faixa em vermelho escuro destaca a região entre 50 e 75 quilômetros de distância do Eixão. A faixa em vermelho claro destaca a região entre 75 e 100 quilômetros de distância do Eixão. Os pontos no mapa representam os municípios analisados (seja como tratado ou controle). As cores dos municípios-pontos indicam qual é trecho do Eixão mais próximo.

⁵ Optou-se por um grupo tratado que vai além dos municípios por onde passa o Eixão por dois motivos. Primeiramente, o EVTA do Eixão das Águas do Ceará informa que área de influência do Eixão é de 50 quilômetros. Portanto, o seu impacto não se limita a município por onde passa o Eixão.

⁶ Neste trabalho é realizado um teste de tendência paralela prévia para avaliar estatisticamente se os municípios controles possuam tendência similar aos tratados antes da implementação do Eixão.

FIGURA 1 – MAPA GEOREFERENCIADO DO EIXÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ: TRECHOS, MUNICÍPIOS TRATADOS E MUNICÍPIOS CONTROLE



Fonte: elaboração própria.

Após terem sido definidos os municípios tratados e controle segundo o procedimento acima, é estimada a seguinte equação:

$$Y_{ijt} = \alpha_i + \kappa_j + \delta_t + \beta_1 Conclusão\ do\ Eixão_{ijt} + \varepsilon_{ijt}, \quad (1)$$

na qual Y_{ijt} é a variável de resultado do município i , situado na área de influência do Trecho j do Eixão, no tempo t . As variáveis de resultados analisadas são indicadores de saúde (taxa de natalidade, mortalidade perinatal, natal e infantil) e indicadores de atividade econômica (produção agropecuária e PIB). A variável $Conclusão\ do\ Eixão_{ijt}$ é uma variável binária que é igual a 1 para os municípios tratados na área de influência do Trecho j do Eixão após a conclusão do Trecho j do Eixão, e zero caso contrário. O coeficiente β_1 corresponde ao efeito do Eixão sobre a variável de resultado. Os termos α_i , κ_j e δ_t são, respectivamente efeitos fixos de município (isto é, variável binária de município), efeitos

fixos de trecho do Eixão (igual a 1 se o município i pertence à Trecho j do Eixão, e 0 caso contrário), e efeitos fixos de ano. O termo errático ε_{ijt} possui média zero.

Por fim, vale notar que na equação (1), a inclusão do efeito fixo de trecho do Eixão κ_j tem papel importante nas estimativas, uma vez que garante que sejam comparados tratados e controle dentro da área de influência de um mesmo trecho do Eixão (isto é, β_1 é um efeito intra-trecho do Eixão).

Note também que os coeficientes β_1 referem-se aos efeitos ao longo do período que os municípios foram tratados. Portanto, para se obter o efeito por ano, devem-se dividir o efeito estimado pelo número de anos tratados. O coeficiente β_1 deve ser dividido por 9 anos, que corresponde ao número de anos em média, com base na amostra desse estudo, que um município se beneficiou do Eixão das Águas do Ceará.

Esse estudo também avalia se a implantação do Eixão das Águas gera importantes efeitos de transbordamento nos municípios na área de influência do Eixão, porém localizados mais distantes. Para isso, foram estimados os efeitos da implantação do Eixão conforme equação (1) para o seguinte grupo de tratados: municípios localizados entre 15 e 30 quilômetros de distância do Eixão. Nessas estimativas, foi mantido como grupo de controle os municípios localizados entre 50 e 75 quilômetros de distância do Eixão.

Por fim, para avaliar estatisticamente se os municípios controles possuem tendência similares aos tratados antes da implementação do Eixão, é estimado uma variante do modelo econômétrico descrito na equação (1) que permite a realização de um teste estatístico de tendência paralela prévia dos municípios do grupo tratado e controle.

O modelo estimado para avaliar se os municípios controles possuem tendência similares aos tratados antes da implementação do Eixão é descrito na seguinte equação:

$$Y_{ijt} = \alpha_i + \kappa_j + \delta_t + \sum_{\tau=-4}^0 \beta_{\tau-1} ConclusãoEixão_{ij(t-\tau-1)} + \varepsilon_{ijt}, \quad (2)$$

na qual a variável $ConclusãoEixão_{ij(t-\tau-1)}$ é igual a 1 para os municípios tratados na área de influência do Trecho j do Eixão no ano $\tau - 1$ antes da real implementação do Trecho j do Eixão. Assim, o coeficiente $\beta_{\tau-1}$ corresponde ao efeito do Eixão sobre a variável de resultado $\tau - 1$ anos antes da real implementação do Trecho j do Eixão. Se os municípios controles possuem tendências similares aos tratados antes da implementação do Eixão, então os coeficientes estimados $\beta_{-1}, \beta_{-2}, \beta_{-3}, \beta_{-4}$ e β_{-5} serão estatisticamente não significativos. Isto significa que as variáveis de resultados não eram diferentes entre os grupos de controle e tratamento nos anos antes da real implementação do Eixão. As demais variáveis descritas na equação (2) foram descritas na equação (1).

III.3 BASE DE DADOS

III.3.1 FONTE DE DADOS E VARIÁVEIS

Os dados referentes ao Eixão das Águas do Ceará foram obtidos do EVTEA do projeto. Desta base foi extraída a localização dos municípios em que a obra foi realizada, a localização dos trechos em que foi determinada a operação das obras e a data de conclusão das obras por trecho. Com essas informações foi possível criar georreferenciar toda a trajetória do Eixão das Águas do Ceará.

Como base nesse conjunto de dados, criou-se os grupos de tratamento, os quais são compostos pelos municípios mais próximos (entre 0 a 15 quilômetros, entre 0 e 30

quilômetros) do Eixão e, portanto, impactados por ele; e o grupo de controle, que é constituído pelos municípios mais distantes (entre 50 e 75 quilômetros) do Eixão – conforme descrito anteriormente na apresentação do modelo econométrico. A título ilustrativo, com base na amostra desse estudo, um município se beneficiou do Eixão das Águas do Ceará em média por 9 anos.

No que se refere as variáveis dependentes, os indicadores de saúde analisados foram: taxa de natalidade, taxa de mortalidade perinatal, gestação maior de 36 semanas, gestação menor de 32 semanas, taxa mortalidade de neonatal precoce, taxa mortalidade de neonatal tardia, taxa de mortalidade infantil - menos de 1 ano, taxa de mortalidade infantil - menos de 5 anos e o tamanho da população. Esses dados foram obtidos do DATASUS para os anos de 2000 a 2019 da base Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) e do Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) (DATASUS, 2022). Essas variáveis são retratadas no Apêndice. As variáveis de saúde foram escolhidas e analisadas seguindo o estudo de Rocha e Soares (2015) que demonstra os benefícios da água na saúde em termos de natalidade, gestação e mortalidade infantil na região nordeste do Brasil.

No que se refere a atividade econômica, foram analisadas as atividades econômicas que possuem a água como um insumo essencial: Atividade Agropecuária. Para tanto, os indicadores de crescimento econômico analisados foram: área colhida, área plantada, valor da produção agrícola, tamanho do rebanho, rebanho (cinco maiores). para identificar se houve um efeito agregado da atividade econômica, analisou-se também o produto interno bruto – PIB municipal. Os dados agrícolas foram extraídos da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para os anos de 2000 a 2010 (IBGE, 2022). Os dados pecuários foram obtidos da Pesquisa Pecuária Municipal (PPM) do IBGE para os anos de 2000 a 2020 (IBGE, 2022). E os dados do PIB foram extraídos do IBGE para os anos de 2000 a 2018 (IBGE, 2022). As variáveis são declaradas no apêndice, nas tabelas suplementares.

III.3.2 AMOSTRA DE DADOS

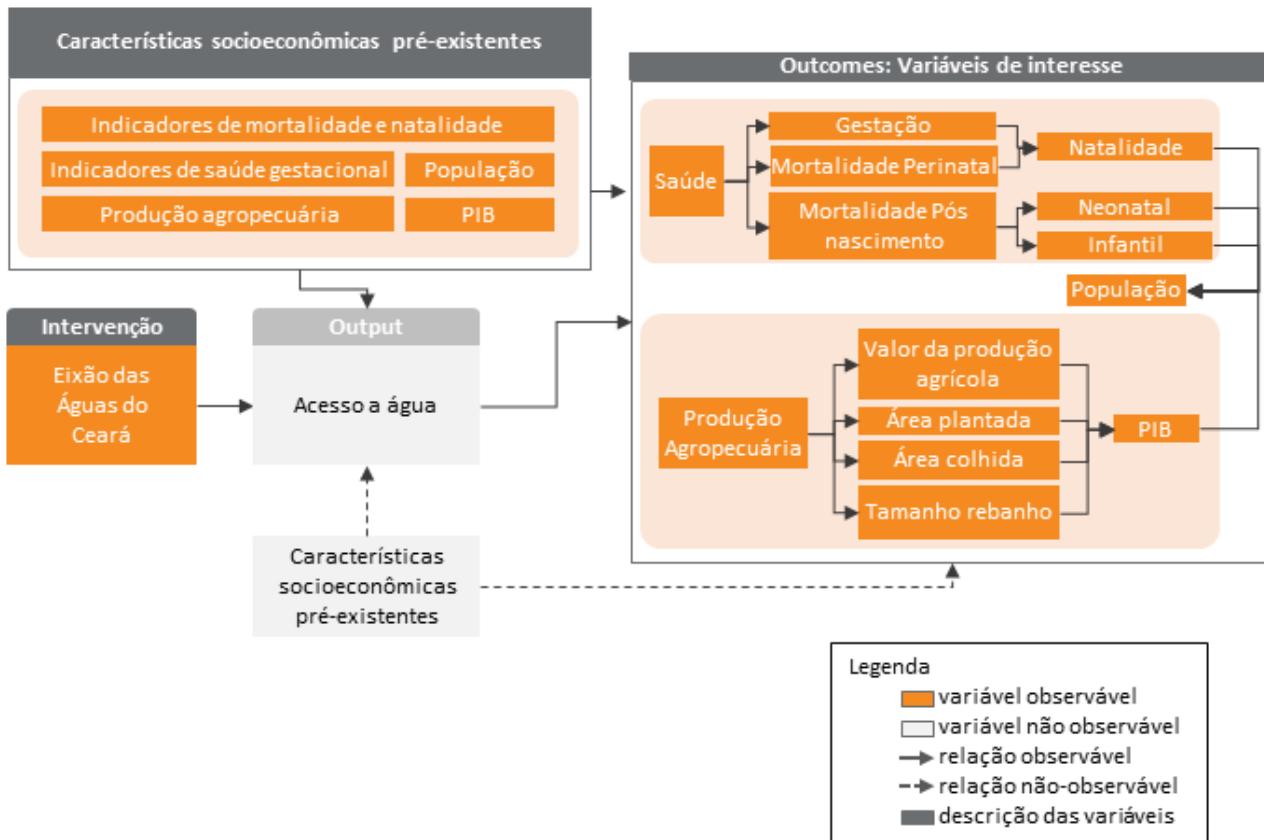
Para este estudo foram considerados duas amostras principais para analisar o efeito do acesso a água do Eixão e uma terceira amostra para estimar o efeito de transbordamento desse acesso. A primeira amostra contém os municípios do grupo tratado que estão localizados entre de 0 quilômetros a 15 quilômetros do trecho mais próximo do Eixão. Para os municípios do grupo de controle foram considerados os localizados a uma distância de 50 quilômetros a 75 quilômetros. Estes municípios tendem a não ser afetados pelo Eixão, uma vez que EVTEA do Eixão das Águas do Ceará informa que a área de influência do Eixão é de 50 quilômetros. Ademais, esses tendem a ter uma evolução de seus indicadores socioeconômico semelhante a evolução de tais indicadores para os municípios tratados antes do tratamento (implantação do Eixão das Águas), uma hipótese que será testada mais adiante.

A segunda amostra considera como tratados os municípios localizados de 0 quilômetros a 30 quilômetros do Eixão das Águas, e como grupo de controle também os municípios localizados a uma distância de 50 quilômetros a 75 quilômetros da construção. Outras amostras com grupo de controle mais distantes foram analisadas, mas devido a não identificação de efeitos da construção da referida obra não foram inseridos no estudo.

A terceira amostra refere-se a base de dados para analisar o efeito de transbordamento do acesso a água pela obra do Eixão das Águas, em que considera como grupo tratado apenas

os municípios localizados na distância de 15 quilômetros a 30 quilômetros do Eixão. Tal como nas amostras anteriores, grupo de controle será composto pelos municípios localizados de 50 a 75 quilômetros distância da mencionada obra.

