

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE EFETIVIDADE

Efeitos socioeconômicos municipais da construção de usinas hidrelétricas apoiadas pelo BNDES

v.5, n.16 (2023)



*O banco nacional
do desenvolvimento*

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL

RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO DE EFETIVIDADE

v.5, n.16 (2023)

Efeitos socioeconômicos municipais da construção de usinas hidrelétricas apoiadas pelo BNDES

Equipe técnica¹

André Albuquerque Sant'Anna (BNDES)

Raphael Simas Zylberberg (BNDES)

Carina Renno Siniscalchi (EPE)

Clayton Borges da Silva (EPE)

Leyla Adriana Ferreira da Silva (EPE)

Maria Fernanda Bacile Pinheiro (EPE)

Vinicius Mesquita Rosenthal (EPE)

Área de Planejamento e Pesquisa Econômica / Departamento de Análise e Avaliação de Política

Luiz Daniel Willcox de Souza

¹ O BNDES e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) mantêm acordo de cooperação técnica para intercâmbio de informações e realização de estudos e pesquisas conjuntos referentes a atividades de monitoramento e avaliação de efetividade.

Sumário

Resumo executivo	3
1. Introdução.....	4
2. Contexto.....	5
3. Dados: municípios e indicadores socioeconômicos.....	16
4. Metodologia	22
5. Resultados.....	25
6. Considerações sobre a avaliação	52
Referências.....	56
Apêndice.....	58

Resumo executivo

Este relatório apresenta uma avaliação dos efeitos da construção de usinas hidrelétricas (UHEs) sobre indicadores socioeconômicos no nível local. Foram avaliados os impactos de 28 UHEs cuja construção se iniciou entre 2002 e 2014. Além disso, foram considerados apenas empreendimentos de porte superior a 100 MW. Essas 28 UHEs afetaram 98 municípios do país, considerando canteiros de obras e áreas alagadas.

Os principais resultados apontam efeitos econômicos importantes, como o aumento do produto interno bruto (PIB) municipal, especialmente nos setores de indústria e serviços. Além disso, verifica-se forte impacto sobre a criação de empregos formais, bem como aumento da receita tributária. No que concerne aos efeitos sociais, medidos por indicadores de saúde e educação, não se observam aumentos nas despesas municipais e tampouco na infraestrutura, aqui medidas como número de leitos e número de escolas públicas municipais. Apesar da não expansão na oferta de infraestrutura de saúde e escolas, há evidências de aumento nas matrículas de alunos, sobretudo no ensino fundamental 1. Em relação aos indicadores de saúde, verifica-se aumento nas internações e mortes por acidentes de trânsito, sem alteração substancial nas taxas de homicídio e de internação por doenças respiratórias. Há, ainda, sinal de redução nas notificações de doenças cujo principal vetor de transmissão são mosquitos.

Em seguida, a mesma análise foi realizada para municípios que receberam a efetiva construção da UHE (Grupo 1) e municípios que foram afetados apenas com área alagada (Grupo 2). De modo geral, os resultados relatados são mais pronunciados no Grupo 1. Para o Grupo 2, a maior parte dos efeitos não é significativa, com exceção da arrecadação tributária.

1. Introdução

Os impactos de um empreendimento sobre as comunidades e o meio ambiente no seu entorno são um tema relevante na agenda ambiental, social e de governança (ASG). Essa questão é particularmente relevante em UHEs, empreendimentos de grande porte que podem atrair elevado contingente de trabalhadores para sua construção, acarretando a necessidade de deslocamentos populacionais, com potenciais impactos em educação, saúde, dinâmica socioeconômica e meio ambiente.

Devido a sua importância, essa temática já foi explorada em estudos conduzidos a partir de acordos de cooperação técnica e contratados pelo BNDES e pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). No primeiro estudo, Assunção, Szerman e Costa (2016) investigam os impactos de UHEs sobre variáveis econômicas, sociais e ambientais dos municípios em áreas diretamente afetadas (ADAs) por UHEs. Esses objetivos também nortearam pesquisa contratada pela EPE (2021),² na qual as ADAs são divididas entre municípios diretamente envolvidos na construção das UHEs e municípios alagados, mas não diretamente envolvidos em outros processos construtivos (EPE, 2021).

Este relatório segue a investigação acerca de impactos socioeconômicos locais da construção de UHEs. Mais especificamente, a avaliação de impacto em tela incorporará novas UHEs, além daquelas consideradas em pesquisas anteriores (ASSUNÇÃO; SZERMAN; COSTA, 2016; EPE, 2021), inclusive construídas em anos mais recentes, e buscará compreender melhor os fatores que explicam as variações nos impactos estimados entre os municípios influenciados pela implantação de hidrelétricas.

² O contrato CT-EPE-047/2020 “Rodadas de modelo para estimar os efeitos da construção de usinas hidrelétricas nos municípios atingidos, por meio de indicadores socioeconômicos” foi executado por Francisco Junqueira Moreira da Costa e contratado pela EPE.

Além desta introdução, o relatório tem mais cinco seções. Na seção 2, faz-se uma breve descrição do contexto da avaliação, isto é, das usinas e municípios avaliados no estudo, bem como um resumo do apoio do BNDES. Na seção 3, provemos maiores detalhes da montagem de nossa base de dados e das informações nela contidas. A seção 4 descreve a estratégia empírica utilizada, identificando impactos decorrentes da construção escalonada no tempo de UHEs em distintos municípios do país. Conforme apontado, é de se esperar que os efeitos sejam distintos de acordo com a natureza do impacto no município: se teve apenas área alagada ou se também recebeu o arranjo da usina, a infraestrutura de apoio à obra ou foi utilizado pelos trabalhadores (lazer, saúde ou moradia). Esses dois tipos de efeitos são reportados e interpretados na seção 5, que é seguida pelas considerações finais.

2. Contexto

Por se tratar de um tipo de empreendimento que gera impactos significativos, negativos e positivos, as UHEs estão sujeitas a licenciamento ambiental. A Resolução 1, de 23 de janeiro de 1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), estabelece a importância de entender e mitigar os efeitos desses projetos sobre “a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas” (BRASIL, 1986). Com os novos investimentos em hidrelétricas nas décadas de 2000 e 2010, diversos estudos avaliaram, com base em indicadores oficiais, os impactos sobre a saúde, a educação e a economia dos municípios que receberam UHEs (ASSUNÇÃO *et al.*, 2019; GOMES, 2014; PULICE; MORETTO, 2017; SGARBI, 2019).

A utilização de indicadores quantitativos, ainda que não cubra todo o espectro de possíveis efeitos de uma ação, permite ampliar a compreensão sobre determinada condição ou fenômeno, sendo um meio de conhecimento para a adoção de medidas práticas. Assim, os indicadores oferecem um recorte que possibilita conhecer um território, sua população, seu estado de saúde, seu

nível educacional, seu potencial econômico, entre outros fatores. Eles também podem informar sobre avanços ou retrocessos em um aspecto específico e permitem medir os efeitos de medidas adotadas, contribuindo para aprimorar o desenho de políticas públicas.

Assim, o objetivo deste relatório é aprofundar, a partir da análise de indicadores municipais, as discussões sobre os impactos socioeconômicos da construção de hidrelétricas. Dessa maneira, pretende-se gerar subsídios para a melhor compreensão dos principais efeitos em nível municipal, visando a adequação das medidas de mitigação de impactos negativos e de incentivo aos impactos positivos,³ como também para a tomada de decisão.

2.1. Usinas hidrelétricas consideradas no estudo

Para análise dos efeitos da implantação das UHEs nos municípios, adotou-se uma janela temporal de dez anos iniciada cinco anos antes do começo da construção, considerando que o período construtivo dura cerca de cinco anos. Dessa forma, o estudo não pretende capturar os efeitos do empreendimento após o início da operação. A partir desse recorte foi possível avaliar o comportamento dos indicadores em dois períodos: antes da construção e depois dos primeiros impactos decorrentes dela. Para este recorte, foram selecionadas UHEs cuja construção se iniciou entre 2002 e 2014. O corte temporal escolhido para o ano de início da construção das UHEs foi até 2014, pois a disponibilidade de dados para os indicadores a serem analisados no começo da coleta era até 2019 e o período mínimo considerado para avaliar os efeitos após o início das obras foi de cinco anos.

Como segundo critério, foram considerados apenas empreendimentos de porte superior a 100 MW. Esse parâmetro foi adotado por se entender que os impactos causados por empreendimentos menores poderiam estar diluídos e

³ Os indicadores utilizados neste relatório não esgotam os possíveis impactos de UHEs. Entre os principais impactos negativos em potencial, está a perda de biodiversidade em decorrência da fragmentação e degradação de áreas. Para uma discussão sobre o assunto, ver Lees et al. (2016).

serem confundidos com os de outras atividades econômicas, interferindo na qualidade das amostras e nos resultados. Dessa forma, foram selecionadas 28 UHEs distribuídas pelas cinco regiões brasileiras, conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 1.

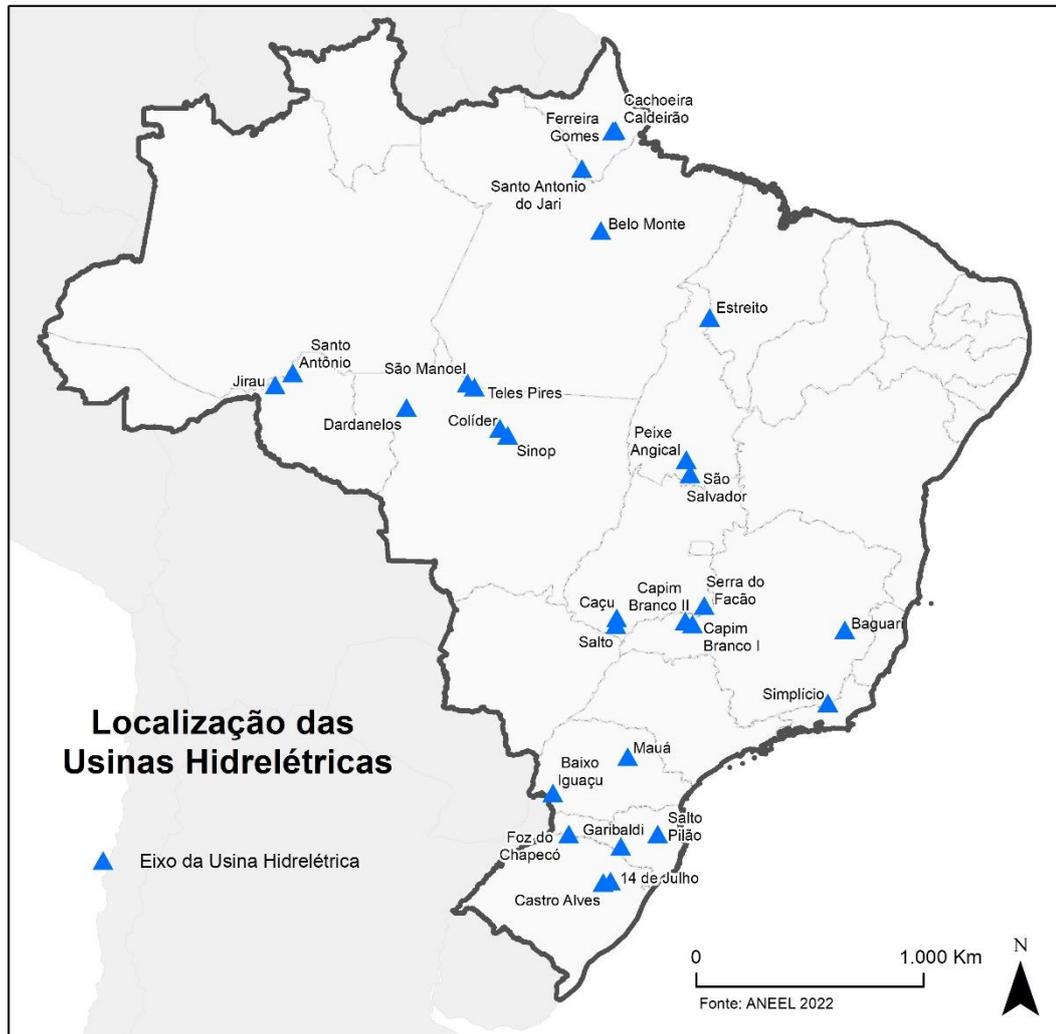
Para estimar os efeitos socioeconômicos da construção das hidrelétricas, foram utilizados indicadores socioeconômicos municipais, apresentados na seção 3. Ao todo, foram analisados 98 municípios diretamente influenciados pelas 28 UHEs estudadas.

Tabela 1 – Usinas hidrelétricas consideradas no relatório

Região	UF	Data início da obra	Potência (MW)	Usina hidrelétrica
Centro-Oeste	GO	29/03/2007	108,00	Salto
Centro-Oeste	GO	15/04/2007	212,58	Serra do Facão
Centro-Oeste	GO	28/08/2007	155,00	Caçu e Barra dos Coqueiros
Centro-Oeste	MT	15/09/2007	261,00	Dardanelos
Centro-Oeste	MT	01/04/2011	300,00	Colíder
Centro-Oeste	MT	30/09/2014	735,84	São Manoel
Centro-Oeste	MT	31/10/2014	401,88	Sinop
Norte	AP	14/10/2011	252,00	Ferreira Gomes
Norte	AP	01/11/2013	219,00	Cachoeira Caldeirão
Norte	AP/PA	31/10/2011	373,40	Santo Antônio do Jari
Norte	PA	18/08/2011	11.233,00	Belo Monte
Norte	RO	15/09/2008	3.568,80	Santo Antônio
Norte	RO	01/12/2009	3.750,00	Jirau
Norte	TO	05/12/2002	452,00	Peixe Angical
Norte	TO	01/07/2005	243,20	São Salvador
Norte/Centro-Oeste	PA/MT	22/08/2011	1.820,00	Teles Pires
Norte/Nordeste	TO/MA	01/06/2007	1.087,00	Estreito
Sudeste	MG	01/09/2003	240,00	Capim branco I
Sudeste	MG	01/04/2004	210,00	Capim branco II
Sudeste	MG	14/05/2007	140,00	Baguari
Sudeste	RJ/MG	01/03/2007	333,70	Simplício
Sul	PR	03/09/2008	361,00	Mauá
Sul	PR	11/07/2013	350,20	Baixo Iguaçu
Sul	RS	15/04/2004	130,00	Castro Alves
Sul	RS	15/10/2004	100,00	14 de julho
Sul	SC	01/08/2006	182,00	Salto do Pilão
Sul	SC	21/03/2011	191,90	Garibaldi
Sul	SC/RS	15/12/2006	855,00	Foz do Chapecó

Fonte: Elaboração própria.

Figura 1: Localização das usinas hidrelétricas



Fonte: Aneel (2022)

2.2. Agregação de municípios

Na revisão bibliográfica realizada para subsidiar o escopo do estudo contratado pela EPE (2021), foram realizados o levantamento e a análise de um conjunto de estudos que buscavam respostas sobre o impacto da construção de UHEs na qualidade de vida da população, bem como nas economias locais.

Verificaram-se variações entre as metodologias adotadas, sendo que as principais se referem: (i) à escolha dos indicadores; (ii) ao conjunto de

hidrelétricas avaliadas; (iii) ao período selecionado para análise; e (iv) ao método de seleção dos municípios do grupo de controle e do grupo de tratamento. Principalmente devido às diferenças no conjunto de UHEs avaliadas, os municípios selecionados para compor o grupo de tratamento e o grupo de controle são distintos. Porém, em todos os artigos, o grupo de tratamento é composto pelos municípios afetados pelas UHEs. Portanto, são os municípios que serão avaliados e testados quanto ao comportamento dos indicadores socioeconômicos em relação ao grupo de controle. Este, por sua vez, é composto por municípios que não foram afetados por UHEs, mas que se assemelham (por critérios selecionados em cada artigo) aos municípios afetados.