FIGURA 2 – GRAFO ACÍCLICO DIRIGIDO (DAG – DIRECTED ACYCLIC GRAPH) PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO DO EIXÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ



Fonte: elaboração própria.

A Figura 2 apresenta o Grafo Acíclico Dirigido (DAG) que visa mapear o canal causal entre o Eixão das Águas do Ceará, no que tange a provisão de água em regiões do semiárido cearense e as variáveis de interesse, tendo em vista a estratégia empírica adotada nesse estudo e as características observadas e não observadas dos municípios que podem afetar as variáveis de interesse (selecionadas com base na literatura existente).

A DAG informa que, conforme a literatura existente (ROCHA E SOARES, 2015; BENEVENUTO et al., 2019), o acesso à água, proporcionado pela criação do Eixão das Águas, pode afetar as variáveis de interesse de indicadores de saúde gestacional e infantil como duração da gestação, mortalidade perinatal, neo-natal e infantil, que por sua vez afetam a taxa de natalidade e mortalidade, e consequentemente o nível populacional. Com relação à provisão de água permitida pelo Eixão das águas o impacto na produção agropecuária (DEMERDASH et al. (2022) i.e., valor da produção agrícola, tamanho da área plantada e colhida, e o tamanho dos rebanhos), que por sua vez afetam a atividade econômica (medida pelo PIB), e consequentemente o nível populacional os municípios beneficiados pelo Eixão.

A literatura relacionada (MWAURA et al., 2022; BOSIRE et al., 2022), porém, também aponta que características observáveis pré-existentes dos municípios, tais como os seus indicadores de mortalidade (perinatal, neo-natal e infantil) e de natalidade, saúde gestacional (i.e., duração da gestação), produção agropecuária, PIB e população também afetam a dinâmica das variáveis de interesse. Tal literatura também indica que

características não-observáveis também podem afetar as variáveis de interesse (DUFLO e PANDE, 2007), entre elas outras políticas públicas no estado do Ceará que possam ter afetado as variáveis de interesse. Tais relações e canais, descritas na DAG da Figura 2 impõem a priori um desafio para estimação do efeito causal do Eixão das Águas sobre as variáveis de interesse, uma vez que existem efeitos potencialmente confundidores observáveis e não-observáveis (*backdoor path*). Para obter estimadores de efeito causal do Eixão das águas sobre as variáveis de interesse, emprega-o método de diferenças-em-diferenças com a análise de tendência paralela prévia. A análise de tendência paralela prévia garante que os municípios tratados e controles sejam semelhantes nos observáveis antes da implantação do Eixão. Isso irá assegurar que qualquer diferença que venha existir entre tratados e controles no período após o Eixão não será fruto de diferenças pré-existentes entre municípios que receberam ou não o programa Eixão. O método de diferenças-em-diferenças irá garantir que, mesmo existindo diferenças não-observáveis entre municípios tratados e controles, o estimador de efeito causal do Eixão das Águas sobre as variáveis de interesse proposto nesse estudo é um estimador não viesado.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1 ESTATÍSTICAS DESCRIPTIVAS

As tabelas A2 e A3 do apêndice apresentam as estatísticas descritivas para as duas principais amostras do modelo. Os resultados médios são bastante semelhantes entre as duas amostras para a maioria das variáveis. Dentre as variáveis analisadas, destacam-se a taxa de mortalidade perinatal de 21,25, taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano) de quase 11 e taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos) de 20,05 na amostra dos municípios tratados localizados entre 0 a 15 quilômetros e controle contendo os municípios localizados entre 50 a 75 quilômetros (apêndice A2). Na amostra dos municípios tratados localizados entre 0 a 30 quilômetros e controle contendo os municípios localizados entre 50 a 75 quilômetros, a taxa de mortalidade perinatal média foi de 20,72, taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano) média de quase 17 e taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos) média de menos de 20 (apêndice A3).

IV.2 RESULTADOS PRINCIPAIS

A tabela 1 apresenta os resultados da análise do impacto do Eixão das Águas nos seguintes indicadores sociodemográficos de saúde: Taxa de Natalidade, Taxa de Mortalidade Perinatal, Gestação maior de 36 semanas e Gestação menor de 32 semanas. A coluna (1) refere-se aos resultados obtidos com a primeira amostra principal, isto é, aquela que contém os municípios do grupo de tratados localizados entre 0 e 15 quilômetros do Eixão e os municípios do grupo de controle à distância de 50 a 75 quilômetros da mencionada obra. A coluna (2) refere-se aos resultados obtidos com a segunda amostra principal, isto é, aquela que contém os municípios do grupo de tratados localizados entre 0 e 30 quilômetros do Eixão, e os municípios do grupo de controle à distância de 50 a 75 quilômetros da mencionada obra. Em todas as regressões, os erros são clusterizados no nível do município.

Os resultados da tabela 1 mostram um impacto importante do Eixão das Águas nesses indicadores de saúde, em que a Taxa de Natalidade aumenta em média 1,68 p.p. na primeira amostra (coluna 1) e de 1,44 p.p. quando a amostra é estendida (coluna 2). As estimativas indicam que esse aumento da natalidade foi provocado pela menor mortalidade fetal, derivada de gestação mais longa. Isto porque a Taxa de Mortalidade Perinatal cai na

amostra com menor distância do Eixão (coluna 1) em 2,56 p.p. e a Taxa de Gestação de maior de 36 semanas aumenta em 6,32 p.p. primeira amostra (coluna 1), e em 4,30 p.p. na segunda amostra (coluna 2).

A tabela 2 mostra que o Eixão das Águas teve também efeito significativo na redução das taxas de mortalidade neonatal e infantil. Por exemplo, os resultados mostram que a Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce e Tardia, caíram nas duas amostras, com maior destaque a queda da Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce (-3,00 – coluna 1 e -2,20 na coluna 2). A Taxa de mortalidade infantil – menos 1 ano e menos 5 anos também diminuiu de forma significativa nas amostras que estão mais perto do Eixão (coluna 1). Como consequência de um aumento da taxa de natalidade e redução da taxa de mortalidade, a população aumentou significativamente nas duas amostras com a implantação do Eixão das Águas, como demonstrado na tabela 3, em média 18.708,57 na primeira amostra (coluna 1) e em média 10.715,12 na segunda amostra (coluna 2).

No que se refere ao impacto do Eixão das Águas sobre atividade econômica, os resultados significativos aparecem no PIB e na pecuária da segunda amostra (0 quilômetros a 30 quilômetros), coluna 2. Como demonstrado na tabela 4 e tabela 5, o PIB cresce em média R\$ 596.461,40, o Efetivo Total do Rebanho cresce em média 112.773 cabeças e os Cinco maiores rebanhos em 100.432 cabeças⁷.

Em resumo, os resultados descritos acima indicam que o efeito do acesso a água derivado da implantação do Eixão das Águas se dá principalmente em indicadores de saúde, produzindo aumento da natalidade e queda na taxa de mortalidade, que levam ao aumento populacional. Ademais, os resultados indicam que o acesso à Água impacta a atividade pecuária, provocando um aumento do rebanho.

Os gráficos da Figura A.1 no Apêndice fazem um teste para avaliar se a evolução dos indicadores socioeconômicos dos municípios tratados é semelhante a evolução de tais indicadores para os municípios controle antes a implantação do Eixão das Águas. Tal teste foi descrito na seção metodológica e é conhecido como teste de tendência paralela prévia entre grupo tratado e grupo controle. Na grande maioria das estimações, as variáveis pré-tratamento (antes 5, antes 4, antes 3, antes 2, e antes 1) são não significativas a 5% ou 10%. Portanto, tais resultados indicam que as variáveis analisadas para o grupo tratado e controle possuem tendência paralela semelhante antes da implantação do Eixão das Águas⁸.

⁷ Com o objetivo de compreender os motivos pelo qual não se detectou nenhum efeito do Eixão nos indicadores de atividade agrícola, estimou-se como efeito do Eixão das Águas sobre a produção agrícola varia com o desenvolvimento do mercado de crédito local-municipal. Para tanto, foram utilizadas duas medidas de desenvolvimento local do mercado de crédito: Crédito total no município per capita, e Número de Agências bancárias no município per capita. Tais dados foram obtidos no ESTBAN, do Banco Central do Brasil. Os resultados obtidos mostram que efeito do Eixão das Águas sobre a produção agrícola não varia com o desenvolvimento do mercado de crédito local, em qualquer das duas medidas utilizadas.

⁸ Alguns resultados aparecem como significativos, mas, quando ocorrem, apontam uma marginal significância de 10%.

TABELA 1 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXA DE NATALIDADE, TAXA DE MORTALIDADE PERINATAL, GESTAÇÃO MAIOR DE 36 SEMANAS E GESTAÇÃO MENOR DE 32 SEMANAS

Grupo de Tratamento	Taxa de Natalidade		Taxa de Mortalidade Perinatal		Gestação maior de 36 semanas		Gestação menor de 32 semanas	
	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km
Efeito tratamento	1,682515**	1,439221***	-2,568223*	-1,651111	6,324729**	4,302239*	0,0188379	0,0188467
Erro Padrão	0,6775835	0,5243838	1,485787	1,319848	3,058053	2,305226	0,0346481	0,0262073
Estatística <i>t</i>	2,48	2,74	-1,73	-1,25	2,07	1,87	0,59	0,72
Nº obs.	940	1.160	836	1.039	940	1.160	940	1.160
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** *p* < 0,01, ** *p* < 0,05, * *p* < 0,1. Grupo de controle corresponde a municípios entre 50 e 75 km.

TABELA 2 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXAS DE MORTALIDADE NEONATAL PRECOCE, MORTALIDADE NEONATAL TARDIA, MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 1 ANO) E MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 5 ANOS)

Grupo de Tratamento	Taxa Mortalidade Neonatal Precoce		Taxa de Mortalidade Neonatal tardia		Taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano)		Taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos)	
	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km
Efeito tratamento	-3,00367**	-2,196914**	-0,9357558**	-0,7459038*	-3,534541**	-2,196405	-3,776057**	-2,303186
Erro Padrão	1,138923	1,019385	0,4379174	0,4118888	1,57151	1,416439	1,619861	1,494283
Estatística <i>t</i>	-2,64	-2,16	-2,14	-1,81	-2,25	-1,55	-2,33	-1,54
Nº obs.	858	1.071	858	1.071	858	1.071	873	1.090
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Grupo de controle corresponde a municípios entre 50 e 75 km.

TABELA 3 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: POPULAÇÃO

Grupo de Tratamento	População	
	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km
Efeito tratamento	18.708,57*	10.715,12*
Erro Padrão	10.818,88	6.013,025
Estatística <i>t</i>	1,73	1,78
Nº obs.	987	1218
Nº Municípios	47	58
Nº controle	30	30
Nº tratado	17	28

Nota: cluster de município. Os *p*-values são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Grupo de controle corresponde a municípios entre 50 e 75 km.

TABELA 4 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: AGRÍCOLA E TOTAL

Grupo de Tratamento	Área colhida		Área Plantada		Valor da Produção		PIB	
	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km
Efeito tratamento	-108,756	-226,7648	1.942,276	-175,8938	1.942,276	-1.283,059	1.101.481	596.461,4*
Erro Padrão	750,2711	617,4182	4.079,52	630,1293	4.079,52	3.743,157	671.834,1	326.454,2
Estatística <i>t</i>	-0,14	-0,37	0,48	-0,28	0,48	-0,34	1,64	1,83
Nº obs.	987	1218	987	1218	987	1218	752	928
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município. Os *p*-values são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Grupo de controle corresponde a municípios entre 50 e 75 km.

TABELA 5 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: PECUÁRIA

Grupo de Tratamento	Efetivo de Rebanho Total		Efetivo de rebanho – cinco maiores	
	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km	(1) Até 15 km	(2) Até 30 km
Efeito tratamento	94.713,81	112.773,1**	85.272,61	100.432,3**
Erro Padrão	62.171,93	52.697,71	57.230,65	49.435,08
Estatística <i>t</i>	1,52	2,14	1,49	2,03
Nº obs.	798	1029	798	1029
Nº Municípios	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30

Nº tratado

17

28

17

28

Nota: cluster de município. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$. Grupo de controle corresponde a municípios entre 50 e 75 km.

IV.2.1 EFEITOS DE TRANSBORDAMENTO

Para avaliar os efeitos de transbordamento do Eixão da Águas, estimou-se o impacto da implantação do Eixão, tendo como grupo tratado os municípios que estão entre 15 e 30 quilômetros de distância do Eixão das Águas e como grupo de controle os municípios que estão entre 50 e 75 quilômetros de distância de tal infraestrutura. Os resultados das regressões referentes ao efeito transbordamento são apresentados nas seguintes Tabelas A.12, A.13 e A.14 no Apêndice. Em todas as regressões, os erros são clusterizados no nível do município.