Os estudos consideraram como unidade de análise apenas os municípios alagados pelas UHEs. Essa escolha gera dois efeitos. O primeiro é a exclusão da análise de municípios próximos às UHEs, mas que não tiveram seu território diretamente afetado por elas e seus reservatórios. Entende-se ser necessário incluir os municípios que recebem afluxo populacional ou servem de base de apoio, mesmo que não tenham território alagado pelas UHEs. A falta deles fragiliza a análise, pois é onde se espera que ocorram os principais impactos negativos sobre o meio socioeconômico – por exemplo, impactos sobre infraestrutura, saúde, educação, inflação no comércio local e no mercado imobiliário e impactos positivos sobre arrecadação de impostos e PIB. O segundo efeito dessa seleção se refere à diminuição da capacidade de medir os efeitos socioeconômicos nos municípios que receberam efetivamente a maior parte dos impactos, pois estes se dispersam no conjunto total de municípios afetados, o que inclui também aqueles que não receberam afluxo populacional ou grandes impactos.

No presente estudo, para evitar os problemas apontados, os municípios de interesse foram divididos em dois tipos dentro do grupo de tratamento:

- i) municípios mais impactados pelas obras e pela chegada dos trabalhadores; e

ii) municípios alagados, mas sem afluxo populacional.

Essa divisão permitiu compreender duas trajetórias distintas em função de impactos de diferentes naturezas e intensidades. Compreender essa heterogeneidade é crucial para um desenho mais adequado de políticas públicas para os municípios.

Para chegar a esses dois grupos, a hipótese é que os municípios recebem impactos bastante distintos em função da obra, por exemplo, a casa de máquinas gera receitas municipais que não se reproduzem nos outros municípios. Do mesmo modo, os municípios onde os trabalhadores passam os momentos de lazer terão impactos sobre saúde e segurança diferentes dos outros. Portanto, considerar as médias dos efeitos em todos os municípios impactados pode esconder efeitos bastante distintos, impedindo uma compreensão mais acurada e ações mais precisas.

A fim de explorar o grau de heterogeneidade desses efeitos de acordo com uma série de características, a EPE (2021) realizou entrevistas junto aos representantes das empresas responsáveis para documentar como diferentes municípios foram afetados pela construção de 13 UHEs que estavam no escopo do trabalho. O objetivo era classificar os municípios afetados de acordo com os seguintes grupos:

- i) casa de força: municípios onde foram instaladas as casas de força das UHEs;
- ii) canteiro de obras: municípios onde foram instalados os canteiros de obras das UHEs;
- iii) força de trabalho – lazer/serviços: municípios onde os trabalhadores estavam no horário de lazer, onde iam ao comércio, bancos, etc.;
- iv) atendimento médico: municípios onde foram realizados os atendimentos médicos dos trabalhadores;
- v) registro de atendimento médico: municípios onde foram registrados os agravos de saúde dos trabalhadores;

vi) escritório da empresa: municípios que serviram de escritório da empresa e atividades administrativas relacionadas à UHE;

vii) acomodação de gerentes: municípios que serviram de alojamento dos engenheiros – gerentes da obra;

viii) outros municípios da ADA: municípios da ADA com área alagada excluídos aqueles que pertencem a pelo menos um dos grupos de i a vii.

Como muitos municípios apresentam mais de uma dessas características, há uma sobreposição considerável entre os grupos, conforme EPE (2021). O grau de similaridade é muito alto, especialmente entre categorias associadas diretamente à construção da usina – isto é, com muita frequência, no mesmo município se localizam a casa de força, o canteiro de obras, o local de lazer dos operários etc. –, em oposição aos municípios afetados pelo alagamento, mas não impactados pelas obras.

Por essa razão, não é possível isolar o efeito diferencial de cada categoria. Assim, para a análise principal deste estudo, de maneira mais simplificada e informativa, agregamos novamente os grupos em duas categorias mutuamente excludentes, a saber:

- Grupo 1 (“obras”): municípios que se encontram em pelo menos uma das categorias de 1 a 7, ou seja, contemplam o arranjo da usina, a infraestrutura de apoio à obra e são utilizados pelos trabalhadores (lazer, saúde ou moradia).
- Grupo 2 (“alagamento”): municípios localizados na área do reservatório, excluindo aqueles contemplados no Grupo 1.

Para saber quais os municípios foram alagados pela UHE, utilizou-se a base da Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel). Para identificar os municípios do Grupo 1, foi necessário realizar entrevistas com representantes das empresas responsáveis pelos empreendimentos.

2.3. Metodologia das entrevistas

Para complementar as entrevistas realizadas pela EPE (2021), em função do aumento da quantidade de UHEs em análise, foi realizada uma nova rodada de entrevistas para abarcar as 28 usinas que compõem esta avaliação. Essa etapa se iniciou com o levantamento dos responsáveis técnicos e seus contatos principais. Posteriormente, foi realizado o contato direto por e-mail, monitoramento das respostas e agendamento dos dias e horários para realização das reuniões.

Executadas de forma virtual e com duração média de uma hora, as entrevistas tiveram o objetivo de coletar as informações necessárias para identificar os municípios a serem classificados como Grupo 1 ou Grupo 2. Secundariamente, foram obtidas informações e interpretações sobre a dinâmica socioeconômica e ambiental local em temas diretamente relacionados aos impactos socioeconômicos relacionados à chegada das hidrelétricas. As perguntas, previamente apresentadas aos entrevistados, foram as seguintes:

1. Qual o município onde os trabalhadores estavam no horário de lazer, onde iam ao comércio, ao banco etc.?
2. Qual o município serviu de escritório da empresa/administrativo?
3. Qual o município onde foi instalado o canteiro de obra?
4. Qual município serviu para alojamento dos engenheiros/gerentes da obra?
5. Em qual município foi instalada a casa de força?
6. Qual o município onde foram realizados os atendimentos médicos dos trabalhadores?
7. Qual o município onde foram registrados os agravos de saúde dos trabalhadores?

Foram realizadas 17 novas entrevistas, sendo 15 no formato virtual e duas por meio do recebimento das respostas ao questionário, via e-mail.

Por meio das respostas aos questionários foi possível reavaliar a aderência e pertinência das perguntas e consolidar algumas definições e ajustes. Decidiu-se excluir a UHE Pedra do Cavalo, que foi concebida e construída como um reservatório para abastecimento de água na década de 1980, mas posteriormente adaptada para a geração de energia elétrica. Também foram excluídas as perguntas 2 e 4 por causa dos poucos efeitos esperados. As respostas à pergunta 2 indicaram que o registro de trabalho coincidia com o local da obra, logo, não era relevante manter a questão. Já a pergunta 4 teve como objetivo inicial identificar efeitos econômicos, mas constatou-se que ela englobava poucos funcionários, na grande maioria dos casos, localizados em cidades maiores, cujos efeitos não seriam identificados pela metodologia adotada.

As UHEs Caçu e Barra dos Coqueiros passaram a ser tratadas como um complexo, tendo em vista que foram construídas e entraram em operação no mesmo período. Além disso, ambas estão localizadas no rio Claro, a cerca de 40 km de distância de um eixo ao outro, provocando o alagamento dos mesmos municípios com seus reservatórios (Caçu e Cachoeira Alta).

Durante as entrevistas, foi informado que algumas capitais e polos regionais receberam trabalhadores que necessitavam de atendimento médico (perguntas 6 e 7). Esses municípios fizeram parte do grupo de tratamento (Grupo 1).⁴

Após realizadas as entrevistas, ao se cruzar com os dados da Aneel, foi possível notar que, para 13 UHEs, a divisão entre Grupo 1 e Grupo 2 não é aplicável, pois os municípios dos dois grupos se repetem, isto é, todos os municípios com área alagada também receberam o arranjo da usina, a

⁴ Como ponto de melhoria para futuros trabalhos, sugere-se excluir da análise os municípios que aparecem apenas nas perguntas 6 e 7 e são polos regionais ou capitais, uma vez que os efeitos provavelmente serão mínimos em relação ao tamanho do município e podem distorcer os resultados para quase todos os indicadores. São oito municípios que se enquadram nesses casos.

infraestrutura de apoio à obra ou foram utilizados pelos trabalhadores (lazer, saúde ou moradia).

2.4. Apoio do BNDES

O BNDES apoiou todas as UHEs consideradas nesta avaliação.⁵ A Tabela 2 apresenta o valor agregado do apoio e do investimento total das UHEs apoiadas, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) para preços de dezembro de 2021, por ano de início de obra. Entre 2002 e 2014, período de importante expansão do sistema de geração elétrica a partir de UHEs, foram investidos R\$ 190 bilhões, 60% desse total financiado pelo BNDES.

Tabela 2 – Valor do apoio e do investimento total (R\$ bilhões, dez. 2021)

Ano de início da obra	Valor total do apoio	Valor total do investimento
2002	2,0	3,9
2003	0,3	1,3
2004	1,4	2,3
2005	1,4	2,1
2006	4,6	6,4
2007	15,2	22,7
2008	18,9	40,4
2009	19,0	31,8
2010	-	-
2011	47,0	68,7
2012	-	-
2013	1,1	3,1
2014	3,6	7,5
Total	114,4	190,3

Fonte: Elaboração própria a partir do Sistema Operações do BNDES.

Como ressalta Esposito (2010), as modificações do marco regulatório em 2004 geraram um incentivo à retomada dos investimentos em geração de eletricidade. Em parte, esse recrudescimento do investimento ocorreu graças a um mecanismo de mitigação de riscos para o empreendedor e para o credor,

⁵ A Tabela A.2, no apêndice, apresenta as usinas apoiadas e o valor nominal do apoio.

substanciado a partir da alteração no marco regulatório. De fato, quando se observa a Tabela 2, percebe-se um aumento substancial dos investimentos, sobretudo a partir de 2006.

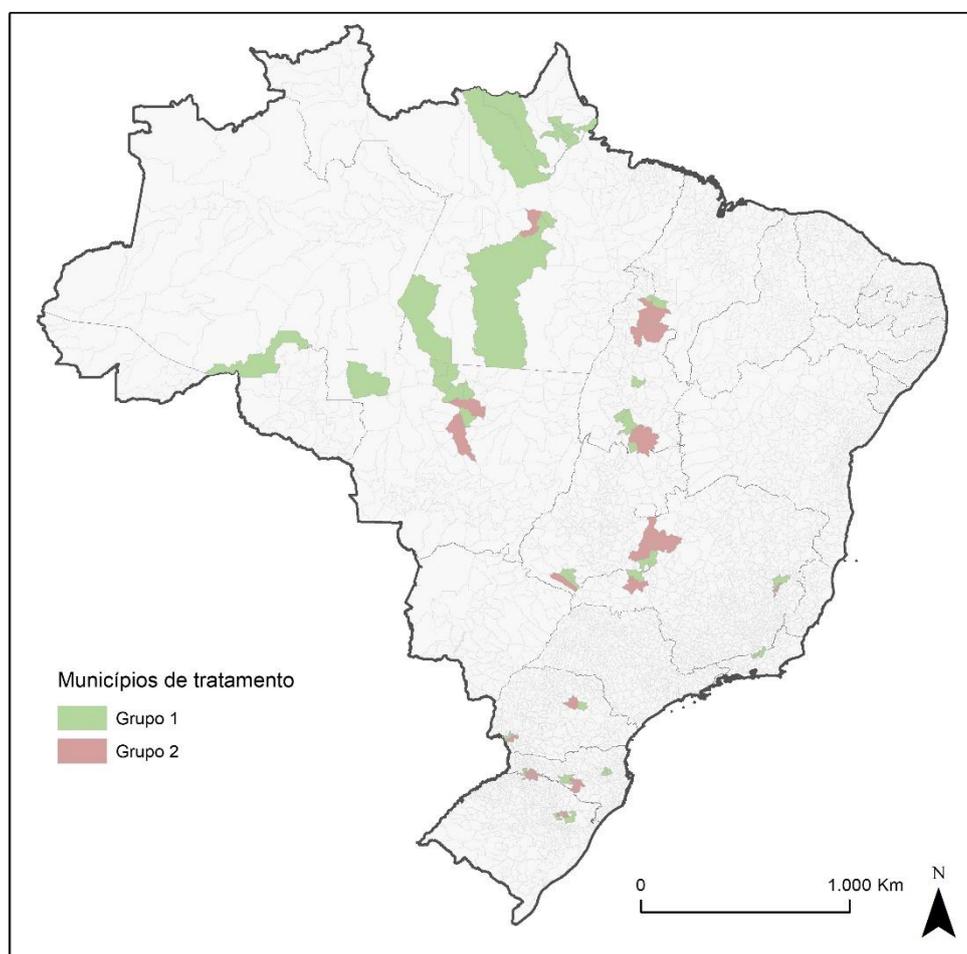
3. Dados: municípios e indicadores socioeconômicos

3.1. Municípios afetados

A partir do georreferenciamento das UHEs e da divisão dos municípios nos grupos 1 e 2, foi possível definir os municípios que compõem o grupo de tratamento para esta avaliação. A Tabela A.3, no Apêndice, apresenta os municípios no grupo de tratados, com informações sobre tipo de grupo e ano de início de construção. A Figura 2 evidencia a localização dos municípios tratados, de acordo com o grupo de tratamento. Ao todo, são 98 municípios, divididos nos grupos 1 e 2. Municípios que, durante o período de análise, receberam mais de uma UHE são considerados como tratados a partir do início da construção da primeira UHE.⁶

⁶ São 14 municípios que se enquadram nesse caso e todos pertencem ao Grupo 1.

Figura 2: Municípios tratados, por grupo



Fonte: Elaboração própria.

3.2. Indicadores

Esta avaliação busca encontrar impactos da construção de UHEs sobre uma série de variáveis socioeconômicas. O Quadro 1 apresenta um resumo dos indicadores utilizados, com as respectivas unidades de medida e fontes das informações. Em seguida, discute-se em mais detalhes cada um dos indicadores.

Quadro 1 – Indicadores utilizados, unidades de medida e fonte

Indicador	Unidade de medida	Fonte
PIB Municipal	R\$	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)
Emprego formal total e por setor de atividade	Nº de empregos formais	Relação Anual de Informações Sociais/Ministério do Trabalho e Previdência (Rais/MTP)
Receitas tributárias	R\$	Finanças do Brasil/Secretaria do Tesouro Nacional (Finbra/STN)
Despesas com saúde	R\$	Finbra/STN
Despesa com educação	R\$	Finbra/STN
Nº de escolas por município	Nº de escolas	Censo Escolar/Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep)
Nº de alunos em cada nível de ensino	Nº de matrículas	Censo Escolar/Inep
Taxa de mortalidade	Nº total de óbitos por 100 mil habitantes	Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM)/Datasus
Taxa de mortalidade por homicídio	Nº de homicídios por 100 mil habitantes	SIM/Datasus
Taxa de mortalidade por acidentes de trânsito	Nº de óbitos por acidentes de transporte por 100 mil habitantes	SIM/Datasus
Taxa de internações hospitalares	Nº de internações hospitalares por 100 mil habitantes	Sistema de Informações Hospitalares (SIH)/Datasus
Taxa de internações hospitalares por doenças respiratórias	Nº de internações hospitalares por doenças respiratórias por 100 mil habitantes	SIH/Datasus
Taxa de internações hospitalares por acidentes de trânsito	Nº de internações hospitalares por acidentes de trânsito por 100 mil habitantes	SIH/Datasus
Taxa notificações de doenças	Nº de notificações por 100 mil habitantes	Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan)/Datasus
Taxa notificações de doenças sexualmente transmissíveis (DSTs)	Nº de notificações de DSTs por 100 mil habitantes	Sinan/Datasus
Taxa de notificações de doenças relacionadas a mosquitos	Nº de notificações de doenças relacionadas a mosquitos por 100 mil habitantes	Sinan/Datasus

Fonte: Elaboração própria.