A taxa de natalidade foi a única variável em que o efeito de transbordamento foi identificado, com um aumento de 1,31. Note que esse resultado é semelhante ao obtido na Tabela 1, na qual analisou-se as amostras que contêm os municípios do grupo de tratados localizados entre 0 e 15 quilômetros do Eixão, e os municípios do grupo de tratados localizados entre 0 e 30 quilômetros do Eixão, tendo como grupo de controle os municípios à distância de 50 a 75 quilômetros da mencionada obra.

O efeito para as demais variáveis analisadas de saúde (taxa de mortalidade neonatal perinatal, precoce, mortalidade infantil – menos 1 ano e menos 5 anos) apresentam estimativa pontual semelhante aos resultados obtido na Tabela 1 e 2. Contudo, as estimativas não se mostraram estatisticamente significativos a 10%. De forma similar, o efeito do Eixão para os indicadores econômicos analisados (área colhida, área plantada, valor da produção agrícola, tamanho do rebanho, rebanho – cinco maiores) também apresentam estimativa pontual semelhante aos resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5. Contudo, as estimativas não se mostraram estatisticamente significativos a 10%.

Tais resultados sugerem que os efeitos de transbordamento do Eixão da Águas são limitados sobre os municípios entre 15 e 30 quilômetros de distância do Eixão. Isso indica que os efeitos do Eixão de fato concentram-se entre os municípios localizados entre 0 e 15 quilômetros de tal infraestrutura.

IV.2.2 TESTE DE ROBUSTEZ

IV.2.2.1 CLUSTERIZAÇÃO DO ERROS

Para verificar a robustez dos resultados apresentados nas seções anteriores, foram realizadas as estimativas anteriores clusterizando os erros pelo trecho do Eixão das Águas. Tais resultados encontram-se nas Tabelas A.15, A.16, A.17, A.18 e A.19 do apêndice.

Os resultados dos indicadores de saúde demonstram que o efeito do Eixão das Águas se mantém na Taxa de Natalidade para as duas amostras (coluna 1 e 2), para Taxa de Mortalidade Perinatal, primeira amostra (coluna 1) e para a Taxa Mortalidade Neonatal Precoce para as duas amostras (coluna 1 e 2).

Já para os indicadores de atividade econômica, nota-se que o resultado se mantém para o Efetivo de Rebanho (total e cinco maiores) para a segunda amostra (coluna 2 – 0 a 30 quilômetros) e o resultado significativo também aparece na primeira amostra (coluna 1 – 0 a 15 quilômetros).

Esses resultados demonstram que o efeito significativo do Eixão das Águas sobre principais indicadores de saúde e crescimento econômico se mantém em sua maioria, mesmo modificando o cluster de município para o trecho.

Vale destacar que, conforme apontam Bertrand, Duflo e Mullainathan (2004), a inferência em modelos de Diferenças-em-Diferenças poderia estar comprometida se tivermos mais de um período pré e/ou pós-tratamento. Nestes casos, poderia haver correlação serial e espacial dos erros de modo a estimarmos erroneamente erros padrão elevados que, consequentemente, levariam à rejeição da significância estatística dos parâmetros de interesse, quando de fato deveríamos aceitá-la (*over rejection*). Com isso, os autores propõem algumas soluções:

1. *Block bootstrap*: calcula erros padrão consistentes quando o número de grupos é suficientemente grande.
2. *Cluster*: permite assumir alguma autocorrelação ao calcular os erros padrão quando o número de grupos é suficientemente grande.
3. Agregar as observações na dimensão tempo (pré e pós-tratamento): produz erros padrão consistentes mesmo com número de grupos pequeno, mas o poder do teste cai rapidamente.

Apesar dessas soluções funcionarem bem quando há muitos tratados e muitos controles, preferimos averiguar como a nossa inferência seria afetada com alguma dessas correções. Ao optar pela solução 2, quando usamos cluster no nível do município, assumimos que pode haver correlação serial dentro do município, mas que não há correlação espacial entre municípios. Quando aplicamos cluster no nível do trecho do Eixão, assumimos que pode haver correlação serial e espacial entre todos os municípios do mesmo trecho do Eixão.

Por isso, nesse trabalho serão utilizados dois tipos de agrupamentos, o agrupamento pelo município e o agrupamento pelo trecho do Eixão.

IV.2.2.2 PAREAMENTO DOS MUNICÍPIOS TRATADOS E CONTROLE

Um outro conjunto de testes realizados para verificar a robustez dos resultados apresentados nas seções anteriores, foi a estimação do impacto do Eixão considerando-se uma amostra que contenha apenas municípios tratados e controle que sejam semelhantes no período de 2000 a 2004 (período pré-implantação de qualquer trecho do Eixão das Águas). Para tanto, utilizou-se o método de pareamento *Coarsened Exact Matching Software* (CEM), desenvolvida por Blackwell, Iacus, King e Porro (2009). Tal técnica considera que unidades tratadas e controles são semelhantes se as variáveis se encontram dentro de um mesmo intervalo, otimamente determinado pela média e dispersão das variáveis analisadas. Através dessa técnica de pareamento, foram selecionados entre os potenciais controles aqueles municípios que são estatisticamente semelhantes aos municípios tratados, tendo como variável utilizada no pareamento a média da variável dependente no período 2000 a 2004.⁹ Os resultados das estimativas com pareamento são apresentados nas Tabelas A. 20, A.21, A.22, A.23, A.24 e A.25 do apêndice.

O efeito do Eixão das Águas se mantém significativo nos indicadores: taxa de natalidade, taxa de mortalidade perinatal e gestação maior de 36 semanas para as duas amostras, com exceção da taxa de mortalidade perinatal que foi significativo somente na primeira amostra

⁹ O método de pareamento Coarsened Exact Matching Software (CEM) é apresentado em "Causal Inference Without Balance Checking: Coarsened Exact Matching" (Political Analysis, 2012), "Multivariate Matching Methods That are Monotonic Imbalance Bounding" (JASA, 2011), "CEM: Coarsened Exact Matching in Stata" (Stata Journal, 2009, with Matthew Blackwell), "CEM: Software for Coarsened Exact Matching." (Journal of Statistical Software, 2009).

(coluna 1 – 0 a 15 quilômetros). Também, foi significativo e negativo para as duas amostras analisadas dos seguintes indicadores: taxa mortalidade neonatal precoce, taxa de mortalidade neonatal tardia, taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano) e taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos).

Para os indicadores de crescimento econômico os resultados se mantiveram positivos e significativos para o Efetivo total de Rebanho e Efetivo de Rebanho (cinco maiores).

Esses resultados indicam que o efeito significativo dos Eixão das Águas sobre principais indicadores de saúde e crescimento econômico apresentados anteriormente são robustos uma vez que são bem semelhantes aos obtidos numa amostra que contenha apenas municípios tratados e controle que sejam semelhantes no período pré-implantação de qualquer trecho do Eixão das Águas.

Para concluir, foram realizados testes de tendência paralela prévia entre o grupo tratado e grupo controle para avaliar se a evolução dos indicadores socioeconômicos dos municípios tratados é semelhante à evolução de tais indicadores para os municípios controle antes da implantação do Eixão das Águas na amostra com municípios pareados.

Os resultados desses testes encontram-se na Figura A.2 do apêndice. Os resultados indicam que para a primeira amostra (municípios tratados entre 0 e 15 quilômetros), a taxa de mortalidade neonatal precoce parece ter duas estimativas significativas negativas já antes da conclusão do Eixão, de 5 estimativas realizadas. Para a segunda amostra (municípios tratados entre 0 e 30 quilômetros), a taxa mortalidade neonatal precoce parece ter apenas uma única estimativa significativamente negativa já antes da conclusão do Eixão, das 5 estimativas realizadas. Ainda, o efeito pré-tratamento da taxa de mortalidade perinatal não parece ter tendência de queda no grupo tratado antes do Eixão.

Em suma, os testes de robustez demonstraram que de forma geral os resultados principais se mantêm, especialmente aumento da taxa de natalidade, queda na taxa de mortalidade perinatal e precoce e crescimento do efetivo rebanho.

IV.3 DISCUSSÃO

Nesta seção será discutida a magnitude dos impactos estimados causados pela implantação do Eixão das Águas sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica. Esse efeito é representado pelo coeficiente β_1 da equação (1), os quais são apresentados nas Tabelas de 1 a 5.

Para uma melhor compreensão dos resultados obtidos, primeiramente, será realizada uma análise de magnitude dos efeitos estimados para a amostra que contém apenas os municípios tratados localizados entre 0 e 15 quilômetros distância do Eixão das Águas (coluna 1 das Tabelas 1 a 5). Em seguida, será feita uma análise similar para os efeitos para os municípios tratados localizados entre 0 e 30 quilômetros distância do Eixão das Águas (coluna 2 das Tabelas 1 a 5).

A análise de magnitude será realizada apenas para os indicadores cujos efeitos se mostraram estatisticamente significativos a pelos menos 10%. Apesar da maior parte dos indicadores serem significativos nas amostras das colunas (1) e (2) das Tabelas 1 a 5 (principalmente os indicadores ligados a saúde), nem todos os indicadores são estaticamente significativos, segundo o critério de 10% de significância estatística, nas duas amostras. Isso significa que alguns indicadores que serão analisados na amostra que contém apenas os municípios tratados localizados entre 0 e 15 quilômetros distância do

Eixão das Águas não serão analisados na amostra que contém apenas os municípios tratados localizados entre 0 e 30 quilômetros distância de tal infraestrutura, e vice-versa.

A Tabela 6 apresenta uma análise das magnitudes dos efeitos estimados na implantação do Eixão das águas sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica nos municípios tratados localizados entre 0 e 15 quilômetros distância do Eixão das Águas. Segundo o critério acima descrito, serão analisados os indicadores cujos efeitos estimados foram estatisticamente significativos a 10%. Assim, serão avaliados os efeitos de magnitudes para as seguintes variáveis: taxa de natalidade, taxa de mortalidade perinatal, gestação maior de 36 semanas, taxa mortalidade neonatal precoce, taxa de mortalidade neonatal tardia, taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano), taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos) e população. Os indicadores de atividade econômica não serão analisados, uma vez que os efeitos resultantes não foram significativos a 10%.

A coluna 1 da Tabela 6 apresenta a média anual de tais variáveis para os municípios tratados (i.e., municípios localizados em até 15 quilômetros distância do Eixão) antes de receberem o tratamento (i.e., antes da implantação do trecho sob sua zona de influência), isto é, média anual dos tratados no pré-tratamento.

A coluna 2 apresenta os coeficientes estimados para as variáveis analisadas, efeitos estimados, os quais foram inicialmente reportados nas Tabelas 1 a 5. A coluna 3 apresenta as magnitudes dos efeitos estimados que são medidas pela razão entre o módulo do efeito estimado (coluna 2) e a média anual tratamento no pré-tratamento (coluna 1). As magnitudes dos efeitos estimados apresentados na coluna 3 informam os percentuais de aumento/redução da variável analisada que é causada pela implantação do Eixão, em relação ao período anterior implantação do Eixão. A coluna 4 apresenta as magnitudes dos efeitos estimados por ano tratado para as variáveis, os quais são calculados dividindo-se a coluna 3 por 9 (que corresponde ao número de anos, em média, que um município se beneficiou do Eixão das Águas).

Os resultados da Tabela 6 revelam que as magnitudes dos efeitos estimados são relevantes nos indicadores de saúde, corroborando os achados de Rocha e Soares (2015), que estimaram o impacto da acessibilidade à água em indicadores de saúde. Por exemplo, a implantação do Eixão das Águas em um município localizado em até 15 quilômetros de distância de tal infraestrutura faz com que, em média, ocorra uma elevação de 11% da taxa de natalidade do município em relação ao período anterior a implantação do Eixão ao longo do período tratado (isso é, elevação média de 1,2% ao ano (a.a.) da taxa de natalidade)¹⁰. Ainda, o Eixão das Águas provocou uma elevação de 29% na proporção de gestantes com gestação maior de 36 semanas (3,2% a.a.), e uma redução 14% na taxa de mortalidade perinatal (1,5% a.a.). Sobre as taxas de mortalidade pós-nascimento, as estimativas mostram que a implantação do Eixão das Águas provocou uma redução de 37%, 34%, 21% e 19%, respectivamente, nas taxas de mortalidade neonatal precoce (4,1% a.a.), tardia (3,8% a.a.), infantil menos de 1 ano (2,3% a.a.) e infantil menos de 5 anos (2,1% a.a.), em municípios localizados em até 15 quilômetros de distância do Eixão. Ademais, os resultados mostram que a população do município localizado em até 15 quilômetros de distância do Eixão aumentou, em média, 10% em relação ao período pré-Eixão (1,2% a.a.).

¹⁰ Agradecemos as discussões sobre distância de acesso da população às infraestruturas hídricas, realizadas com os técnicos da SDI à época, Rafael Silveira e Demétrios Christofidis. Adicionalmente, a faixa de valores atende ao conceito de “distância de caminhada”, realizada mais detalhadamente por Benevenuto et al. (2019).

TABELA 6 – MAGNITUDE DOS EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ - MUNÍCIPIOS TRATADOS LOCALIZADOS EM ATÉ 15 QUILÔMETROS DE DISTÂNCIA DO EIXÃO

	(1) Média Anual Tratamento Pré- Tratamento	(2) Efeito Estimado Total Anos Tratados	(3) Magnitude Total em relação à média anual tratamento pré- tratamento: Módulo(2)/(1)	(4) Magnitude Por Ano Tratado em relação a média anual tratamento pré-tratamento: (3)/9anos
Indicadores de Saúde				
Taxa de Natalidade	15,75	1,68	11%	1,2%
Taxa de Mortalidade Perinatal	18,61	-2,57	14%	1,5%
Gestação maior de 36 semanas	22,06	6,32	29%	3,2%
Taxa Mortalidade Neonatal Precoce	8,11	-3,00	37%	4,1%
Taxa de Mortalidade Neonatal tardia	2,74	-0,94	34%	3,8%
Taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano)	17,20	-3,53	21%	2,3%
Taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos)	20,36	-3,78	19%	2,1%
População	179.623,90	18.708,57	10%	1,2%

TABELA 7 – MAGNITUDE DOS EFEITOS DA IMPLANTAÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS DO CEARÁ - MUNÍCIPIOS TRATADOS LOCALIZADOS EM ATÉ 30 QUILÔMETROS DE DISTÂNCIA DO EIXÃO

	(1)	(2)	(3)	(4)
	Média Anual Tratamento Pré-Tratamento	Efeito Estimado Total Anos Tratados	Magnitude Total em relação à média anual tratamento pré-tratamento: Módulo(2)/(1)	Magnitude Por Ano Tratado em relação à média anual tratamento pré-tratamento: (3)/9anos
Panel A - Indicadores de Saúde				
Taxa de Natalidade	15,59	1,44	9%	1,0%
Gestação maior de 36 semanas	22,00	4,30	20%	2,2%
Taxa Mortalidade Neonatal Precoce	7,96	-2,20	28%	3,1%
Taxa de Mortalidade Neonatal tardia	2,65	-0,75	28%	3,1%
População	169.972,90	10.715,12	6%	0,7%
Panel B - Indicadores de Atividade Econômica				
PIB Municipal	3.570.595,00	596.461,40	17%	1,9%
Efetivo de Rebanho Total	437.848,70	112.773,10	26%	2,9%
Efetivo de rebanho – cinco maiores	433.428,00	100.432,30	23%	2,6%

Os resultados encontrados produziram estimativas de taxas anuais a partir de estimativas para todo o período de tratamento. Entretanto, é importante observar que, tratando-se do segmento de segurança hídrica, quando considerados os indicadores relacionados à saúde, é provável que essa taxa anual seja maior nos anos seguintes à disponibilidade hídrica na região e esse efeito vá diminuindo ao longo do tempo. Por exemplo, foi verificada, em média, diminuição da taxa de mortalidade neonatal precoce de 4,1% a.a. para municípios até 15km. É provável que nos primeiros anos após a disponibilidade hídrica esse valor seja superior a 4,1% e, com o passar do tempo, a taxa anual vá diminuindo até que, em média, seja verificado 4,1% a.a.

A Tabela 7 apresenta uma análise da magnitude dos efeitos estimados da implantação do Eixo das águas sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica nos municípios tratados que estão localizados entre 0 e 30 quilômetros distância do Eixo das Águas. Segundo o critério descrito anteriormente, são analisados apenas os indicadores cujos efeitos estimados foram estatisticamente significativos a 10%; são eles: taxa de natalidade, gestação maior de 36 semanas, taxa mortalidade neonatal precoce, taxa de mortalidade neonatal tardia, e população. Segundo o mesmo critério, serão analisados os seguintes indicadores de atividade econômica: PIB municipal, efetivo do rebanho total e efetivo dos cinco maiores rebanhos.

Tal como na Tabela 6, a coluna 1 da Tabela 7 apresenta a média anual de tais variáveis para os municípios tratados (i.e., municípios localizados em até 30 quilômetros distância do Eixo) antes de receberem o tratamento (i.e., antes da implantação do trecho sob sua zona de influência). A coluna 2 apresenta os coeficientes estimados para as variáveis analisadas. A coluna 3 mostra as magnitudes dos efeitos estimados que são medidas pela razão entre o módulo do efeito estimado (coluna 2) e a média anual tratamento no pré-tratamento (coluna 1), e na coluna 4 apresenta-se a magnitude dos efeitos estimados por ano tratado para as variáveis, que é calculado dividindo-se a coluna 3 por 9.

Os resultados da Tabela 7 também revelam que as magnitudes dos efeitos estimados são relevantes nos indicadores de saúde. Por exemplo, a implantação do Eixo das Águas em um município localizado em até 30 quilômetros de distância de tal infraestrutura faz com que, em média, ocorra uma elevação de 9% na taxa de natalidade em relação ao período anterior a implantação do Eixo ao longo do período tratado (elevação média de 1% a.a.). Ainda, o Eixo das Águas provocou uma elevação 20% na proporção de gestantes com gestação maior de 36 semanas (2,2% a.a.). Sobre as taxas de mortalidade pós-nascimento, as estimativas mostram que a implantação do Eixo das Águas provocou uma redução de 28% das taxas de mortalidade neonatal precoce e tardia nos municípios localizados em até 30 quilômetros de distância do Eixo (3,1% a.a.). Ademais, os resultados mostram que a população desses municípios aumentou, em média, 6% em relação ao período pré-Eixo, que corresponde a um aumento médio de 0,7% da população por ano.

Os resultados da Tabela 7 também revelam que as magnitudes dos efeitos estimados são relevantes nos indicadores econômicos. A implantação do Eixo em um município sob sua zona de influência faz com que, em média, ocorra um aumento de 26% e 23%, do efetivo de rebanho total e do efetivo de rebanho (cinco maiores), respectivamente, confirmando os resultados análogos estimados por Bosire et al. (2022). Tais indicadores indicam elevação em média de 2,9% e 2,6% por ano do efetivo de rebanho total e do efetivo de rebanho (cinco maiores), respectivamente. Ainda, a implantação do Eixo em um município sob sua

zona de influência faz com que, em média, ocorra um aumento de 17% do PIB real do município, o que equivale a um aumento do PIB municipal em 1,9% por ano.

IV.4 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Nesta seção será ressaltada a magnitude dos efeitos sobre as variáveis analisadas de forma aplicada da implantação gradual e sequencial dos 5 diferentes trechos do Eixão das Águas que foram concluídos entre 2005 e 2014. Tal seção tem como objetivo apresentar parâmetros que possam ser utilizados em análises de impacto ex-ante de novos projetos de segurança hídrica que venham a ser construídas no país.

Conforme apontado na seção de “Discussão”, os números mostram de forma consistente uma possível aplicação direta dos múltiplos encontrados neste estudo para futuros estudos de segurança hídrica em outras realidades.

Em termos práticos, os números da Tabela 6 são informativos para se calcular o potencial impacto de um projeto análogo sobre os indicadores de saúde e demografia¹¹ nos municípios tratados que estão localizados entre 0 e 15 quilômetros de distância do projeto referencial. A partir das magnitudes da Tabela 6, podemos concluir que a construção de um projeto similar ao Eixão aumente em 11% a taxa de natalidade do município ao longo de 9 anos.

Há também elevação de 29% na proporção de gestantes com gestação maior de 36 semanas, e uma redução 14% na taxa de mortalidade perinatal. Concernente às taxas de mortalidade pós-nascimento, as estimativas mostram que a implantação deste tipo de projeto, reduza em 37%, 34%, 21% e 19%, respectivamente, as taxas de mortalidade neonatal precoce, tardia, infantil menos de 1 ano e infantil menos de 5 anos.

Por fim, sobre os indicadores demográficos, observou-se nos municípios tratados em até 15km de distância da intervenção que a população cresceu em média no período de 10 anos, 10% (1,2% ao ano).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo estima os impactos da implantação do Eixão das Águas do Ceará sobre indicadores socioeconômicos dos municípios brasileiros. O Eixão das Águas é um conjunto de obras hídricas que realiza a transposição das águas do Açude Castanhão para a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) no Estado do Ceará, reforçando o abastecimento hídrico em uma extensão de 255 quilômetros, incluindo o Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

Explorando a implantação gradual e sequencial de seus 5 diferentes trechos, concluídos entre 2005 e 2014, este estudo utiliza o método de diferenças em diferenças do tipo *staggered* para estimar o efeito da implantação do Eixão sobre os indicadores de saúde e de atividade econômica nos municípios brasileiros mais sensíveis à disponibilidade de água. Municípios localizados em até 30 quilômetros de distância do Eixão foram definidos como grupo de tratamento e os municípios localizados entre 50 e 75 quilômetros de distância do Eixão foram definidos com grupo de controle.

Os resultados de Rocha e Soares (2015) e de Mwaura et al. (2022), para os quais os autores verificam importantes impactos da questão hídrica sobre indicadores de saúde são

¹¹ Indicadores de atividade econômica foram estatisticamente significativos a partir de outra estratificação (0-30 km) da intervenção. Assim, os resultados significativos aparecem no PIB e na pecuária nas tabelas 4 e 5 (Resultados principais). Como demonstrado na tabela 4 e tabela 5, o PIB cresce em média R\$ 596.461,40, o Efetivo Total do Rebanho cresce em média 112.773 cabeças e o Cinco maiores rebanhos em 100.432 cabeças.

corroborados neste estudo. Assim, as estimativas mostram que a introdução do Eixão em um município em sua zona de influência provoca um aumento da taxa de natalidade, que é derivada de uma redução da mortalidade perinatal e aumento da duração da gestação. Ainda, estimou-se que o Eixão reduz a taxa de mortalidade de recém-nascidos e as taxas de mortalidade infantil em crianças menores que 1 e que 5 anos. Tais aumentos na taxa de natalidade e redução nas taxas de mortalidade provocaram um aumento relevante da população dos municípios impactados pelo Eixão.

No que tange aos efeitos sobre os indicadores econômicos, as estimativas indicam um aumento da produção pecuária, medida pelo aumento do rebanho. Esse resultado segue o racional de Bosire (2022), no qual o cálculo da pegada hídrica mostra-se relevante para aumento de rebanho de animais.

Em contrapartida, não se verificou impacto nos indicadores de produção agrícola. As estimativas indicam que os efeitos do Eixão ocorrem nos municípios localizados até 15 quilômetros de distância do Eixão, tendo impacto limitado nos municípios localizados entre 15 e 30 quilômetros de tal infraestrutura. Apesar de não ser possível inferir uma causa única para o fenômeno, este resultado pode estar associado ao efeito recente da intervenção da infraestrutura e o tempo de maturação para determinadas culturas na região. Portanto, estudos adicionais nesta direção mostram-se relevantes para melhor compreensão dos resultados.

As análises das magnitudes dos efeitos estimados revelam impactos relevantes nos indicadores de saúde e de atividade econômica. Como efeito resultante, corroborando os resultados apresentados sobre acessibilidade a serviços de saúde e renda de Benevenuto et al. (2019)¹², os resultados mostram que a população dos municípios localizados na zona de influência do Eixão aumentou, em média, aproximadamente 10% e o PIB municipal aumentou em 17% no período de 9 anos.

Adicionalmente, os resultados desse estudo sugerem uma recomendação de política de planejamento hídrico importante para o desenvolvimento econômico do país: de que obras que reforçam o abastecimento de água em municípios carentes de recursos hídricos possuem um impacto relevante em indicadores de saúde e no conjunto da atividade econômica, gerando elevação do PIB.