3.3. Variáveis econômicas

3.3.1. PIB Municipal

O IBGE divulga o PIB de cada município do país. Para o cálculo do PIB dos municípios, considera apenas a ótica da produção.⁷ Desse modo, leva em conta também o valor adicionado dos setores da economia: agropecuária, indústria e serviços.⁸

Nesta avaliação, são utilizados os dados de PIB municipal total, e a atividade dos setores de agropecuária, indústria e serviços, com base no valor adicionados dos setores no período 2002-2017.

3.3.2. Emprego formal total e por setor de atividade

Ainda como forma de avaliar efeitos sobre atividade econômica, são utilizados dados de vínculos empregatícios formais por município: total de empregos formais e vínculos formais por setor de atividade econômica. A fonte de dados é a Rais/MTP⁹ referente aos anos de 1999 a 2018. A partir das bases Rais Estabelecimentos, foram calculados os vínculos formais em 31 de dezembro de cada ano por setor e município. As informações foram agrupadas por seção da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae).

⁷ Nas Contas Nacionais, o PIB é calculado a partir de três óticas distintas: da produção, da demanda e da renda. Por definição contábil, o PIB calculado a partir das três óticas deve ser igual.

⁸ Para detalhes do cálculo do PIB municipal, ver:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101776_notas_tecnicas.pdf.

⁹ A Rais é um registro administrativo do governo e uma das principais fontes de informação sobre o mercado de trabalho formal brasileiro, amplamente utilizada pelo governo na elaboração e acompanhamento de políticas públicas de trabalho, emprego e renda e por diversos segmentos da sociedade (empresas, acadêmicos, sindicatos etc.) para estudos, monitoramento e tomada de decisões relacionadas ao mundo do emprego formal. Este trabalho utilizou os microdados identificados da Rais, disponibilizada pelo Ministério da Economia por meio de um acordo de cooperação técnica.

3.3.3. Receitas tributárias e despesas com saúde e educação

A STN divulga informações sobre finanças públicas de estados, municípios e do Distrito Federal. Essas informações compõem diversos dados de receitas e despesas dos entes federativos e são disponibilizadas por meio da base de dados Finbra. Nesta avaliação, serão utilizadas as variáveis relativas a receitas tributárias, além de despesas com educação e saúde. Ainda que o Finbra tenha limitações relativas à completude das informações propiciadas pelos municípios (CARVALHO; FREITAS, 2022), acredita-se que as variáveis utilizadas sofram menos por conta da importância das respectivas rubricas para prestação de contas perante a sociedade. Os dados de finanças públicas estão disponíveis para o período 2002-2017.

3.4. Variáveis sociais (saúde e educação)

3.4.1. Dados de educação

Além de despesas com educação, esta avaliação considera também a evolução do número de escolas por município, bem como o número de alunos matriculados no ensino fundamental 1 e 2 e no ensino médio. Os dados referentes a escolas têm como fonte o Censo Escolar e o período coberto é de 2007 a 2019. O Censo Escolar também é a fonte para o número de matrículas por segmento e o período considerado é de 2007 a 2019.

3.4.2. Dados de saúde – mortalidade, hospitalizações e notificações

Conforme discutido anteriormente, é possível que o choque relativo ao início de construção de uma UHE de maior porte, sobretudo em municípios menores, tenha impactos sobre indicadores de saúde da população local. Nesse sentido, foram extraídos dados do Datasus para compor taxas de

mortalidade, de internações hospitalares e de notificações de doenças por 100 mil habitantes. As informações de mortalidade são provenientes do SIM/Datasus. Além do número total de óbitos por ano e município de residência, foram considerados os óbitos por duas causas externas específicas: homicídios e acidentes de trânsito.

Em relação às internações hospitalares, foram calculadas as hospitalizações totais por duas causas específicas: doenças respiratórias e acidentes de trânsito. Essas informações, em base anual e por município de residência, foram extraídas do SIH/Datasus. Tanto as informações do SIH quanto as do SIM cobrem o período 2002-2019.

É possível que algumas complicações de saúde não se transformem em hospitalizações ou óbitos. Por essa razão, foram extraídos dados do Sinan/Datasus. Esse sistema é alimentado por estados e municípios para uma lista de doenças de notificação compulsória. Dessa lista de doenças, foram extraídos os dados anuais e por município de residência para DSTs e doenças relacionadas a mosquitos. Nesse caso, foram consideradas as seguintes doenças: dengue, *chikungunya*, *zika*, leishmaniose visceral e leishmaniose tegumentar americana. As informações do Sinan cobrem o período 2007-2019.

Além dos indicadores mencionados, também serão considerados os efeitos sobre a infraestrutura do sistema de saúde local, medidos pelo número de leitos ofertado pelo Sistema Único de Saúde (SUS) no município. Essa variável cobre o período 2005-2019.

É importante situar que, apesar da estimativa da população nos anos intercensitários apresentar viés potencial em municípios com alta migração,¹⁰ a utilização de taxas ponderadas pela população é padrão na análise de efeitos sobre saúde, mesmo em estudos sobre efeitos de UHEs (GRISOTTI, 2016).

¹⁰ Conforme explicitado em IBGE (2021), a projeção populacional é considerada a partir do crescimento populacional no município entre os censos anteriores e ajustado conforme o crescimento de sua respectiva área geográfica hierarquicamente superior.

Além disso, como se observa na Tabela 3, parte relevante dos municípios receberam obras entre 2000 e 2010. Ou seja, dado que a maior parte possui dois censos demográficos, o possível viés teria sido em grande parte corrigido com a efetiva contagem populacional. Entretanto, como se utilizam dados posteriores a 2010 e as migrações de curta duração podem não ser auferidas pela metodologia do IBGE em função das obras, os resultados que utilizam taxas da população devem ser lidos com cautela.

4. Metodologia

Esta avaliação tem por objetivo compreender os efeitos locais para diversas variáveis socioeconômicas da construção de UHEs nos municípios que recebem as obras e/ou área alagada. Conforme discutido, estimar a magnitude e direção desses efeitos é muito importante para aprimorar o desenho de políticas públicas.

4.1. Estratégia empírica

Para avaliar os efeitos da construção das diversas UHEs consideradas neste trabalho, é necessário levar em conta que: (i) alguns municípios são tratados, ou seja, recebem a construção de uma UHE; e (ii) esse tratamento é escalonado no tempo.¹¹

Nesse contexto, um modelo de diferença em diferenças permite identificar os efeitos do tratamento sobre tratados, ao controlar possíveis fatores não observáveis fixos no tempo.¹² Com isso, é possível estimar um modelo baseado na seguinte equação:

¹¹ Faria e outros (2017) utilizam os municípios com potencial hídrico, mas sem construção de UHEs, como um grupo de controle.

¹² Para tal, é necessário que efeitos-fixos de tempo e de indivíduo (no caso específico, município) sejam aditivos (ABADIE; CATTANEO, 2018).

$$Y_{mt} = \alpha_m + \lambda_t + \beta_1 D_{mt} + X'_{mt} \gamma + \varepsilon_{mt} \quad (1)$$

em que Y_{mt} é a variável dependente de interesse, D_{mt} é uma *dummy* que assume valor igual a 1 apenas se o município é tratado e após o tratamento (início das obras), X_{mt} é um vetor de variáveis de controle, α_m é efeito fixo de município, λ_t é efeito fixo de ano e ε_{mt} é o termo de erro. O parâmetro de interesse, que recupera o efeito causal, é β_1 . A hipótese de identificação para que β_1 seja, de fato, causal é que os grupos de tratamento e controle tenham trajetórias paralelas antes do tratamento.

Como os dados utilizados nesta avaliação formam um painel longo e com tratamentos escalonados ao longo do tempo, faz sentido utilizar uma forma de estimar o modelo de diferença em diferenças mais flexível que o apresentado na equação (1). Nesse caso, será estimado um *event-study*, que consiste na equação a seguir:

$$Y_{mt} = \alpha_m + \lambda_t + \sum_{e=-K+1}^{-2} \delta_e^{\text{antecip}} D_{mt}^e + \sum_{e=0}^L \beta_e D_{mt}^e + X'_{mt} \gamma + \varepsilon_{mt} \quad (2)$$

em que D_{mt}^e é uma *dummy* que assume valor igual a 1 quando o município é tratado e está a e períodos do tratamento. Os coeficientes estimados com $\delta_e^{\text{antecip}}$ captam possíveis efeitos antecipatórios das obras. Como tal, funcionam como teste placebo, afinal, se a hipótese de identificação é válida, espera-se que não haja diferença entre tratados e controles antes de o tratamento ocorrer. Por fim, os coeficientes β_e captam os efeitos do tratamento ao longo do tempo.

Recentemente, alguns artigos demonstraram que, em um contexto de estimações em painel de efeitos fixos de tempo e indivíduo (*two way fixed effects* – TWFE), é possível que os estimadores sejam viesados se houver: (i) tratamento heterogêneo; e (ii) efeitos dinâmicos de tratamento. Isso ocorre porque o estimador do modelo de diferença em diferenças estimado por TWFE é uma média ponderada de todos os pares possíveis de grupos de tratamento e controle. Nesse caso, como demonstra Goodman-Bacon (2021),

se houver heterogeneidade no tratamento, pode haver algumas comparações com peso negativo. O problema de viés nos estimadores também ocorre quando o tratamento é dinâmico.

Diante disso, artigos recentes propõem formas de ultrapassar esses problemas, de modo a recuperar a possibilidade de estimar efeitos não viesados a partir de modelos do tipo *event-study* (BORUSYAK; JARAVEL; SPIESS, 2021; CALLAWAY; SANT'ANNA, 2021; CHAISEMARTIN; D'HAULTFOEUILLE, 2020; SUN; ABRAHAM, 2021).

Nesta avaliação, será utilizado o modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021), que, resumidamente, propõem uma correção no *event-study* tradicional. Para isso, utilizam um arcabouço no qual tendências paralelas condicionadas a covariadas são a chave para a identificação – nesta avaliação, as variáveis de controle consideradas são o logaritmo natural da população municipal no ano 2000 e o PIB *per capita* do município em 2002, ou seja, pré-tratamento. Os autores propõem utilizar um grupo específico de controle para cada grupo de tratamento, lembrando que no contexto escalonado, são diversos períodos de tratamento. Para definir esses grupos de controle específicos, utilizam um pareamento que seleciona observações com características mais próximas às observadas no grupo de tratamento. Ainda, nesse arcabouço, os grupos de controle podem ser compostos por indivíduos nunca tratados ou por indivíduos ainda não tratados.¹³

O efeito médio do tratamento para cada grupo de tratados é estimado e pode ser agrupado de modo a gerar estimativas dos efeitos ao longo do tempo, antes e após o início das obras. Esses efeitos serão reportados na próxima seção na forma de gráficos com os coeficientes estimados para as diversas variáveis dependentes dessa avaliação.

¹³ O grupo sempre tratado é excluído, uma vez que sua inclusão é definida como “comparação proibida” em contexto em que há tratamento dinâmico.

5. Resultados

Esta seção apresenta os resultados estimados dos efeitos locais da construção de UHEs por tema, conforme a metodologia descrita na seção anterior. Os indicadores foram divididos em quatro temas: atividade econômica, finanças públicas, saúde e educação. A Tabela A.1, no Apêndice, resume os resultados, apresentando o efeito médio do tratamento sobre tratados e seu respectivo erro-padrão. De modo geral, os resultados vão na direção esperada, sobretudo para as variáveis relativas à atividade econômica, ainda que alguns estimadores pontuais não tenham significância estatística. Para os indicadores que apresentaram significância estatística até 95%, os principais resultados desta avaliação, a serem apresentados na próxima subseção, serão descritos tanto de forma agregada, considerando todos os municípios afetados pelas obras de instalação das UHEs, como de forma desagregada nos grupos 1 e 2. Todos os resultados serão apresentados na forma gráfica, a partir dos coeficientes estimados em um *event-study* para uma janela de cinco anos antes e depois do início das obras, de acordo com o método proposto por Callaway e Sant'Anna (2021).¹⁴

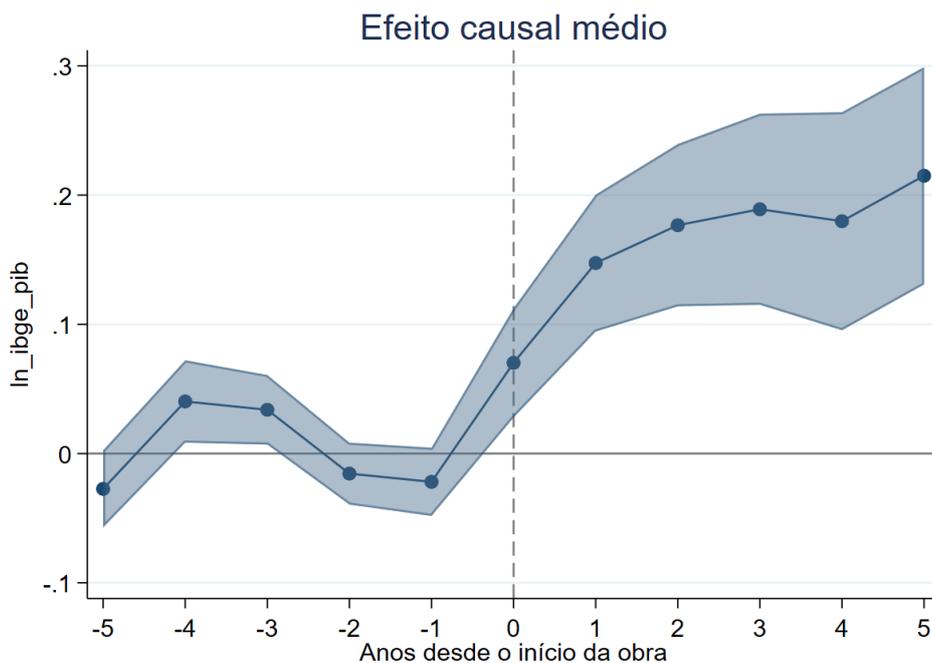
5.1. Atividade econômica

Nesta subseção, são avaliados os efeitos econômicos locais decorrentes das obras de construção das UHEs. Na Figura 2, pode-se observar como o PIB municipal é afetado pelo início das obras de construção: o efeito médio é crescente (para uma janela de cinco anos após o início das obras) e oscila em torno de 20%. Em outras palavras, o PIB dos municípios que recebem obras de UHEs é cerca de 20% maior, após cinco anos. Pode-se observar, ainda, que os coeficientes estimados antes do tratamento são estatisticamente iguais a zero (para um intervalo de confiança de 95%) na maior parte dos anos antes

¹⁴ Os coeficientes do *event-study* também foram estimados de acordo com a metodologia proposta por Sun e Abraham (2021). Os resultados são qualitativamente similares aos apresentados aqui.

do tratamento. Esse resultado reforça a confiança de que a hipótese de identificação discutida na seção de estratégia empírica – qual seja, a presença de tendências paralelas pré-tratamento – é válida.