Essa recomendação segue em linha com os achados de Duflo e Pande (2007) e Jalan e Ravallion (2003), para os quais os autores mostram como a importância de fatores institucionais e de como a consistência de política de segurança hídrica são fundamentais para o sucesso das empreitadas de políticas públicas no setor. Embora seria de se esperar que a elevação do PIB resultante do projeto de segurança hídrica venha de setores mais sensíveis à disponibilidade de água, como a agricultura e a pecuária, somente foi observado o efeito para o segundo setor, verificado na forma de aumento do rebanho, enfatizando o papel da disponibilidade, neste caso, para o uso específico em dessedentação de animais. Já para a agricultura, é possível que, dado o baixo nível pré-existente da atividade em regiões marcadas pela severa escassez hídrica, a retomada da atividade agrícola requeira mais tempo para o desenvolvimento de empreendedores especializados e de técnicas produtivas, o que eventualmente poderá ser acelerado na presença de assistência técnica

¹² Os achados sobre acessibilidade à saúde de Benevenuto et al. (2019) mostram que 53,5% da população rural de baixa renda do Nordeste vive a mais de 5 km do centro de atenção básica mais próximo e mais de 60% estão a uma distância superior a 10 km do centro de saúde de maior complexidade (Hospitais e Unidades de Pronto Atendimento). Portanto, melhorias qualitativas do insumo essencial, água, promovidos pelo aumento da oferta hídrica impactam de forma positiva nos indicadores de saúde pública.

rural e de uma estrutura de aceleração de negócios que ficam como sugestões de política pública de foco regional.

Para concluir, vale destacar que os impactos estimados nesse estudo podem servir como parâmetro em futuras avaliações de impacto *ex ante* da construção de novas obras de segurança hídrica no território brasileiro. Contudo, a aplicação desses resultados deve ser realizada apenas a municípios que se assemelham aos analisados neste estudo, no que tange aos indicadores de mortalidade e natalidade, saúde gestacional, produção agropecuária, PIB e níveis populacionais, uma vez que a amostra de municípios investigados engloba apenas municípios do Ceará com até 75 quilômetros de distância do Eixão das Águas e com características bem particulares antes da implantação do Eixão

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADIE, Alberto; CATTANEO, Matias D. Econometric methods for program Evaluation. Annual Review of Economics, v. 10, p. 465-503, 2018.
- BENEVENUTO, Rodolfo G.; AZEVEDO, Ingrid C.C.; CAUFIELD, Brian. Assessing the spatial burden in health care accessibility of low income families in rural Northeast Brazil. Journal of Transport & Health 14 (2019) 100595
- BLACKWELL, Matthew et al. CEM: Coarsened exact matching in Stata. The Stata Journal, v. 9, n. 4, p. 524-546, 2009.
- BOSIRE, Caroline K. et al. Livestock water and land productivity in Kenya and their implications for future resource use. *Heliyon*, v. 8, n. 3, p. e09006, 2022.
- DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Acesso em: 10/03/2022. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>
- DUFLO, Esther; PANDE, Rohini. Dams. The Quarterly Journal of Economics, May 2007.
- EL DEMERDASH, Dina et al. Development of a quality-based irrigation water security index. Ain Shams Engineering Journal, v. 13, n. 5, p. 101735, 2022.
- GOODMAN-BACON, Andrew. Difference-in-differences with variation in treatment timing. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. 25018, 2018.
- IACUS, Stefano M.; KING, Gary; PORRO, Giuseppe. A theory of statistical inference for matching methods in causal research. Political Analysis, v. 27, n. 1, p. 46-68, 2019.
- IACUS, Stefano M.; KING, Gary; PORRO, Giuseppe. Multivariate matching methods that are monotonic imbalance bounding. Journal of the American Statistical Association, v. 106, n. 493, p. 345-361, 2011.
- IACUS, Stefano; KING, Gary; PORRO, Giuseppe. CEM: Software for coarsened exact matching. Journal of statistical Software, v. 30, p. 1-27, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: 05/03/2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>
- JALAN, Jyotsna; RAVALLION, Martin. Does piped water reduce diarrhea for children in rural India? Journal of Econometrics 112 (2003) 153 – 173.

MWAURA, Simon Ng'ang'a et al. Welfare impacts of water security in Kenya: Evidence from the Upper Ewaso Niro North Catchment Area. *Watershed Ecology and the Environment*, v. 4, p. 32-43, 2022.

RABELO, Udinart Prata. Segurança hídrica no Ceará: análise de cenários e de alternativas de intervenção. Orientador: Prof. Dr. Iran Eduardo Lima Neto. 2017. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental do Curso de Engenharia CivilUniversidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

ROCHA, Rudi; SOARES, Rodrigo R. Water scarcity and birth outcomes in the Brazilian semiarid. *Journal of Development Economics*, v. 112, p. 72-91, 2015.

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH. Estudo de Viabilidade Técnica - Tomo 1 - Volume 1 - Trecho Castanhão/Gavião. Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH. Brasil. Sine Die.

APÊNDICE A: TABELAS, QUADROS E FIGURAS

TABELAS

TABELA A 1 – DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DEPENDENTES

Variável	Descrição	Fonte
Taxa de Natalidade	Número de crianças nascidas vivas para cada 1000 habitantes.	DATASUS
Taxa de Mortalidade Perinatal	Número de óbitos ocorridos no período perinatal por mil nascimentos totais. O período perinatal começa em 22 semanas completas (ou 154 dias) de gestação e termina aos sete dias completos após o nascimento.	DATASUS
Gestação maior de 36 semanas	Número de mulheres com gestação maior que 36 semanas a cada 1000 mulheres.	DATASUS
Gestação menor de 32 semanas	Número de mulheres com gestação menor que 32 semanas a cada 1000 mulheres.	DATASUS
Taxa Mortalidade de Neonatal Precoce	Número de óbitos de 0 a 6 dias de vida completos, por mil nascidos vivos.	DATASUS
Taxa Mortalidade de Neonatal Tardia	Número de óbitos de 7 a 27 dias de vida completos, por mil nascidos vivos.	DATASUS
Taxa de mortalidade infantil - menos de 1 ano	Número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos.	DATASUS
Taxa de mortalidade infantil - menos de 5 anos	Número de óbitos de menores de cinco anos de idade, por mil nascidos vivos	DATASUS
População	População do município.	DATASUS
Área Colhida	Total da área efetivamente colhida dos produtos agrícolas no município, durante o ano civil de referência da pesquisa.	IBGE - PAM
Área Plantada ou destinada a Colheita	Total da área plantada das culturas no Município, passível de ser colhida, no todo ou em parte, no ano civil de referência da pesquisa, ou, ainda, de ter sido completamente perdida devido a adversidades climáticas, bióticas, entre outras causas.	IBGE - PAM
Valor da Produção	Produção obtida multiplicada pelo preço médio ponderado. Os valores foram deflacionados para o ano de 2020 com base no índice IGP-DI.	IBGE - PAM
Rebanho	Efetivo da pecuária (cabeças): bovinos; suínos; matrizes de suínos; galináceos, galinhas; bubalinos; equinos; caprinos; ovinos; codornas.	IBGE – PPM
Rebanho (cinco maiores)	Efetivo da pecuária (cabeças): galináceos, bovino, ovino, bubalino e suíno.	IBGE - PPM
PIB - Produto Interno Bruto	Produto Interno Bruto deflacionado para o ano de 2018 com base no índice IGP-DI.	IBGE

TABELA A 2 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – AMOSTRA COMPLETA (TRATADOS E CONTROLES): TRATADO DE 0 KM A 15 KM E CONTROLE DE 50 KM A 75 KM

	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	940	15,11028	3,338283	2,097022	28,30794
Taxa de Mortalidade Perinatal	836	21,24795	11,12127	0	135,1351
Gestação maior de 36 semanas	940	14,80816	14,59744	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	940	0,127371	0,2094116	0	1,687533
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	858	9,147062	7,832457	0	86,95652
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	858	2,54681	3,662911	0	33,33333
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	858	17,37121	10,98883	1,443001	117,6471
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	873	20,05091	11,51556	1,897533	117,6471
Área Colhida	987	7.587,52	7.429,53	9	33.795
Área Plantada	987	7.750,53	7.495,314	9	33.795
Valor da Produção	987	18.950,92	34.051,57	44,91531	345.622,7
PIB	752	1.850.483,00	8.493.734	15.742,94	7,40e+07
Rebanho Total	798	312.749,6	592.965,4	3.711	3.628.352
Rebanho cinco maiores	798	303.975,9	582.762	3.519	3.611.002

TABELA A 3 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – AMOSTRA COMPLETA (TRATADOS E CONTROLES): TRATADO DE 0 KM A 30 KM E CONTROLE DE 50 KM A 75 KM

	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	1.160	14,96971	3,186693	2,097022	28,30794
Taxa de Mortalidade Perinatal	1.039	20,7193	10,63107	0	135,1351
Gestação maior de 36 semanas	1.160	15,3391	15,11972	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	1.160	0,1292268	0,2075344	0	1,687533
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	1.071	8,829753	7,42132	0	86,95652
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	1.071	2,491473	3,492562	0	33,33333
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	1.071	16,94421	10,38432	1,443001	117,6471
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	1.090	19,64264	10,95585	1,763668	117,6471
Área Colhida	1.218	7.989,209	8.260,744	9	47.892
Área Plantada	1.218	8.140,538	8.303,031	9	47.892
Valor da Produção	1.218	21.221,41	37.241,26	44.91531	386.837,7
PIB	928	1.574.796,00	7.668.665	15.742,94	7,40e+07
Rebanho Total	1.029	358.681,4	629.767,6	3711	3.702.445
Rebanho cinco maiores	1.029	348.785,9	615.828,3	3519	3.611.002

TABELA A 4 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – TRATADOS ANTES DO TRATAMENTO: MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 15 KM

	Tratados Antes do Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	190	15,75451	2,637317	8,237202	23,67126
Taxa de Mortalidade Perinatal	188	18,60537	6,866317	3,154574	44,49152
Gestação maior de 36 semanas	190	22,06481	14,32215	0	52,1431
Gestação menor de 32 semanas	190	0,1508094	0,1847942	0	0,8744685
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	190	8,113593	4,571366	0	29,25532
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	190	2,737513	2,448406	0	12,98701
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	190	17,19911	7,423548	2,403846	44,44444
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	190	20,35566	8,470144	7,211538	51,28205
População	167	179.623,9	518.983,2	9.839	2.686.612
Área Colhida	190	8.567,026	8.118,227	142	30.320
Área Plantada	190	8.635,295	8.162,568	161	30.320
Valor da Produção	190	15.606,41	13.353,69	313.357	64.694,95
PIB	156	5.478.952	1,42e+07	92.642,71	6,92e+07
Rebanho Total	190	400.630,6	392.150,7	17.038	1.709.515
Rebanho cinco maiores	190	395.695,2	389.523,4	14.352	1.664.493

TABELA A 5 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – TRATADOS DEPOIS DO TRATAMENTO: MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 15 KM

	Tratados Depois do Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	150	14,63044	3,066484	10,15944	24,84006
Taxa de Mortalidade Perinatal	143	16,70374	5,336923	2,03666	33,55705
Gestação maior de 36 semanas	150	16,77295	17,28582	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	150	0,160951	0,205796	0	0,8951199
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	146	6,147774	3,379981	0	20,90592
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	146	1,480701	1,677987	0	7,29927
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	146	11,58222	4,977404	1,443001	33,8983
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	148	13,71178	5,779012	2,886003	34,48276
População	167	179.623,9	518.983,2	9.839	2.686.612
Área Colhida	167	9.159,76	9.008.188	9	31.201
Área Plantada	167	9.183,407	9.013.385	9	31.201
Valor da Produção	167	17.736,21	21.336,94	46.03337	110.983
PIB	116	3.764.265	1,28e+07	89.828,08	7,40e+07
Rebanho Total	167	487.431,3	627.550,2	3.711	3.079.057
Rebanho cinco maiores	167	465.348,6	592.211,5	3.519	3.017.416

TABELA A 6 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – GRUPO TRATADO: MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 15 KM

	Grupo Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	340	15,2586	2,885007	8,237202	24,84006
Taxa de Mortalidade Perinatal	331	17,78382	6,313675	2,03666	44,49152
Gestação maior de 36 semanas	340	19,73017	15,89391	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	340	0,155284	0,194111	0	0,8951199
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	336	7,259398	4,205601	0	29,25532
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	336	2,191398	2,233847	0	12,98701
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	336	14,75844	7,042014	1,443001	44,44444
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	338	17,44651	8,105605	2,886003	51,28205
População	357	218.597,4	571.123,3	8.959	2.686.612
Área Colhida	357	8.844,3	8.539.048	9	31.201
Área Plantada	357	8.891.695	8.563.269	9	31.201
Valor da Produção	357	16.602,7	17.552,48	46.03337	110.983
PIB	272	4.747.688	1,37e+07	89.828,08	7,40e+07
Rebanho Total	357	441.234,9	516.873,9	3711	3.079.057
Rebanho cinco maiores	357	428.278,1	495.276,8	3519	3.017.416

TABELA A 7 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – GRUPO CONTROLE: MUNICÍPIOS CONTROLES LOCALIZADOS ENTRE 50 KM E 75 KM