Gráfico 1: Efeitos sobre PIB municipal



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

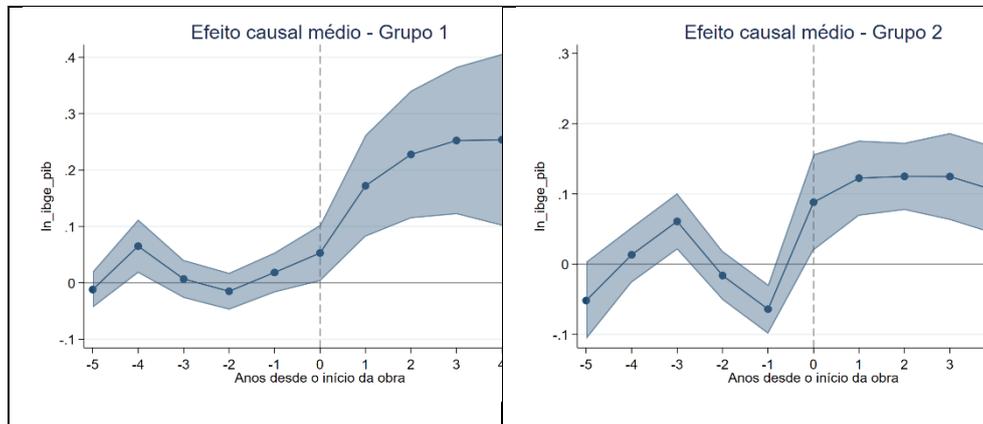
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural do PIB municipal. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Ao analisar o PIB municipal de forma desagregada pelos grupos 1 e 2, observamos que, na média do período, a construção das UHEs contribuiu para um aumento médio maior do PIB dos municípios do Grupo 1 (cerca de 25%), conforme Gráfico 3. Além disso, os municípios do Grupo 2 apresentam maior crescimento do PIB que o grupo de controle, porém em magnitudes menores (cerca de 12%).

Ambos apresentam efeitos positivos pós-tratamento. No entanto, para o Grupo 2, é preciso interpretar os resultados com cautela, uma vez que os coeficientes estimados pré-tratamento – nos gráficos a seguir, referem-se aos coeficientes dos anos antes do início da obra – indicam a possibilidade de os

municípios tratados e controles terem trajetórias no PIB não paralelas antes do início das obras.

Gráfico 2: Efeitos sobre PIB no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)

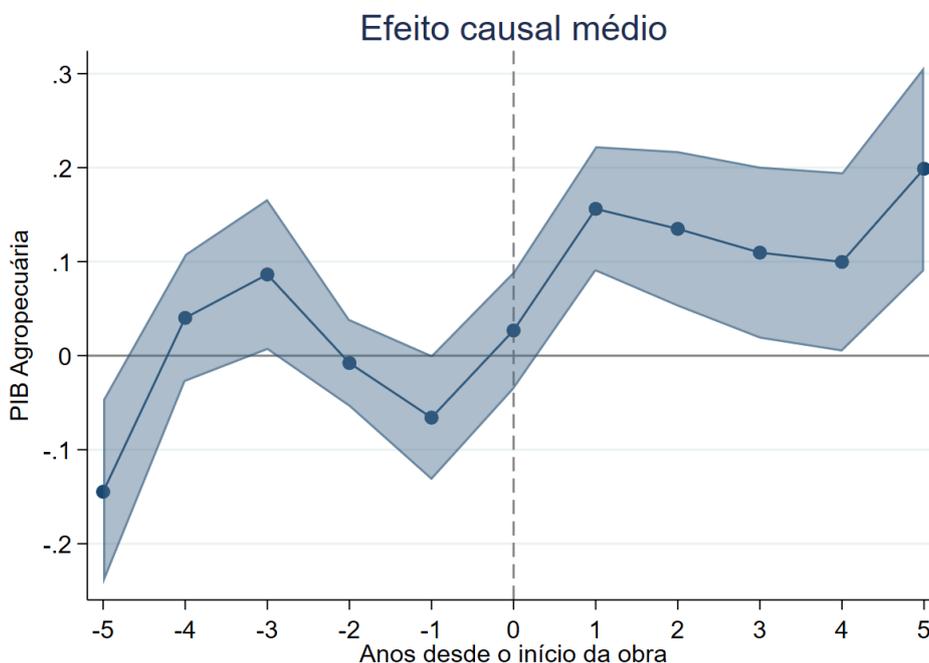


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o logaritmo do PIB. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Uma vez documentado o efeito sobre o PIB municipal, é interessante compreender como os diferentes setores da economia são afetados. Para tal, são avaliados os efeitos sobre o valor adicionado municipal da agropecuária, indústria e serviços. O Gráfico 3, a seguir, apresenta os resultados estimados para o *event-study* do valor adicionado da agropecuária.

Gráfico 3: Efeitos sobre valor adicionado da agropecuária municipal



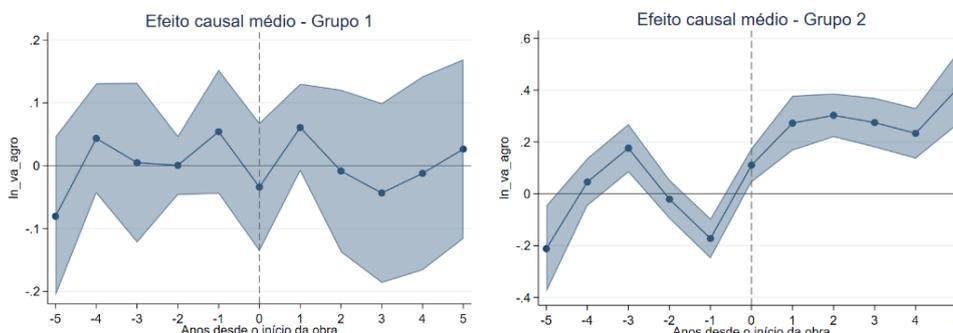
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural do valor adicionado da agropecuária municipal. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Os resultados da estimação indicam um leve crescimento do valor adicionado da agropecuária, de cerca de 15% na média. No entanto, quando se analisa a tendência pré-tratamento, por meio dos coeficientes estimados nos anos anteriores ao início da obra, não é possível afirmar com segurança que municípios tratados e controles estivessem em uma trajetória paralela para essa variável. Nesse sentido, uma interpretação mais cautelosa sugere que não se deve inferir causalidade nos efeitos para o valor adicionado da agropecuária.

Analisando de forma separada os grupos 1 e 2, verifica-se que, para o Grupo 1, não há sinal de efeitos sobre PIB Agro e para o Grupo 2, apesar de existir significância estatística, a mesma ponderação deve ser feita quanto à ausência de uma trajetória paralela antes do início da obra entre os municípios tratados e controles.

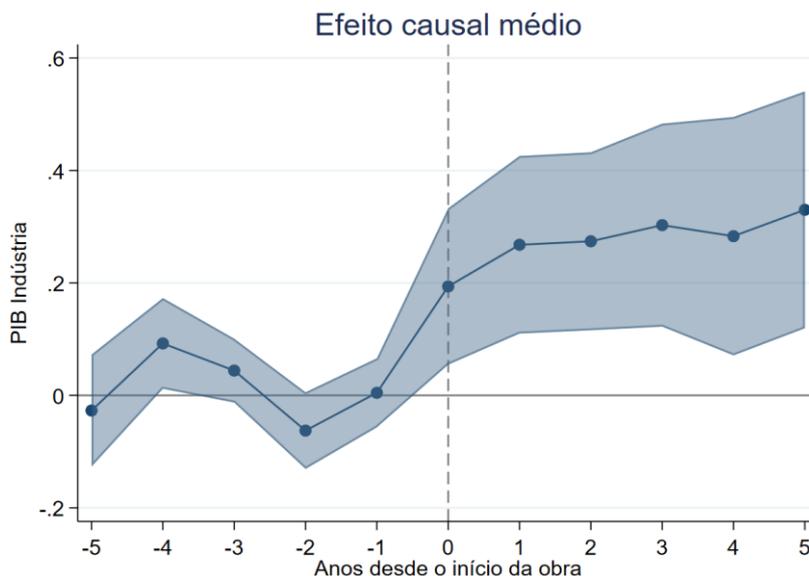
Gráfico 4: Efeitos sobre valor adicionado da agropecuária municipal no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

No que diz respeito aos efeitos sobre a indústria, observa-se no Gráfico 5 que há crescimento do valor adicionado de cerca de 30% nesse setor, cinco anos após o início das obras de instalação das UHEs. O efeito sobre a indústria é imediato – começa já no ano inicial – e segue crescendo até o quinto ano. Isso deve se dar principalmente por conta do impacto sobre a construção civil, que compõe o valor adicionado do setor.

Gráfico 5: Efeitos sobre valor adicionado da indústria municipal

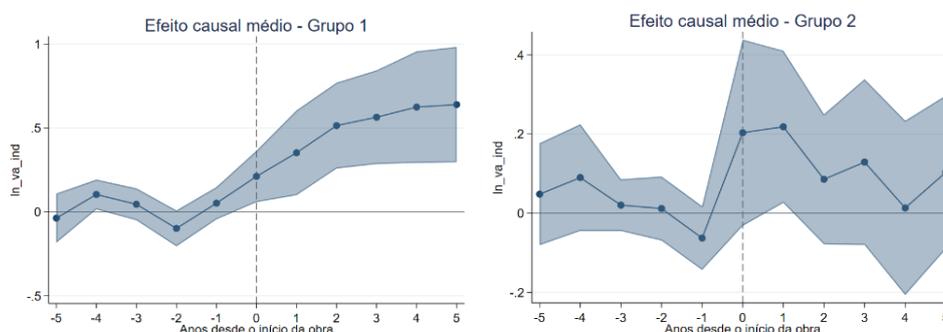


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural do valor adicionado da indústria municipal. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Ao separarmos a análise entre Grupo 1 e Grupo 2, notamos que o efeito é ainda maior no Grupo 1, com crescimento de 50% na média do período de cinco anos após a construção da UHE, demonstrando o impacto mais significativo naqueles municípios que recebem o arranjo da usina e a infraestrutura de apoio à obra, bem como os utilizados pelos trabalhadores (lazer, saúde ou moradia). Para o Grupo 2, não há evidência de que a indústria tenha sido afetada pelo alagamento de áreas dos municípios tratados.

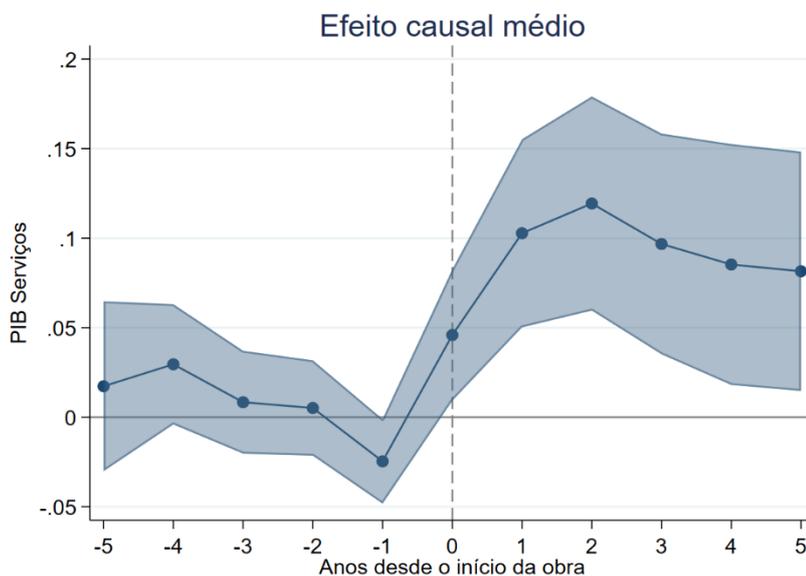
Gráfico 6: Efeitos sobre o valor adicionado da indústria municipal no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

Por fim, o Gráfico 7 apresenta os coeficientes estimados para o valor adicionado do setor de serviços. Os resultados indicam ápice de crescimento no segundo ano da obra – cerca de 12% –, mantendo-se em um patamar levemente inferior a 10% em comparação com o ano de início das obras. O resultado implica uma variação bem inferior àquela registrada para a indústria. Possivelmente, isso se deve ao fato, já mencionado, de a construção civil ser classificado como setor da indústria. Desse modo, uma interpretação plausível é que a variação no setor de serviços decorre, na maior parte, de efeitos indiretos baseados no consumo dos trabalhadores, bem como na compra de serviços locais por parte das empresas envolvidas na construção das UHEs.

Gráfico 7: Efeitos sobre valor adicionado de serviços municipal

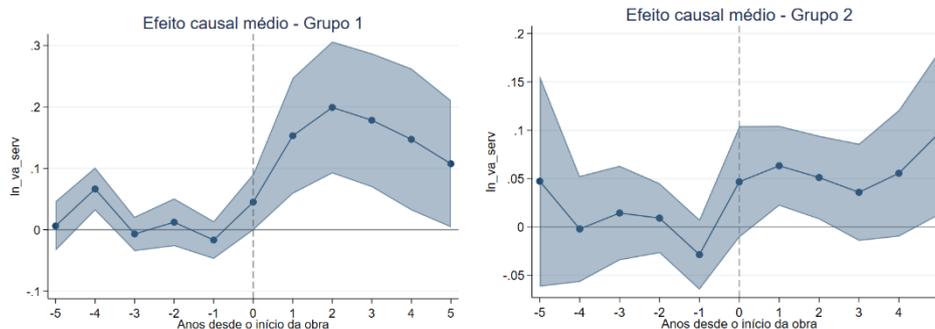


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural do valor adicionado de serviços municipal. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Analisando de forma separada, o Grupo 1 apresenta comportamento similar ao verificado na média dos municípios após o início de construção da UHE (Gráfico 7), porém em níveis maiores, atingindo o pico de 20% no segundo ano. Já o Grupo 2 não apresenta evidências de efeitos sobre o setor serviços, possivelmente porque não há trânsito de trabalhadores nesses municípios para consumir seus salários em serviços.

Gráfico 8: Efeitos sobre o valor adicionado de serviços municipal no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)

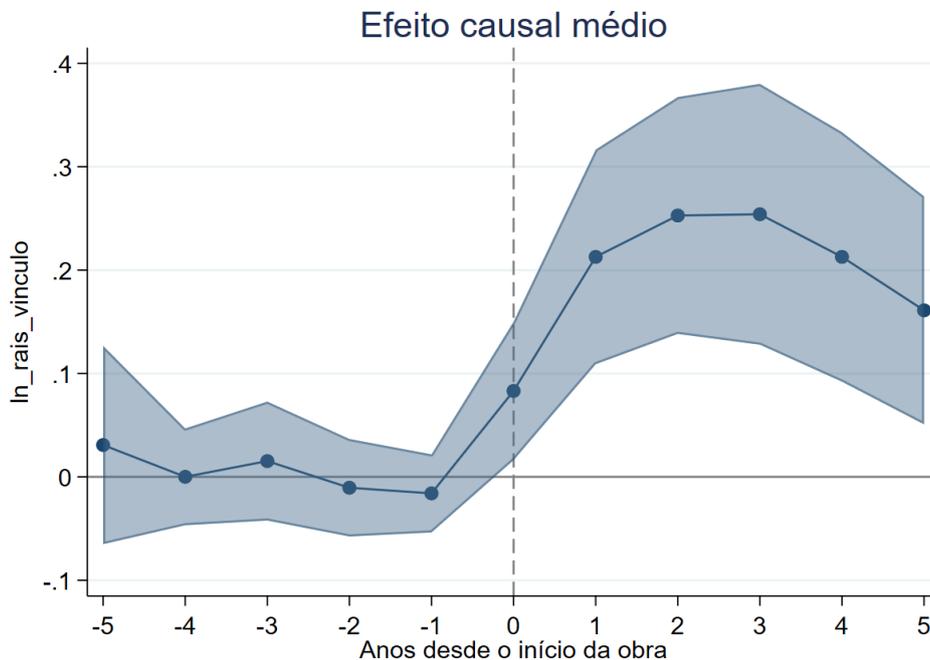


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de IBGE e EPE.

Dando sequência à análise de efeitos econômicos, é importante considerar como as obras das UHEs afetam o mercado de trabalho local. Infelizmente, não há pesquisas com nível de detalhamento espacial e temporal suficiente para captar de forma completa os efeitos gerais sobre o mercado de trabalho. A invisibilidade do mercado informal não permite obter conclusões sobre essa parcela importante do emprego. Ainda assim, é possível obter estimativas do efeito das obras das UHEs sobre o mercado formal de trabalho.

O Gráfico 9 apresenta os coeficientes estimados para o emprego formal, mensurado pelos vínculos formais da Rais em 31 de dezembro de cada ano. Como se observa, estima-se um aumento do emprego relativo ao grupo de controle já no ano de início da obra. Esse efeito é crescente até atingir seu ápice em $t+2$ e $t+3$, com magnitude de cerca de 25% de incremento no emprego formal.

Gráfico 9: Efeitos sobre emprego formal municipal

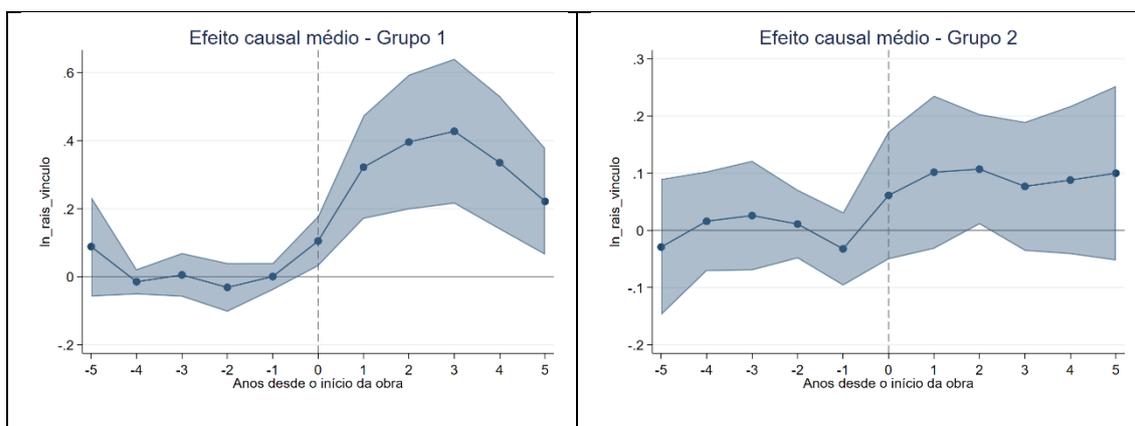


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais e EPE.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais por município. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Porém, quando se avaliam, no Gráfico 10, os efeitos sobre emprego formal por grupos, a diferença nas trajetórias é bastante clara: no Grupo 1, há variação positiva no emprego de pouco mais de 40% no terceiro ano de obras, ao passo que a variação no Grupo 2 não pode ser distinguida de zero, em um intervalo de confiança de 95%.

Gráfico 10: Efeitos sobre emprego formal no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

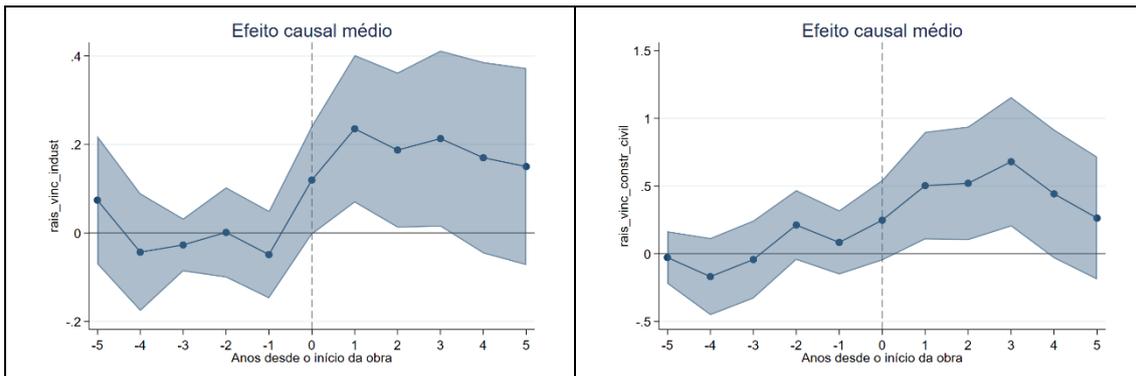
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais por município. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Em seguida, são apresentados os gráficos referentes aos *event-study* para os efeitos sobre emprego setorial. Em relação ao emprego, a divisão se dá em quatro setores: indústria, construção civil, comércio e serviços.¹⁵ O Gráfico 11 apresenta os coeficientes estimados para emprego formal nos setores construção civil e indústria. No gráfico à esquerda, estão os coeficientes estimados para o emprego industrial e no gráfico à direita, os coeficientes para emprego na construção civil. Note-se que as escalas são distintas. Em relação ao emprego industrial, estima-se efeito positivo por volta de 20%, dentro do intervalo de confiança de 95%, até o terceiro ano após o início das obras. Já os efeitos estimados no emprego da construção civil são maiores: ultrapassam 50% em relação ao início das obras no terceiro ano de obras. Esse resultado

¹⁵ Os resultados para emprego agropecuário não serão apresentados, pois parte importante do emprego no setor é informal.

maior para a construção civil faz sentido, uma vez que se espera que os efeitos sejam mais pronunciados justamente no setor responsável pela condução das obras de construção das UHEs.

Gráfico 11: Efeitos sobre emprego formal na indústria (esquerda) e na construção civil (direita)

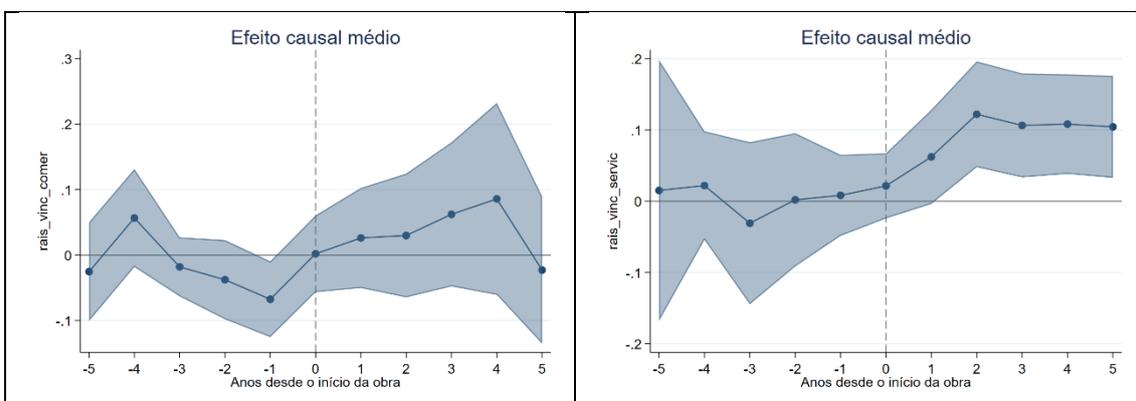


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Em seguida, o Gráfico 12 apresenta as estimações para o emprego formal nos setores de comércio e serviços. Não se observam efeitos sobre o emprego no comércio. Já o setor de serviços tem um efeito positivo e persistente, ao redor de 10%.

Gráfico 12: Efeitos sobre emprego formal no comércio (esquerda) e nos serviços (direita)

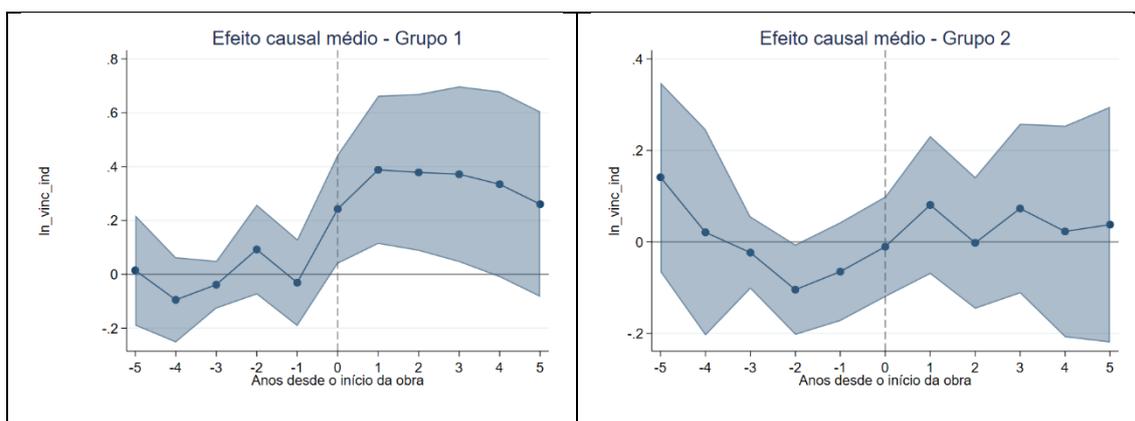


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

A análise dos efeitos sobre empregos formais dos setores da economia separada por grupos 1 e 2 revela importante heterogeneidade, que corrobora resultados de trabalho anterior (EPE, 2021). Como se observa nos gráficos 13 a 16, os efeitos sobre emprego são concentrados nos municípios do Grupo 1. Esse resultado vale para os setores indústria e construção civil, que experimentam crescimento substancial do nível de emprego, sobretudo nos três primeiros anos após o início das obras. Já os municípios do Grupo 2 não tiveram alteração significativa do nível de emprego em nenhum dos setores considerados em relação ao grupo de controle.

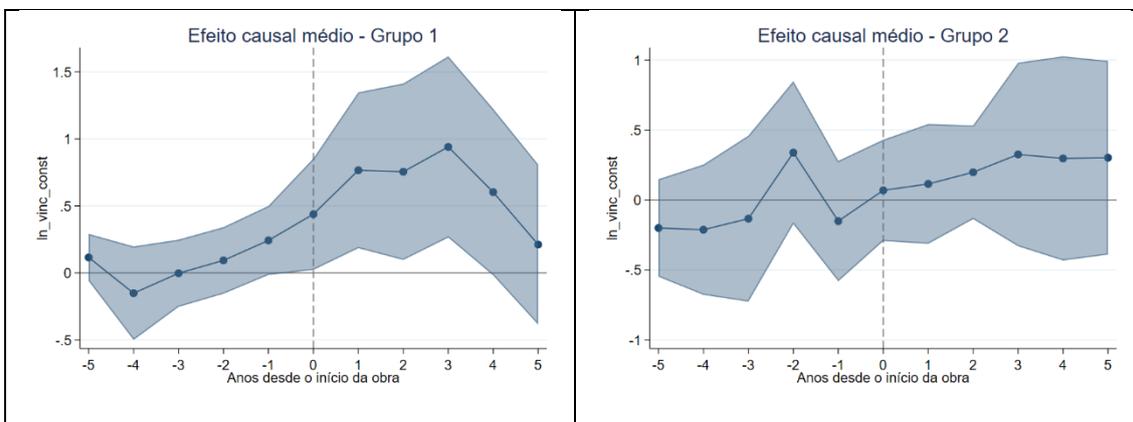
Gráfico 13: Efeitos sobre emprego formal na indústria no Grupo 1 (esquerda) e Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

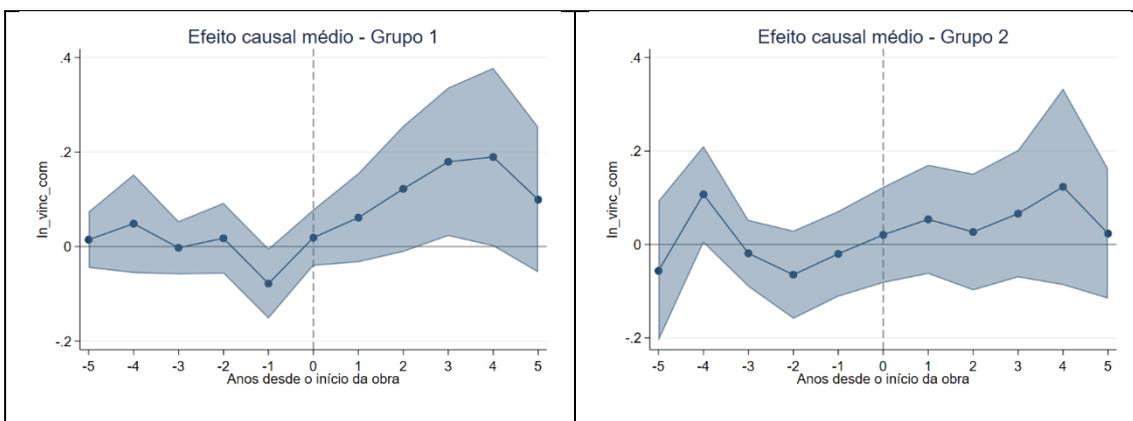
Gráfico 14: Efeitos sobre emprego formal na construção civil no Grupo 1 (esquerda) e Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

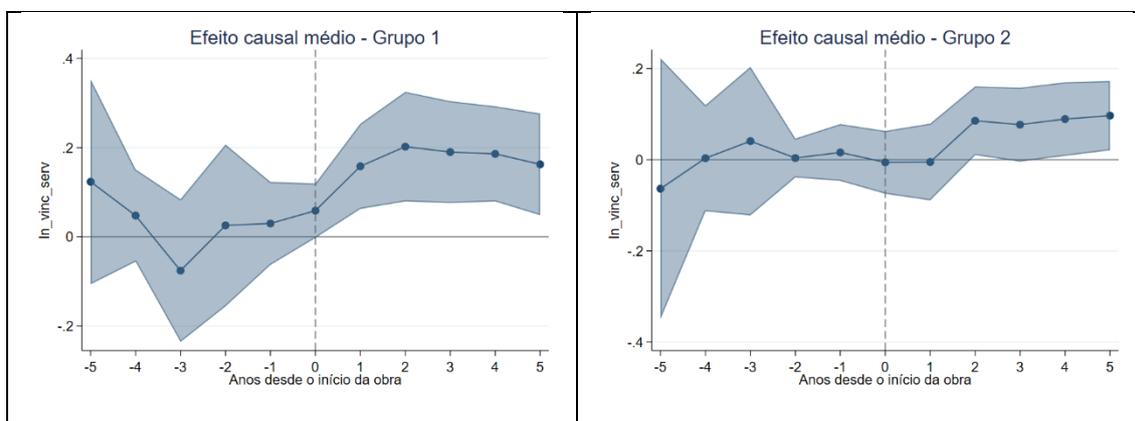
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Gráfico 15: Efeitos sobre emprego formal no comércio no Grupo 1 (esquerda) e Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Gráfico 16: Efeitos sobre emprego formal nos serviços no Grupo 1 (esquerda) e Grupo 2 (direita)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Rais, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é a do logaritmo natural dos vínculos formais setoriais municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

De modo geral, os resultados para atividade econômica, mensurada tanto pelo PIB como pelos vínculos formais da Rais, conduzem a uma interpretação de fortes efeitos diretos das obras de UHEs sobre o setor de construção civil (PIB da indústria e emprego formal da construção civil) e efeitos indiretos identificados a partir da variação positiva no PIB e nos empregos do setor de serviços. Esses efeitos, contudo, são concentrados nos municípios do Grupo 1. A partir dos indicadores utilizados, não é possível depreender uma alteração na atividade econômica dos municípios do Grupo 2.