	Grupo Controle				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	600	15,02624	3,569261	2,097022	28,30794
Taxa de Mortalidade Perinatal	505	23,5185	12,87492	0	135,1351
Gestação maior de 36 semanas	600	12,01903	13,02019	0	56,9814
Gestação menor de 32 semanas	600	0,1115538	0,2161662	0	1,687533
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	522	10,36211	9,260738	0	86,95652
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	522	2,775581	4,327492	0	33,33333
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	522	19,053	12,62965	1,897533	117,6471
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	535	21,6963	12,96437	1,897533	117,6471
População	630	20.151,16	18.529,57	2.086	88.321
Área Colhida	630	6.875,344	6.622,2	30	33.795
Área Plantada	630	7.103,87	6.738,298	57	33.795
Valor da Produção	630	20.281,58	40.476,35	44.91531	345.622,7
PIB	480	208.732,6	261.518	15.742,94	1.477.080
Rebanho Total	441	208.737,7	629.679,9	9.474	3.628.352
Rebanho cinco maiores	441	203.350,2	627.698,7	9.350	3.611.002

TABELA A 8 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – TRATADOS ANTES DO TRATAMENTO: MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 30 KM

	Tratados Antes do Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	304	15,59132	2,445291	8,237202	23,67126
Taxa de Mortalidade Perinatal	289	18,49809	7,118426	3,154574	44,49152
Gestação maior de 36 semanas	304	21,99693	15,57118	0	68,98433
Gestação menor de 32 semanas	304	0,1414567	0,1757374	0	0,8744685
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	304	7,96147	4,997779	0	29,25532
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	304	2,65439	2,504022	0	13,7931
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	304	16,97816	7,426046	2,159827	44,44444
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	304	20,14819	8,232641	2,159827	51,28205
População	304	169.972,9	495.691,4	8520	2.554.628
Área Colhida	304	9.533,852	9.788,659	142	47.892
Área Plantada	304	9.586,484	9.806,534	161	47.892
Valor da Produção	304	22.480,83	36.249,08	313.357	386.837,7
PIB	248	3.570.595	1,16e+07	71.982,95	6,92e+07
Rebanho Total	304	437.848,7	476.699,8	6149	2.017.375
Rebanho cinco maiores	304	433.428	475.134,6	6016	2.012.831

TABELA A 9 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – TRATADOS DEPOIS DO TRATAMENTO: MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 30 KM

	Tratados Depois do Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	256	14,09904	2,809926	8,078768	24,84006
Taxa de Mortalidade Perinatal	245	17,56966	6,824092	2,03666	44,94382
Gestação maior de 36 semanas	256	15,21433	16,55052	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	256	0,1561252	0,2183084	0	1,139563
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	245	6,642275	4,076208	0	22,12389
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	245	1,684002	2,203942	0	13,33333
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	245	12,40908	5,800219	1,443001	40,201
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	251	14,653	6,882461	1,763668	40,201
População	284	118.436,6	404.382,8	7.601	2.686.612
Área Colhida	284	8.806,687	9.348,857	9	45.568
Área Plantada	284	8.892,415	9.347,76	9	45.568
Valor da Produção	284	21.958,14	30.195,18	46,03337	207.008,9
PIB	200	2.378.558	9.891.027	69.890,58	7,40e+07
Rebanho Total	284	506.773,8	719.123,5	3.711	3.702.445
Rebanho cinco maiores	284	484.018	681.399,3	3.519	3.336.165

TABELA A 10 – ESTATÍSTICA DESCRIPTIVA – MUNICÍPIOS TRATADOS LOCALIZADOS ENTRE 0 KM A 30 KM

	Grupo Tratamento				
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	560	14,90914	2,719653	8,078768	24,84006
Taxa de Mortalidade Perinatal	534	18,07212	6,993762	2,03666	44,94382
Gestação maior de 36 semanas	560	18,89631	16,36505	0	106,4754
Gestação menor de 32 semanas	560	0,1481623	0,1963011	0	1,139563
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	549	7,372758	4,651846	0	29,25532
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	549	2,221339	2,421314	0	13,7931
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	549	14,93914	7,11612	1,443001	44,44444
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	555	17,66298	8,120254	1,763668	51,28205
População	588	145.081,2	454.239,5	7.601	2.686.612
Área Colhida	588	9.182.636	9.577,53	9	47.892
Área Plantada	588	9.251,253	9.585,835	9	47.892
Valor da Produção	588	22.228,38	33.434,97	46.03337	386.837,7
PIB	448	3.038.435	1,09e+07	69.890,58	7,40e+07
Rebanho Total	588	471.139,1	606.470,4	3.711	3.702.445
Rebanho cinco maiores	588	457.862,6	583.967	3.519	3.336.165

TABELA A 11 – ESTATÍSTICA DESCritIVA – MUNICÍPIOS CONTROLES LOCALIZADOS ENTRE 50 KM A 75 KM

		Grupo Controle			
	Observações	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Taxa de Natalidade	600	1,502,624	3,569,261	2,097,022	2,830,794
Taxa de Mortalidade Perinatal	505	235,185	1.287,492	0	1.351,351
Gestação maior de 36 semanas	600	1,201,903	1,302,019	0	569,814
Gestação menor de 32 semanas	600	0,1115538	0,2161662	0	1,687,533
Taxa de Mortalidade Neonatal Precoce	522	1,036,211	9,260,738	0	8,695,652
Taxa de Mortalidade Neonatal Tardia	522	2,775,581	4,327,492	0	3,333,333
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 1 ano	522	19,053	1,262,965	1,897,533	1,176,471
Taxa de Mortalidade Infantil – menos de 5 anos	535	216,963	1,296,437	1,897,533	1,176,471
População	630	20.151,16	18.529,57	2086	88321
Área Colhida	630	6,875,344	6.622,2	30	33795
Área Plantada	630	7.103,87	6.738,298	57	33.795
Valor da Produção	630	20.281,58	40.476,35	4.491,531	345.622,7
PIB	480	208.732,6	261.518	15.742,94	1.477.080
Rebanho Total	441	208.737,7	629.679,9	9.474	3.628.352
Rebanho cinco maiores	441	203.350,2	627.698,7	9.350	3.611.002

TABELA A 12 – EFEITO TRANSBORDAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS – SAÚDE DE MUNICÍPIOS DE 15 KM A 30 KM DO EIXÃO COM CONTROLE DE MUNICÍPIOS DE 50 KM A 75 KM DO EIXÃO (CLUSTER DE MUNICÍPIO)

	Taxa de Natalidade	Taxa de mortalidade Perinatal	Gestação maior de 36 semanas	Gestação menor de 32 semanas	Taxa Mortalidade de Neonatal Precoce	Taxa de Mortalidade Neonatal tardia
Efeito tratamento	1,310988**	-1,451939	2,061495	2,061495	-1,451939	-0,5041388
Erro Padrão	0,5568184	1,287151	2,948797	2,948797	1,287151	0,5776743
Estatística <i>t</i>	2,35	-1,13	0,70	0,70	-1,13	-0,87
Nº obs.	820	735	820	820	735	735
Nº Municípios	41	41	41	41	41	41
Nº controle	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	11	11	11	11	11	11

Nota: Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

TABELA A 13 – EFEITO TRANSBORDAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES SOCIODEMOGRÁFICOS – SAÚDE (OUTROS INDICADORES) DE MUNICÍPIOS DE 15 KM A 30 KM DO EIXÃO COM CONTROLE DE MUNICÍPIOS DE 50 KM A 75 KM DO EIXÃO (CLUSTER DE MUNICÍPIO)

	Taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano)	Taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos)	População
Efeito tratamento	-0,7397758	-1,451939	1.398,3
Erro Padrão	1,866826	1,287151	839,0432
Estatística <i>t</i>	-0,40	-1,13	1,67
Nº obs.	735	735	861
Nº Municípios	41	41	41
Nº controle	30	30	30
Nº tratado	11	11	11

Nota: Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** *p* < 0,01, ** *p* < 0,05, * *p* < 0,1.

TABELA A 14 – EFEITO TRANSBORDAMENTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO DE MUNICÍPIOS DE 15 KM A 30 KM DO EIXÃO COM CONTROLE DE MUNICÍPIOS DE 50 KM A 75 KM DO EIXÃO (CLUSTER DE MUNICÍPIO)

	Efetivo de Rebanho total	Rebanho cinco maiores	Total Área Colhida	Total Área Plantada	Total Valor da produção	PIB
Efeito tratamento	171.848,5	150.251,9	-463,4642	-312,5005	-5.622,919	145.046,6
Erro Padrão	107.518,5	101.710	895,5889	916,1386	5.812,321	107.660
Estatística <i>t</i>	1,60	1,48	-0,52	-0,34	-0,97	1,35
Nº obs.	672	672	861	861	861	656
Nº Municípios	41	41	41	41	41	41
Nº controle	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	11	11	11	11	11	11

Nota: Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** *p* < 0,01, ** *p* < 0,05, * *p* < 0,1.

TABELA A 15 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXA DE NATALIDADE, TAXA DE MORTALIDADE PERINATAL, GESTAÇÃO MAIOR DE 36 SEMANAS E GESTAÇÃO MENOR DE 32 SEMANAS (CLUSTER: TRECHO)

	Taxa de Natalidade		Taxa de Mortalidade Perinatal		Gestação maior de 36 semanas		Gestação menor de 32 semanas	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km
Efeito tratamento	1,682515**	1,439221**	-2,568223*	-1,651111	6,324729	4,302239	0,0205057	0,0188379
Erro Padrão	0,591525	0,4883592	0,9317331	0,8275008	4,13218	3,727676	0,0422189	0,0253383
Estatística <i>t</i>	2,84	2,95	-2,76	-2,00	1,53	1,15	0,49	0,74
Nº obs.	940	1.160	836	1.039	940	1.160	940	1.160
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: Cluster de trecho de conclusão das obras do Eixão das Águas. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

TABELA A 16 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXA DE MORTALIDADE NEONATAL PRECOCE, TAXA DE MORTALIDADE NEONATAL TARDIA, TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 1 ANO) E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 5 ANOS) (CLUSTER: TRECHO)

	Taxa Mortalidade Neonatal Precoce		Taxa de Mortalidade Neonatal tardia		Taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano)		Taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos)	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 km – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km
Efeito tratamento	-3,00367*	-2,196914**	-0,9357558	-0,826881	-3,534541	-2,196405	-3,776057	-2,303186
Erro Padrão	1,178404	0,6849203	0,6875695	0,4080536	1,94195	1,387638	2,045807	1,44307
Estatística <i>t</i>	-2,55	-3,21	-1,36	-2,03	-1,82	-1,58	-1,85	-1,60
Nº obs.	858	1.071	858	1.071	858	1.071	873	1.090
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: Cluster de trecho de conclusão das obras do Eixão das Águas. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

TABELA A 17 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: POPULAÇÃO (CLUSTER: TRECHO)

	População	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km
Efeito tratamento	18.708,57	10.715,12
Erro Padrão	11.836,66	7.606,326
Estatística <i>t</i>	1,58	1,41
Nº obs.	987	1.218
Nº Municípios	47	58
Nº controle	30	30
Nº tratado	17	28

Nota: Cluster de trecho de conclusão das obras do Eixão das Águas. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

TABELA A 18 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: AGRÍCOLA E TOTAL (CLUSTER: TRECHO)

	Área colhida		Área Plantada		Valor da Produção		PIB	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 km – 15 km km	(2) 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 – 75 km	(2) 75 km
Efeito tratamento	-108,756	-226,7648	-76,97702	-175,8938	1.942,276	-1.283,059	1.101.481	596.461,4
Erro Padrão	1.145,881	1.044,396	1.122,518	630,1293	6.415,808	2.737,517	1.101.481	546.685,7
Estatística <i>t</i>	-0,09	-0,22	-0,07	-0,28	0,30	-0,47	1,16	1,09
Nº obs.	987	1.218	987	1.218	987	1.218	752	928
Nº Municípios	47	58	47	58	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: Cluster de trecho de conclusão das obras do Eixão das Águas. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

TABELA A 19 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: PECUÁRIA (CLUSTER: TRECHO)

	Efetivo de Rebanho Total		Efetivo de rebanho – cinco maiores	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km
Efeito tratamento	94.713,81**	112.773,1**	85.272,61**	100.432,3**
Erro Padrão	30.031,04	38.107,19	27.792,35	36.294,65
Estatística <i>t</i>	3,15	2,96	3,07	2,77
Nº obs.	798	1.029	798	1.029
Nº Municípios	47	58	47	58
Nº controle	30	30	30	30
Nº tratado	17	28	17	28

Nota: Cluster de trecho de conclusão das obras do Eixão das Águas. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

TABELA A 20 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXA DE NATALIDADE, TAXA DE MORTALIDADE PERINATAL, GESTAÇÃO MAIOR DE 36 SEMANAS E GESTAÇÃO MENOR DE 32 SEMANAS (CLUSTER DE MUNICÍPIO E COM MATCHING)