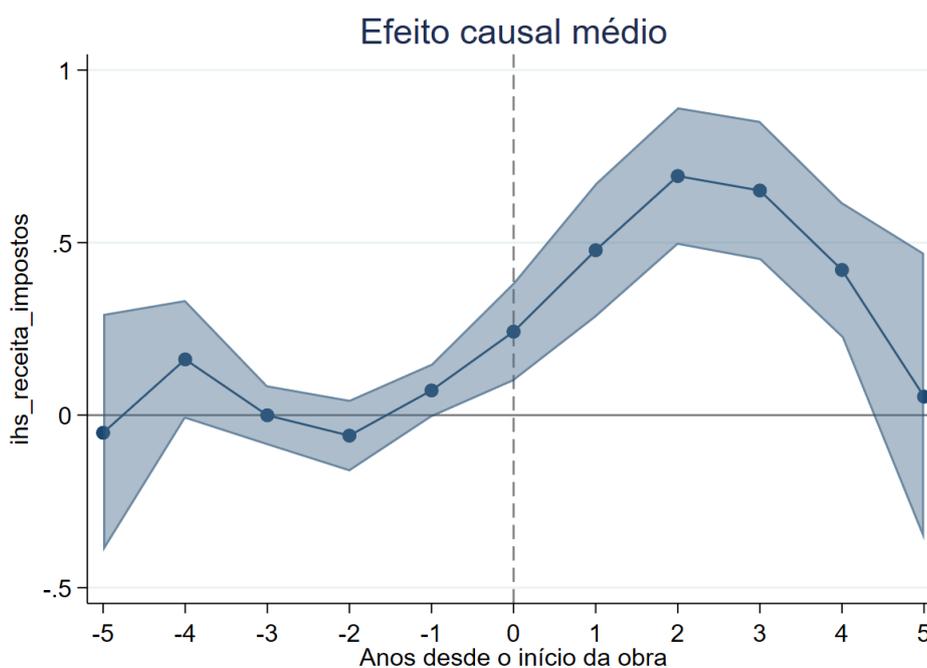
5.2. Finanças públicas

Uma vez verificados efeitos positivos sobre a atividade econômica, espera-se que os municípios afetados apresentem impactos em variáveis relativas a finanças públicas. A própria construção das UHEs gera efeitos sobre arrecadação tributária dos municípios que podem variar em função da estrutura econômica local. Além disso, os efeitos indiretos sobre serviços, conforme documentado anteriormente, podem aumentar a arrecadação de Imposto sobre Serviços (ISS), por exemplo. Por outro lado, possíveis

incrementos na receita dos municípios podem se traduzir em ampliação dos gastos públicos em geral. Nesse sentido, serão investigados efeitos sobre receitas tributárias, despesas com saúde e despesas com educação.

O Gráfico 17 apresenta os efeitos estimados sobre receitas tributárias.¹⁶ Como se verifica, há um crescimento da receita tributária que se inicia antes do primeiro ano de construção e atinge seu máximo no segundo ano após as obras (com mais de 50% de incremento na receita de impostos). Esse aumento nas receitas, no entanto, não se sustenta após a conclusão das obras e a diferença retorna a zero no quinto ano após o início das obras.

Gráfico 17: Efeitos sobre receitas tributárias



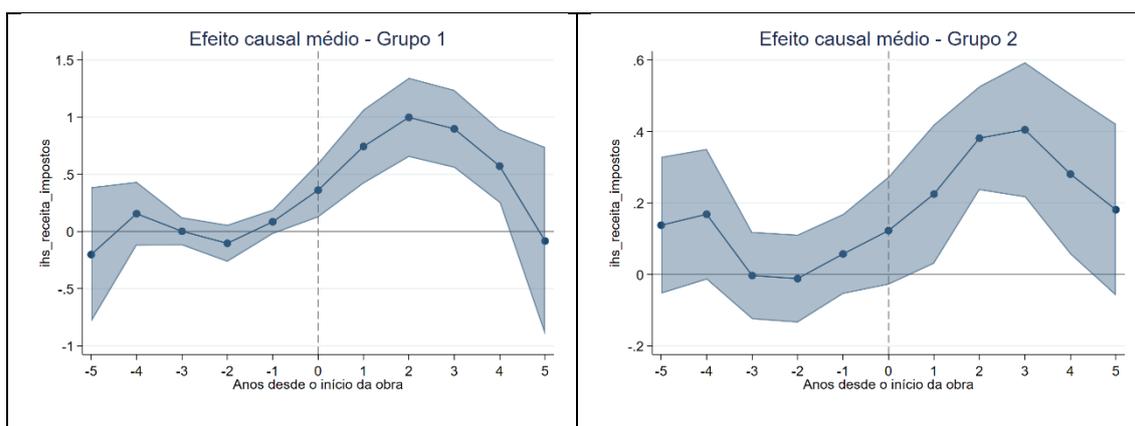
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Finbra, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da receita tributária municipal. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

¹⁶ A partir desse momento, as variáveis dependentes estão transformadas pelo seno hiperbólico inverso, onde $y = \ln(x + \sqrt{x^2 + 1})$. Essa função tem domínio na reta real e possibilita considerar valores iguais a zero. Para uma discussão sobre a interpretação das elasticidades em regressões que utilizam transformações desse tipo, ver Bellemare e Wichman (2020).

Em relação à receita tributária, municípios nos dois grupos têm efeitos positivos, porém a magnitude no Grupo 1 é superior à estimada no Grupo 2. Como se observa no Gráfico 18, a variação na receita com impostos no Grupo 1 chega a 100%, ao passo que nos municípios do Grupo 2 tem ápice em 40%.

Gráfico 18: Efeitos sobre receita tributária no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Finbra, EPE e resultados do modelo.

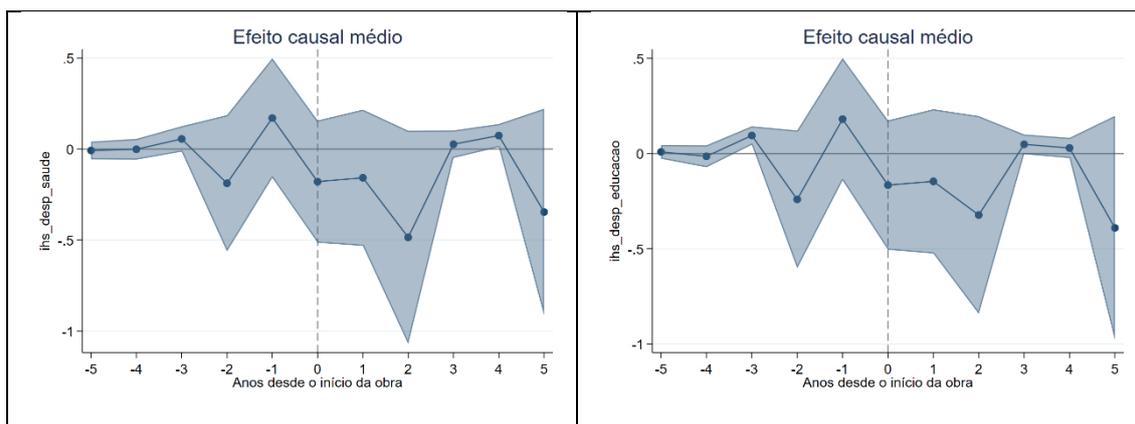
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da receita tributária. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

É possível que o aumento verificado da receita tributária engendre a decisão de ampliar gastos sociais nos municípios tratados, sobretudo porque se espera que ocorra um aumento na demanda por infraestrutura local, em decorrência da chegada de trabalhadores para a construção das usinas. Nesse sentido, o alívio da restrição orçamentária municipal, em decorrência do aumento na receita com impostos, poderia levar ao crescimento de gastos públicos. Porém, o orçamento municipal precisará acomodar tanto o aumento de arrecadação quanto o potencial aumento de despesas decorrentes da pressão sobre a infraestrutura local, dependendo das mudanças impostas pela construção das UHEs.

Nesta avaliação, são verificados efeitos sobre dois gastos sociais fundamentais para o desenvolvimento: saúde e educação. O Gráfico 19 apresenta os coeficientes estimados para despesas municipais em saúde e em educação. A partir da análise dos coeficientes estimados, não se observa

variação estatisticamente significativa a 95% nas despesas com saúde e educação nos municípios onde se instalaram as UHEs em análise. Não há evidências de impacto nas despesas com educação e saúde, tanto no Grupo 1 quanto no Grupo 2, como mostram os gráficos A.1 e A.2, do Apêndice.

Gráfico 19: Efeitos sobre despesas com saúde (esquerda) e educação (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Finbra, EPE e resultados do modelo.

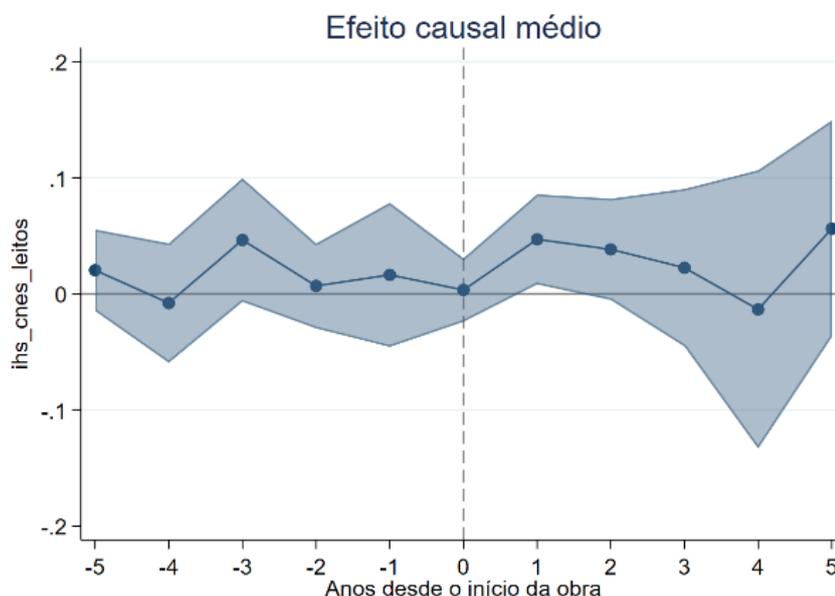
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico das despesas com saúde e educação municipais. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Conforme documentado, aparentemente não há aumento nas despesas municipais com educação e saúde, a despeito do crescimento na receita tributária. Isso não significa, contudo, que não haja efeitos sobre outros indicadores nessas áreas, uma vez que pode ocorrer maior demanda por acesso à infraestrutura de educação e saúde. Nesse sentido, as próximas subseções investigam efeitos sobre números de escolas e leitos, além de matrículas, internações, mortalidade e notificações de algumas doenças.

5.3. Saúde

O Gráfico 20 mostra que a ausência de efeitos nas despesas de saúde tampouco se reflete em alteração na infraestrutura para o setor. No gráfico, observam-se os coeficientes estimados para o número de leitos municipais.

Gráfico 20: Efeitos sobre número de leitos



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico do número de leitos e do número de escolas no município. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

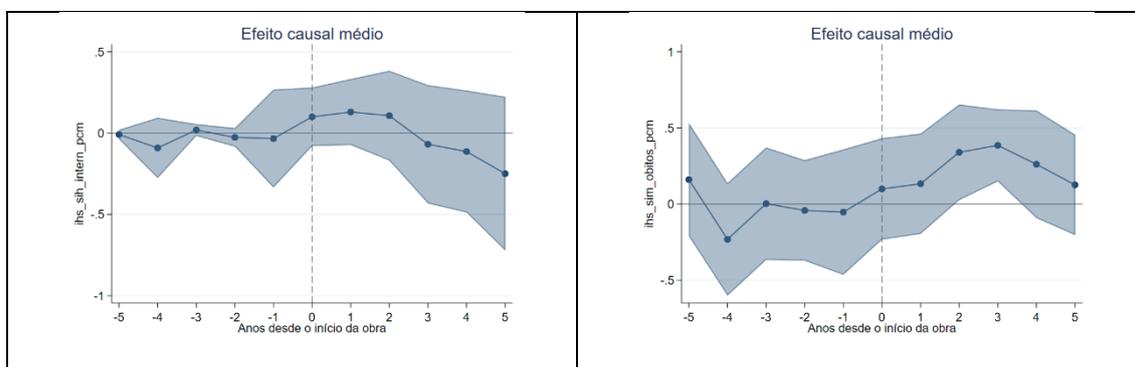
Apesar de a oferta dessa infraestrutura de saúde ser inelástica em relação às obras de construção de UHEs, é possível que a demanda por saúde tenha variado. Para tal, são investigados efeitos sobre mortalidade, internações hospitalares e notificações de doenças.¹⁷

Conforme discutido na Seção 2, seria esperado que a implantação de uma usina hidrelétrica, por atrair trabalhadores e ampliar o trânsito nos municípios, entre outros, tivesse efeitos sobre alguns indicadores específicos de saúde. Por essa razão, além dos efeitos sobre óbitos em geral, homicídios e acidentes de trânsito, também serão avaliadas as internações em geral, em função de causas respiratórias e devido a acidentes de trânsito. Por fim, também são analisadas as notificações de ocorrências de DSTs e doenças ligadas a mosquitos.

¹⁷ Nos resultados considerando a divisão nos dois grupos, não há diferenças substanciais na oferta de leitos (Gráfico A.4).

O Gráfico 21 apresenta os coeficientes estimados para indicadores gerais de mortalidade e hospitalizações, ambos por todas as causas possíveis. Em relação às internações hospitalares, não há uma alteração no padrão de internações nos municípios afetados em comparação com a trajetória nos municípios do grupo de controle. Já em relação à taxa de mortalidade, verifica-se um leve incremento, sobretudo no segundo e no terceiro ano após o início das obras.

Gráfico 21: Efeitos sobre taxa de internações hospitalares (esquerda) e taxa de mortalidade (direita)



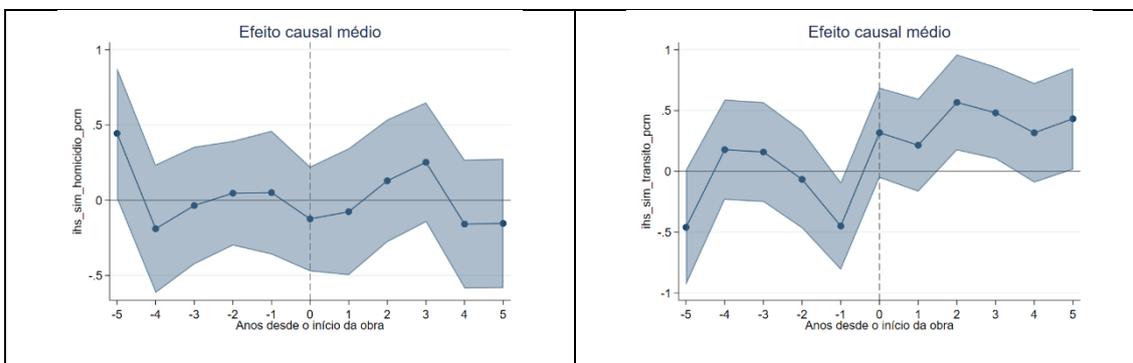
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de internações e da taxa de mortalidade. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Como discutido, para compreender melhor os mecanismos, é necessário averiguar como algumas causas específicas para internações e mortalidade são afetadas pelas obras de construção das UHEs.

Em relação à taxa de mortalidade, o Gráfico 22 apresenta os efeitos nas taxas de mortalidade por homicídios e acidentes de trânsito, respectivamente. Dos resultados estimados, não é possível depreender alteração no padrão de mortalidade por homicídios. Já em relação à mortalidade por acidentes de trânsito, observa-se um aumento importante (ao redor de 50%), dentro do intervalo de confiança de 95%, no terceiro ano após o início das obras.

Gráfico 22: Efeitos sobre taxa de mortalidade por homicídio (esquerda) e taxa de mortalidade por acidentes de trânsito (direita)

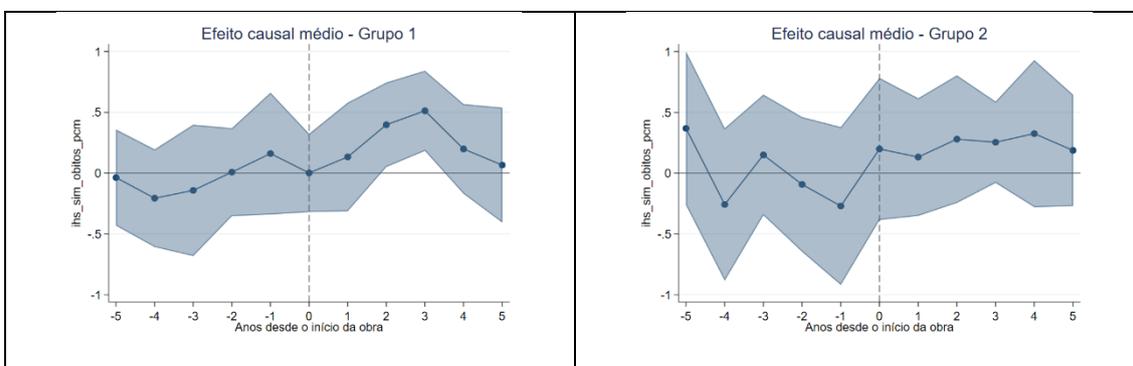


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de mortalidade. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Há, aparentemente, uma diferença na taxa de mortalidade quando se comparam os efeitos sobre os dois grupos. O Gráfico 23 mostra que os efeitos estimados de aumento na mortalidade são concentrados no Grupo 1.

Gráfico 23: Efeitos sobre mortalidade no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



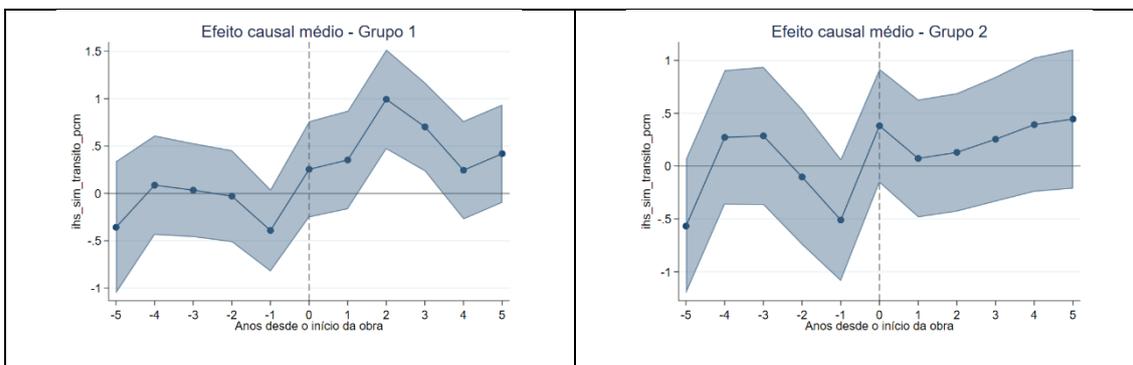
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de mortalidade. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Entre as causas de mortalidade analisada, percebe-se uma diferença entre os grupos na mortalidade atribuível a acidentes de trânsito (Gráfico 24), mas não a homicídios (Gráfico A.5). Para o Grupo 1, os efeitos sobre mortalidade em acidentes de trânsito são importantes e chegam a um acréscimo de até 100%

no terceiro ano após o início das obras. Trata-se, portanto, de um ponto de atenção para os gestores públicos e privados.

Gráfico 24: Efeitos sobre mortalidade por acidentes de trânsito no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



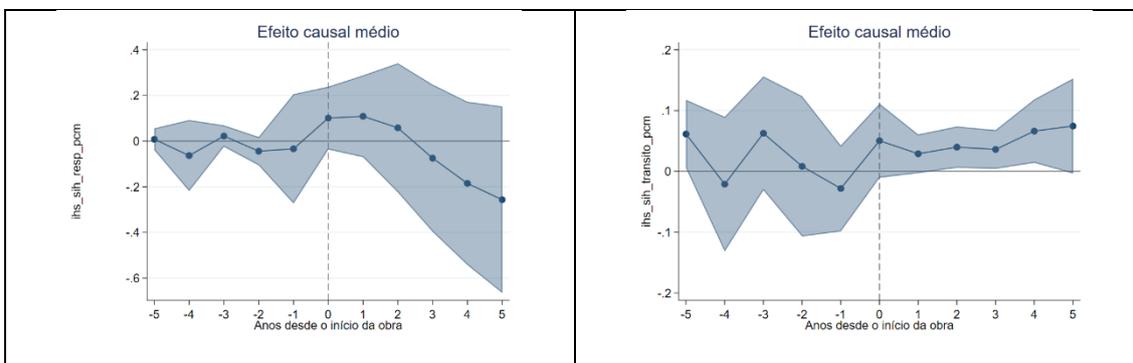
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de mortalidade. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Considerando internações por doenças respiratórias e decorrentes de acidentes de trânsito, pode-se observar no Gráfico 25¹⁸ que não há efeito sobre doenças respiratórias e há acréscimo de cerca de 10% nas internações por conta de acidentes de trânsito. De fato, quando se analisam os efeitos sobre mortalidade e hospitalizações relacionados a acidentes de trânsito, há indícios de que esse é um fator de risco a ser considerado nos municípios que recebem as obras de construção de UHEs.

¹⁸ A separação de internações gerais por grupos pode ser vista no Gráfico A.7.

Gráfico 25: Efeitos sobre taxa de internações por doenças respiratórias (esquerda) e taxa de internações por acidentes de trânsito (direita)

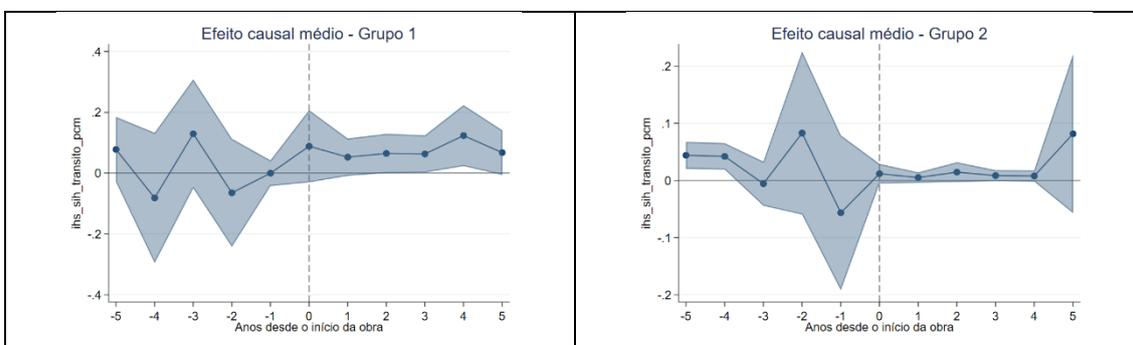


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de internações hospitalares. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Em seguida, são apresentados os efeitos sobre internações por acidentes de trânsito por grupo. Os efeitos são concentrados no Grupo 1, conforme o Gráfico 26.

Gráfico 26: Efeitos sobre hospitalizações por acidentes de trânsito no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



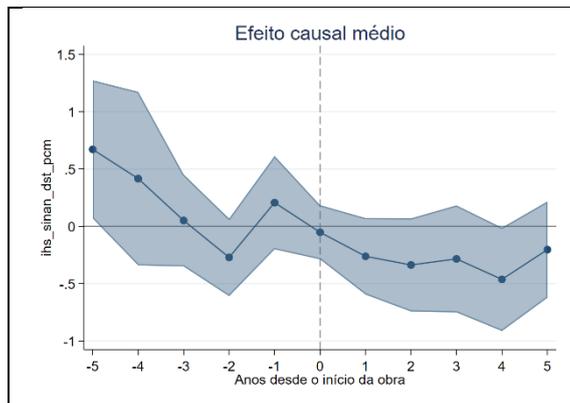
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de internações hospitalares. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Além de dados sobre internações e mortalidade, o Datasus também fornece informações sobre a ocorrência de algumas doenças, que constam da lista nacional de doenças de notificação compulsória. Com base no Sinan, sistema que registra essas notificações, foram verificados também efeitos sobre a taxa de notificações de DSTs e doenças ligadas a mosquitos. O Gráfico 27

apresenta os resultados dos coeficientes em relação a DSTs, indicando aparente tendência de redução, ainda que fora do intervalo de confiança, nos municípios dos grupos tratado.

Gráfico 27: Efeitos sobre taxa de notificações de DSTs

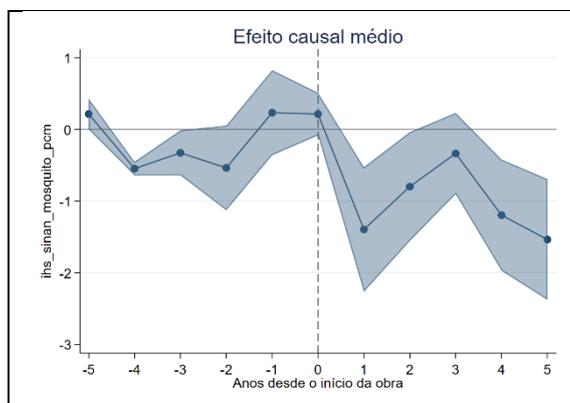


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico das notificações de doenças. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Com base no Sinan, foram verificados também efeitos sobre a taxa de doenças ligadas a mosquitos. O Gráfico 28 apresenta os resultados dos coeficientes estimados, demonstrando aparente efeito negativo na notificação dessas doenças. É possível que as medidas de monitoramento e controle implantadas pelas UHes, sob supervisão do Ministério da Saúde, e em cooperação com os municípios sejam, de fato, efetivas.

Gráfico 28: Efeitos sobre taxa de notificações de doenças ligadas a mosquitos

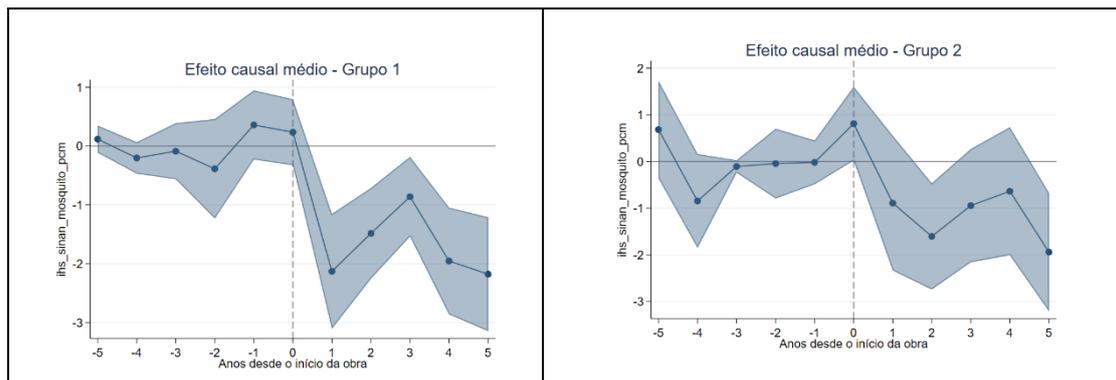


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico das notificações de doenças. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

É possível vislumbrar redução de notificações relativas a doenças por mosquito (Gráfico 29), um efeito positivo sobre a saúde, em ambos os grupos, porém mais pronunciados no Grupo 1.

Gráfico 29: Efeitos sobre notificações por doenças ligadas a mosquito no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)

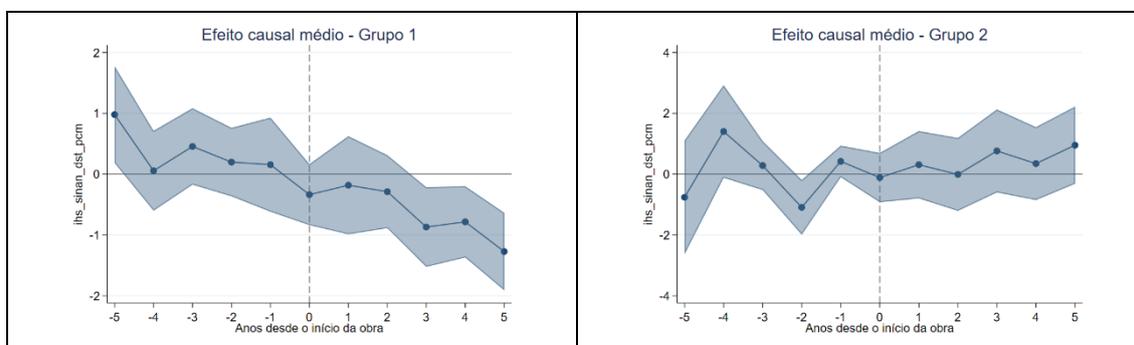


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico das notificações de doenças. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Em relação a notificações de DSTs, os municípios do Grupo 1 apresentam tendência de declínio, ao passo que os do Grupo 2 não têm efeito distinto de zero, como se observa no Gráfico 30. Assim como no caso de notificações de doenças relacionadas a mosquitos, não se pode descartar que as medidas de monitoramento e controle implantadas pelas empresas sejam, de fato, efetivas.

Gráfico 30: Efeitos sobre notificações por DSTs no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



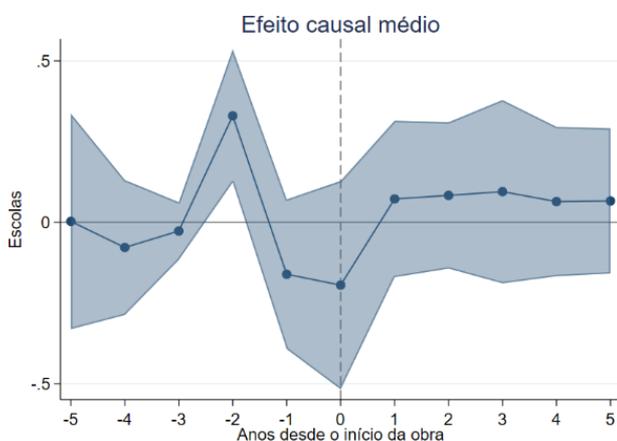
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico das notificações de doenças. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

5.4. Educação

O Gráfico 31 mostra que a ausência de efeitos nas despesas em educação tampouco se reflete em alteração na infraestrutura para o setor. No gráfico, observam-se os coeficientes estimados dos efeitos para número de escolas.

Gráfico 31: Efeitos sobre número de escolas



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico do número de leitos e do número de escolas no município. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Esse resultado corrobora análises relativas aos efeitos da receita de *royalties* de petróleo sobre variáveis de desempenho educacional e de saúde (CASELLI; MICHAELS, 2013; MONTEIRO; FERRAZ, 2010).¹⁹

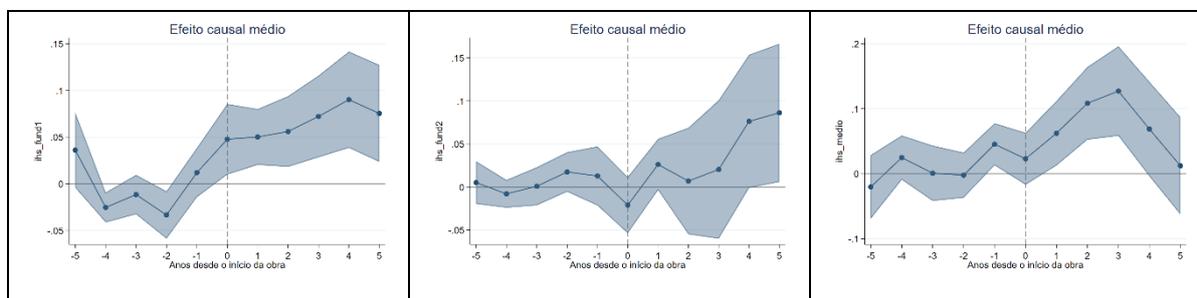
Apesar de a oferta de infraestrutura de educação não variar em relação às obras de construção de UHEs, é possível que a demanda por educação tenha variado. Para tal, são investigados efeitos sobre matrículas de alunos por

¹⁹ Uma diferença dos resultados encontrados nesta avaliação para os referidos artigos é que ambos encontram efeitos sobre gastos, mas não sobre desempenho. Aqui, não se verifica aumento de gastos e tampouco em infraestrutura.

segmento educacional (ensino fundamental 1, ensino fundamental 2 e ensino médio).