	Taxa de Natalidade		Taxa de Mortalidade Perinatal		Gestação maior de 36 semanas		Gestação menor de 32 semanas	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 15 km 75 km	(1) 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km
Efeito tratamento	1,465583**	1,166801**	-3,55051**	-2,497272	6,250475**	4,221341*	0,0282762	0,04038*
Erro Padrão	0,7206136	0,5430911	1,703558	1,518444	3,011518	2,276359	0,0324459	0,0213446
Estatística <i>t</i>	2,03	2,15	-2,08	-1,64	2,08	1,85	0,87	1,89
Nº obs,	820	1.080	694	884	840	1.040	880	1120
Nº Municípios	41	54	38	48	42	52	44	56
Nº controle	24	26	21	20	25	24	27	28
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município e com matching, Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1,

TABELA A 21 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: TAXA DE MORTALIDADE NEONATAL PRECOCE, TAXA DE MORTALIDADE NEONATAL TARDIA, TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 1 ANO) E TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL (MENOS DE 5 ANOS) (CLUSTER DE MUNICÍPIO E DE MATCHING)

	Taxa Mortalidade Neonatal Precoce		Taxa de Mortalidade Neonatal tardia		Taxa de mortalidade infantil (menos de 1 ano)		Taxa de mortalidade infantil (menos de 5 anos)	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km
Efeito tratamento	-3,535745***	-2,54727**	-0,7276375*	-1,098864***	-4,210028**	-2,913233*	-4,796744**	-3,093527*
Erro Padrão	1,286632	1,089999	0,3625448	0,4074839	1,733949	1,515038	1,835207	1,577312
Estatística <i>t</i>	-2,75	-2,34	-2,01	-2,70	-2,43	-1,92	-2,61	-1,96
Nº obs,	725	978	690	992	735	974	731	1.003
Nº Municípios	38	51	36	54	39	52	39	53
Nº controle	21	23	19	26	22	24	22	25
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município e com *matching*. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** *p* < 0,01, ** *p* < 0,05, * *p* < 0,1,

TABELA A 22 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE INDICADORES DE SAÚDE: POPULAÇÃO (CLUSTER DE MUNICÍPIO E COM MATCHING)

	População	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km → 50 km – 75 km
Efeito tratamento	18.705,58*	10.715,12*
Erro Padrão	10.827,47	6.013,025
Estatística <i>t</i>	1,73	1,78
Nº obs,	987	1.218
Nº Municípios	47	58
Nº controle	30	30
Nº tratado	17	28

Nota: cluster de município e com *matching*. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$,

TABELA A 23 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: AGRÍCOLA E TOTAL (CLUSTER DE MUNICÍPIO E COM MATCHING)

	Área colhida		Área Plantada		Valor da Produção		PIB	
	(1) 15 km -> 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km -> 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 15 km 75 km	(1) 30 km -> 50 km – 15 km km	(2) 30 km -> 50 km – 15 km 75 km	(1) 30 km -> 50 km – 15 km km	(2) 30 km -> 50 km – 15 km – 75 km
Efeito tratamento	-106,3416	-222,7455	-72,40084	-171,1065	106,0199	-2.881,838	1.101.481	596.461,4*
Erro Padrão	760,2564	625,9767	767,0921	639,4452	3.727,397	3.404,712	671.834,1	326.454,2
Estatística <i>t</i>	-0,14	-0,36	-0,09	-0,27	0,03	-0,85	1,64	1,83
Nº obs,	966	1197	966	1.197	924	1.197	752	928
Nº Municípios	46	57	46	58	44	57	47	58
Nº controle	29	29	29	30	27	29	30	30
Nº tratado	17	28	17	28	17	28	17	28

Nota: cluster de município e com matching, Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1,

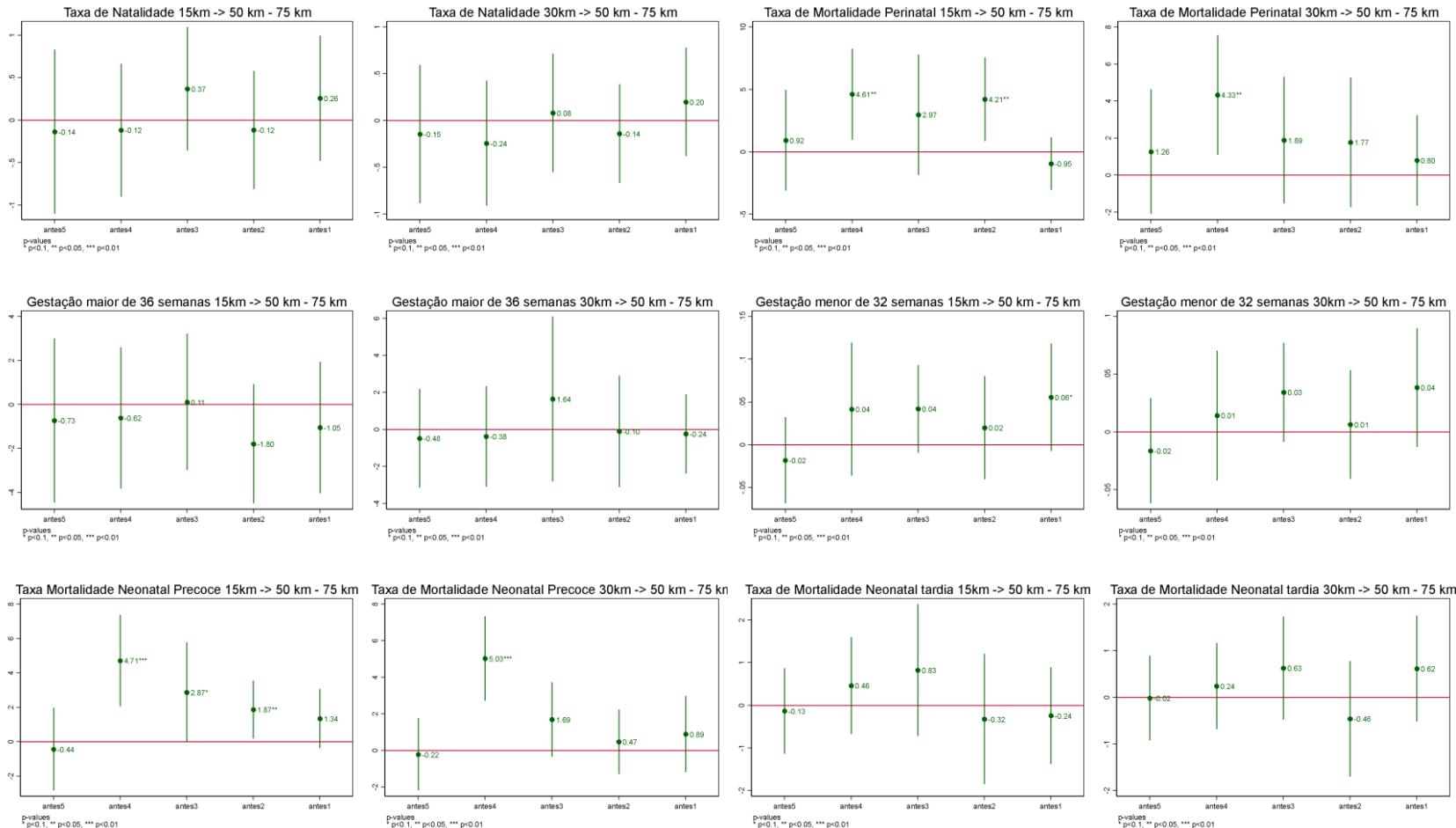
TABELA A 24 – IMPACTO DA CONSTRUÇÃO DO EIXÃO DAS ÁGUAS SOBRE O CRESCIMENTO ECONÔMICO: PECUÁRIA (CLUSTER DE MUNICÍPIO E COM MATCHING)

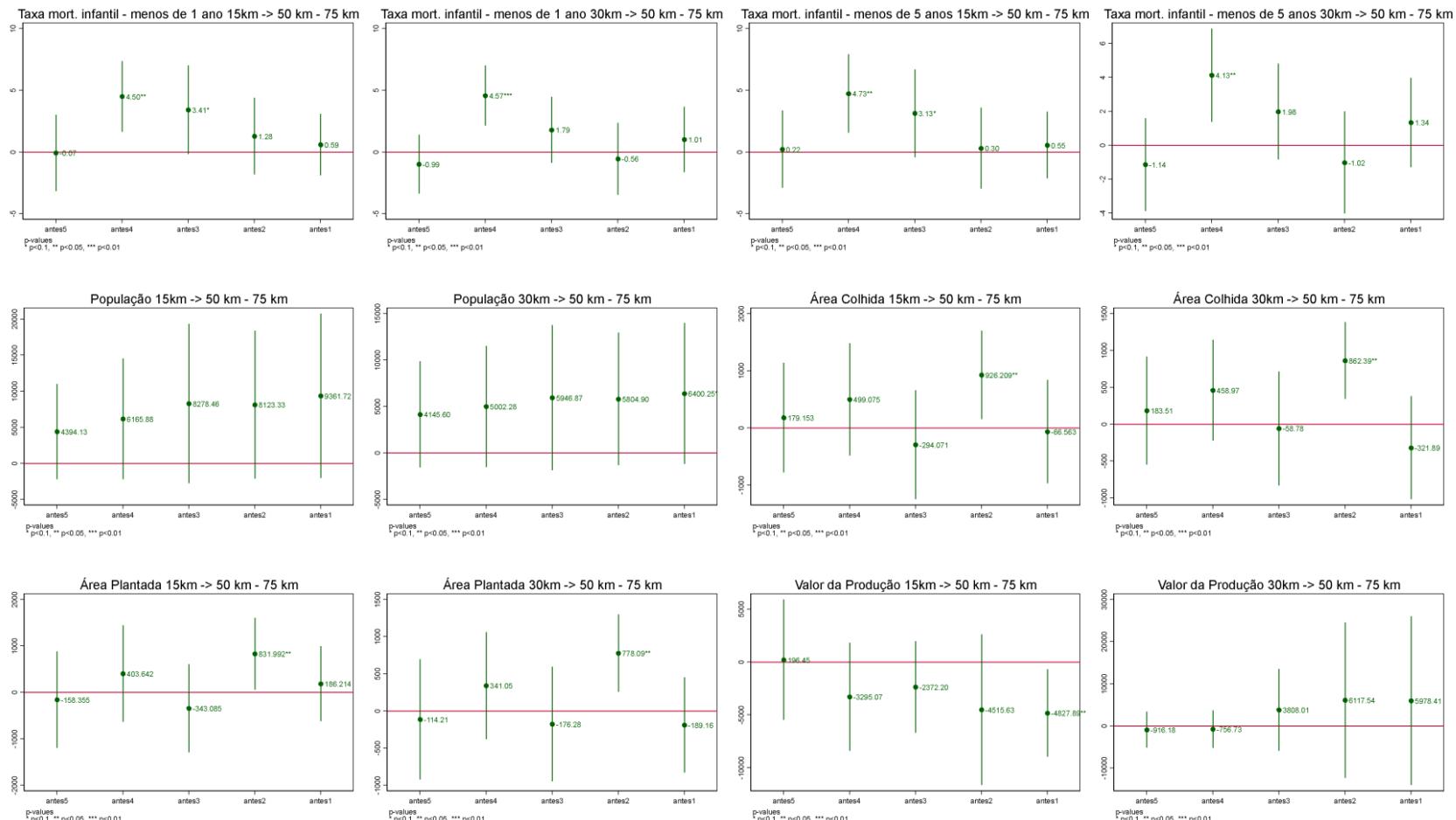
	Efetivo de Rebanho Total		Efetivo de rebanho – cinco maiores	
	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km	(1) 15 km → 50 – 75 km	(2) 30 km -> 50 km – 75 km
Efeito tratamento	109.618,9*	126.038,4**	100.191*	113.741**
Erro Padrão	59.885,16	50.620,86	54.844,45	47.169,22
Estatística <i>t</i>	1,83	2,49	1,83	2,41
Nº obs,	777	1.008	777	1.008
Nº Municípios	37	48	37	48
Nº controle	20	20	20	20
Nº tratado	17	28	17	28

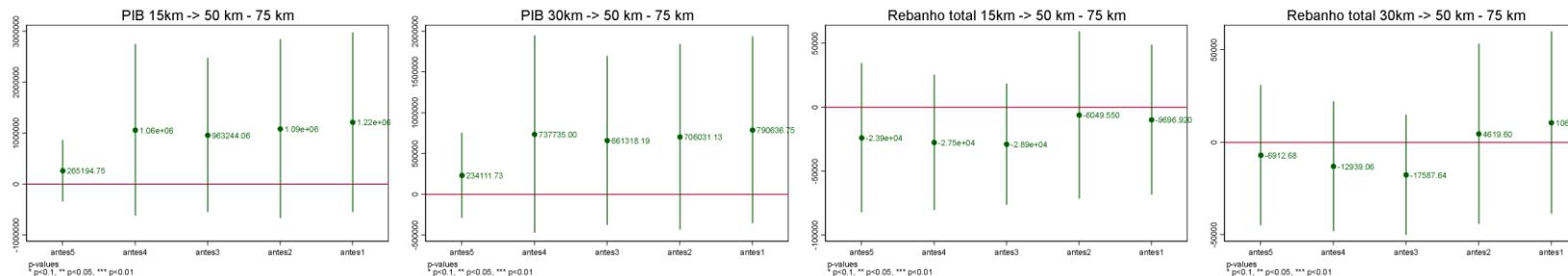
Nota: cluster de município e com *matching*. Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1,

FIGURAS

FIGURA A 1 – ESTIMAÇÃO DAS TENDÊNCIA PARALELA PRÉVIA: ESTIMAÇÕES COM ERROS CLUSTERIZADAS POR MUNICÍPIO

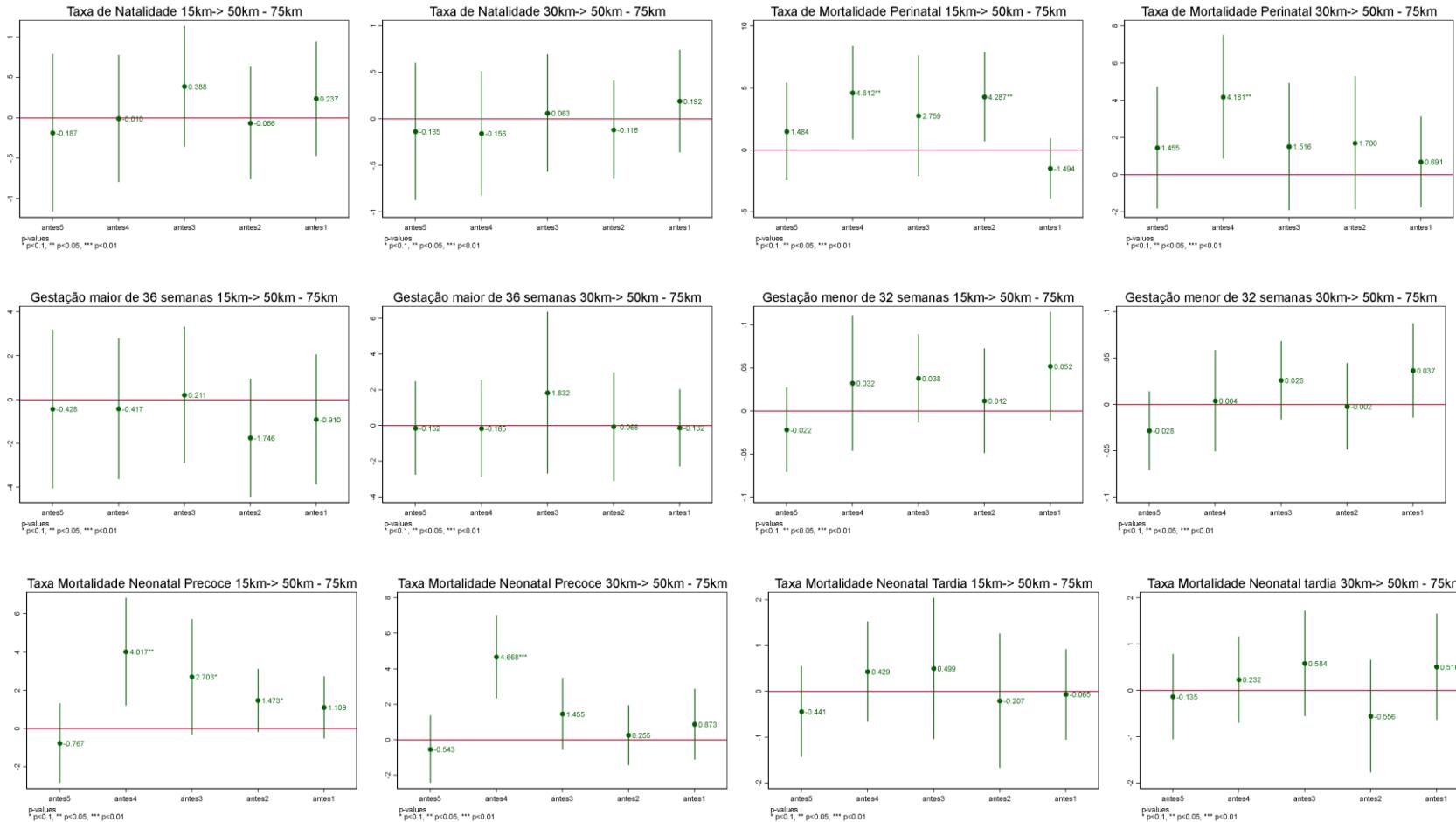


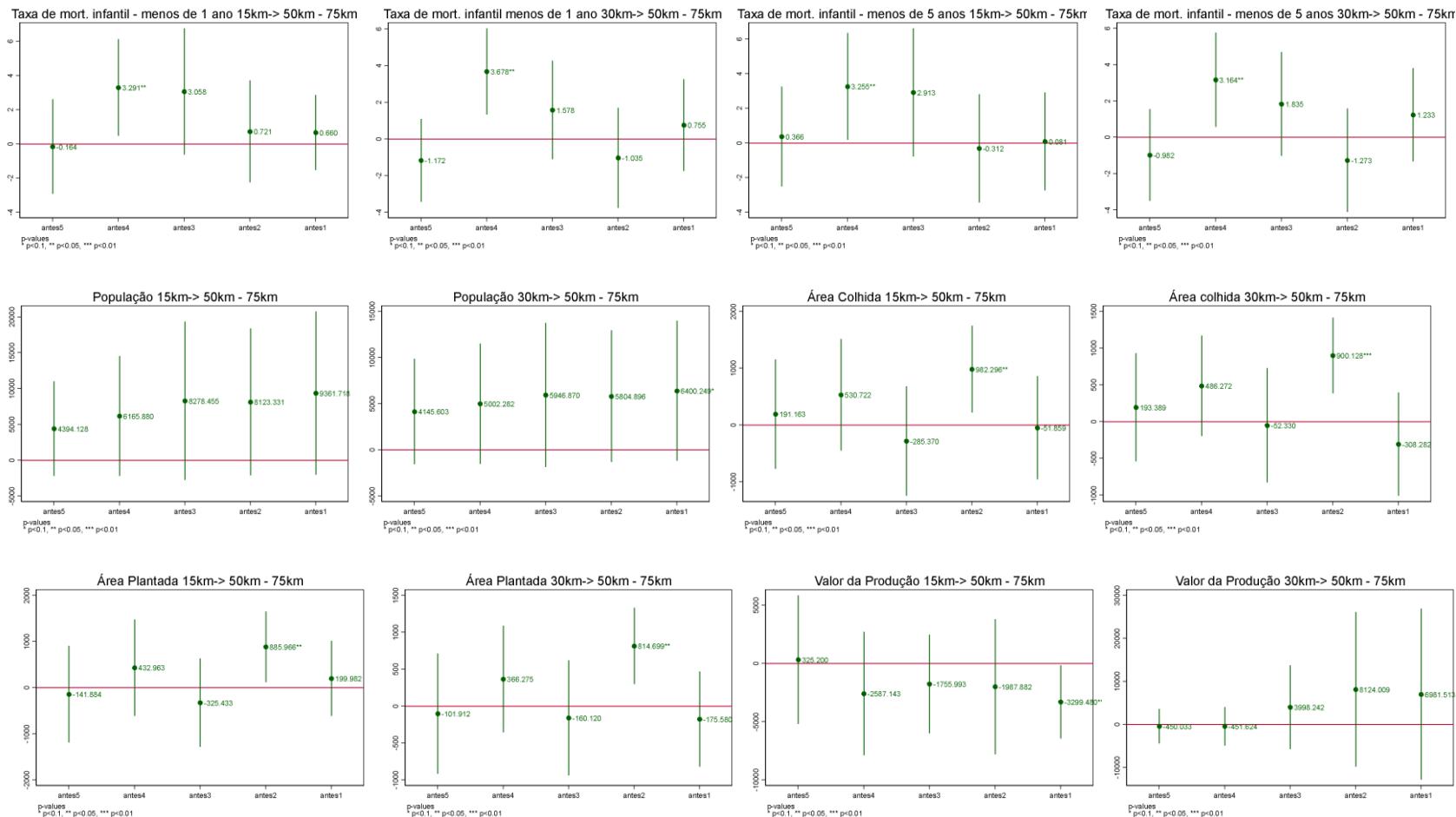


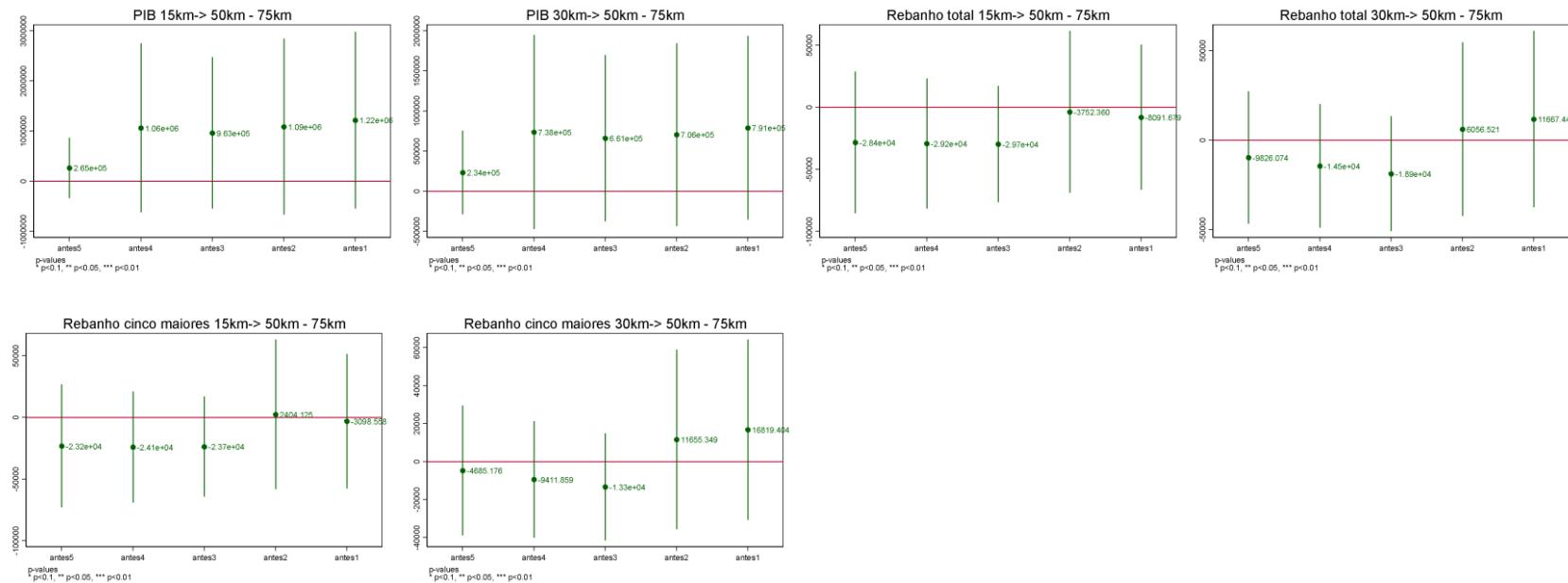


Nota: Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$,

FIGURA A 2 – ESTIMAÇÃO DAS TENDÊNCIA PARALELA PRÉVIA COM PAREAMENTO: ESTIMAÇÕES COM ERROS CLUSTERIZADAS POR MUNICÍPIO)







Nota: Os *p-values* são denotados pelos asteriscos da seguinte maneira: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1,



RELATÓRIO DO PRODUTO P5 | ESTUDO SEGURANÇA
HÍDRICA

JOF 2845/2021 | PNUD Projeto BRA/18/023

**SETE ESTUDOS DE CASO DE
AVALIAÇÕES *EX POST* DE PROJETOS
DE INVESTIMENTO EM
INFRAESTRUTURA**

CONTATO PEZCO ECONOMICS



 Alameda Santos, 1293 • 6º andar • Cj. 61
Jardim Paulista • São Paulo | SP

 + 55 11 3582-5509

 economics@pezco.com.br

 www.pezco.com.br