O Gráfico 32 apresenta os coeficientes estimados para o inverso do seno hiperbólico do número de matrículas nos três segmentos. De modo geral, os resultados apontam crescimento no número de matrículas, sobretudo no ensino médio, de até 10% em relação aos municípios no grupo de controle.²⁰ Quando se compara esse resultado com a manutenção (inclusive, com possível declínio) no número de escolas e despesas com educação, depreende-se uma situação em que há um crescimento na demanda por escolaridade, sem aumento na oferta de infraestrutura escolar. Isso pode ser interpretado como sobrecarga da infraestrutura educacional dos municípios ou aumento da ocupação da capacidade, que poderia estar ociosa antes do início das obras. Tirar uma conclusão sobre o que prevalece deve ser objeto de pesquisa futura.

Gráfico 32: Efeitos sobre número de matrículas no ensino fundamental 1 (esquerda), ensino fundamental 2 (centro) e ensino médio (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

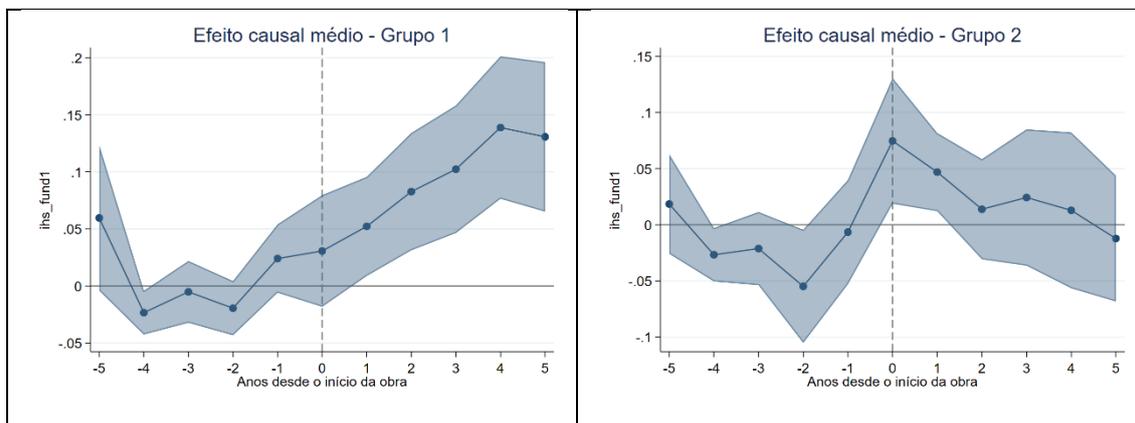
Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da números de matriculados. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Não há evidências de impactos sobre o número de escolas ao analisar separadamente os grupos 1 e 2 (vide Apêndice, Gráfico A.4). Não obstante, quando se analisam os efeitos sobre o número de matrículas por segmento escolar, observa-se uma distinção importante entre os dois grupos. O Gráfico

²⁰ O número de matrículas também parece aumentar no ensino fundamental 1, porém esses resultados devem ser analisados com mais cautela à luz dos efeitos pré-tratamento, que podem indicar tendências não paralelas antes do início das obras.

33 apresenta um efeito positivo em matrículas no ensino fundamental 1 nos municípios do Grupo 1, o que não ocorre no Grupo 2.²¹

Gráfico 33: Efeitos sobre matrículas no ensino fundamental 1 no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



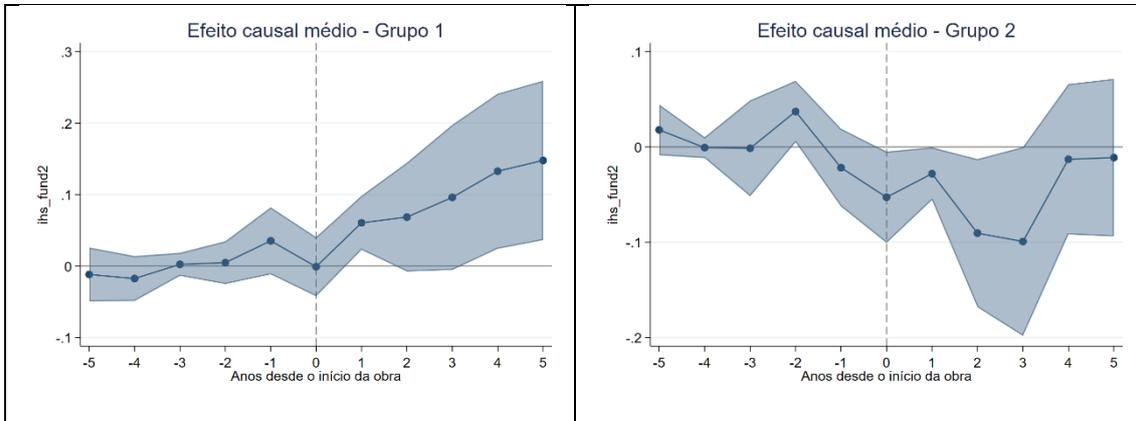
Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico de matrículas. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

O Gráfico 34 apresenta os coeficientes estimados para matrículas no ensino fundamental 2. O que se observa, de um lado, é um padrão similar ao ensino fundamental 1, com aumento no número de matrículas no Grupo 1. No Grupo 2, por outro lado, houve redução no número de matrículas, com certa reversão depois do terceiro ano após o início das obras.

²¹ Embora a inexistência de Censo Demográfico não permita aferir os efeitos sobre população e migração, esse resultado parece indicar uma maior demanda por escolaridade, que pode refletir, em parte, crescimento populacional e migração de trabalhadores que levam sua família.

Gráfico 34: Efeitos sobre matrículas no ensino fundamental 2 no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)

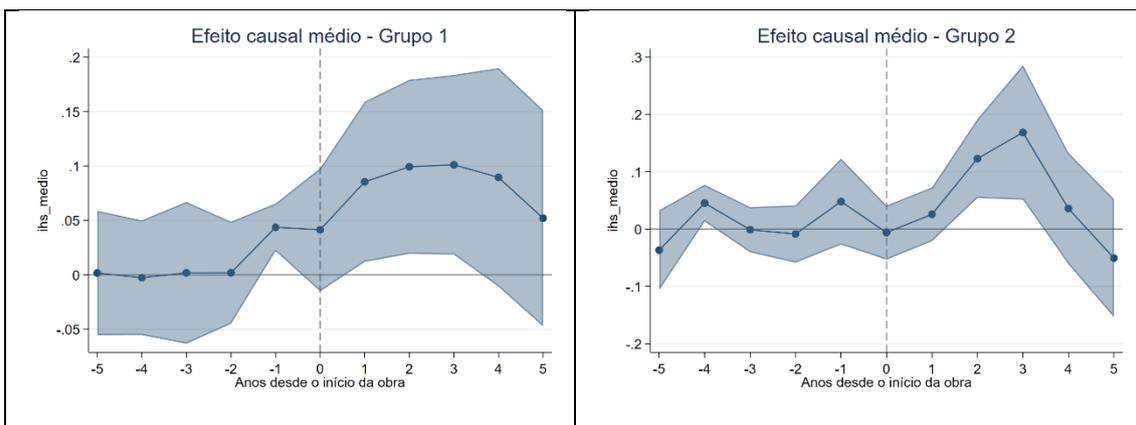


Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico de matrículas. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

A análise dos efeitos sobre matrículas no ensino médio revela um padrão ligeiramente distinto: no Gráfico 35 mostra um aumento de matrículas no Grupo 1, com certa redução no quinto ano após o início da construção. Para o Grupo 2, há um crescimento no número de matrículas no ensino médio até o terceiro ano após o início das obras.

Gráfico 35: Efeitos sobre matrículas no ensino médio no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico de matrículas. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

6. Considerações sobre a avaliação

O Departamento de Análise e Avaliação de Política (AP/DEAP) é a unidade organizacional gestora do Macroprocesso de Monitoramento e Avaliação de Efetividade do BNDES. Vinculado à Área de Planejamento e Pesquisa Econômica, o departamento é responsável pela execução das avaliações de efetividade. A Área de Transição Energética e Clima (AEC) é a unidade organizacional responsável, entre outras atividades, por operacionalizar os financiamentos diretos ao setor de energia elétrica. A EPE tem por objetivo subsidiar o planejamento energético do país e, para isso, conduz estudos e pesquisas que visam a auxiliar o Ministério de Minas e Energia a conduzir o planejamento energético do Brasil.

6.1. Considerações do AP/DEAP e da EPE

Este relatório apresentou uma avaliação dos efeitos locais da construção de UHEs. Uma vez estimados os efeitos sobre diversas variáveis socioeconômicas, é importante tentar dar um sentido geral que auxilie a compreender os efeitos locais das UHEs. Além disso, também é importante comparar os resultados desta avaliação aos de outros estudos com objetivos similares.

A partir dos efeitos estimados nesta avaliação, pode-se concluir que a construção de UHEs tem importantes impactos locais no período construtivo, sobretudo no que se refere à dimensão econômica. Os efeitos positivos sobre PIB, PIB setorial (sobretudo indústria e serviços) e empregos formais (com destaque para construção civil) apontam nessa direção. De fato, esses resultados corroboram análises anteriores, que também relatam esses efeitos (ASSUNÇÃO; COSTA; SZERMAN, 2017; FARIA *et al.*, 2017).

Em virtude do aumento na atividade econômica, os municípios tratados apresentam incrementos também em sua receita tributária. No entanto, esse efeito parece não ser duradouro, uma vez que a arrecadação retoma o nível

inicial já no quinto ano após o início da construção, quando as obras estão se encerrando. Resultado similar é encontrado por Assunção, Costa e Szerman (2017), ainda que os autores utilizem metodologia de estimação distinta da utilizada nesta avaliação.²² Esta análise segue EPE (2021) ao avaliar os efeitos sobre duas categorias de despesas públicas fundamentais: educação e saúde. Como se viu, não há sinais de efeitos sobre essas despesas.

Em seguida, esta avaliação avança em relação à literatura ao avaliar a infraestrutura física em educação e saúde. Não se observam efeitos sobre número de leitos e de escolas públicas nos municípios tratados. Esses resultados guardam certa relação com a literatura que avalia choques de receitas municipais com *royalties* de petróleo (CASELLI; MICHAELS, 2013; MONTEIRO; FERRAZ, 2010). Nesses casos, os pesquisadores encontram efeitos sobre despesas educacionais, mas não sobre variáveis relacionadas a desempenho educacional, por exemplo.²³ Apesar da ausência de incremento na rede educacional, verificou-se crescimento no número de matrículas escolares. Já em relação a indicadores de saúde, houve acréscimo na taxa de mortalidade, que parece ter como principal causa o aumento na mortalidade por acidentes de trânsito.

Compreender como esses efeitos podem ser heterogêneos é importante para o desenho de políticas públicas, os estudos de impacto ambiental e os respectivos programas de mitigação de impactos executados pelas empresas (programas básicos ambientais). Também podem contribuir para que o BNDES ofereça mecanismos de indução que potencializem os efeitos positivos e minimizem os negativos. Faria e outros (2017), por exemplo, separam os municípios entre aqueles que recebem UHEs abaixo ou acima de 500 MW. De acordo com os autores, os efeitos são mais pronunciados naqueles com usinas de menor capacidade, quando se avaliam efeitos sobre

²² Faria e outros (2017) também encontram padrão similar de redução da receita tributária, porém sem retomar os níveis anteriores no quinto ano. Deve-se ressaltar, no entanto, que os autores analisam separadamente as receitas de ISS das transferências dos estados para municípios de ICMS.

²³ Maciel (2021) analisa efeitos de *royalties* em uma perspectiva de longo prazo e encontra evidências de algum efeito positivo para desempenho educacional.

PIB. Esta avaliação seguiu a divisão proposta pela EPE (2021) em municípios que tiveram exclusivamente parte de sua área alagada (Grupo 2) e municípios que receberam a casa de força e o canteiro de obras (Grupo 1).

Quando se analisam heterogeneidades nos efeitos entre os grupos, as mais importantes referem-se aos efeitos sobre emprego, receita tributária, matrículas em escolas, mortalidade e notificações de doenças ligadas a mosquitos e DSTs. Apesar de considerar uma série de indicadores relevantes, esta avaliação não esgota a possibilidade de que sejam avaliados os impactos decorrentes da construção de UHEs por meio de indicadores municipais. Deve-se considerar em avaliações futuras seus efeitos sobre o uso da terra, notadamente perda de área florestal, bem como de biodiversidade, hipótese aventada por Lees e outros (2016). Além disso, avaliações futuras podem considerar o início da operação das UHEs, em vez do início de sua construção, de modo a captar efeitos distintos que a operação poderia acarretar.

Finalmente, esta avaliação considerou apenas efeitos locais de UHEs, ou seja, nos próprios municípios afetados pelas obras de implementação e/ou pelo alagamento. No entanto, como mostram Duflo e Pande (2007), a partir da análise de barragens construídas na Índia, a produção agrícola pode não ser afetada no município onde ocorre a construção, mas ter efeitos positivos sobre a produção agrícola de locais a jusante da barragem, decorrentes da maior possibilidade de irrigação nesses locais.

De fato, incorporar a análise sobre efeitos na qualidade da água implica pesquisar como municípios a jusante das UHEs podem ser afetados. Em pesquisa sobre efeitos de agrotóxicos na saúde, Dias e outros (2020) analisam os efeitos sobre mortalidade infantil em municípios a jusante de locais com alta utilização de glifosato na produção de soja. Desse modo, considerar efeitos distintos a jusante e a montante das UHEs parece uma importante avenida de pesquisa para avançar na compreensão dos efeitos de UHEs por meio de indicadores.

6.2. Considerações da AEC

Este relatório traz evidências auspiciosas para o aprimoramento das políticas públicas associadas à estruturação econômica e socioambiental de empreendimentos hidrelétricos, seja para governos (poder concedente, estados e municípios), seja para investidores, credores e os órgãos associados ao licenciamento social e ambiental.

Na vertente econômica *stricto sensu*, corroboram-se os principais efeitos positivos sobre atividades industriais, sobretudo na construção civil, sempre presente por conta das construções das barragens.

Sobre equipamentos de saúde e educação, o resultado aparenta ser contraintuitivo, ao não apontar expansão dessas infraestruturas, pois não raro UHEs têm condicionantes de licenciamento associadas à instalação de novos equipamentos nesses setores.

Com efeito, há que se aprofundar os estudos, potencialmente selecionando uma amostra de casos específicos, a fim de avaliar por que motivo tais investimentos em equipamentos de saúde e educação não surtem os efeitos esperados em expansão de leitos ou número de escolas.

Destaca-se, contudo, que os municípios afetados pelas obras, para os quais houve investimento em novos equipamentos de saúde e educação, podem ter passado por uma renovação mais acelerada da infraestrutura local. Isso poderia ter propiciado uma extensão de vida útil e uma melhora da qualidade de tais instalações, algo que somente pode ser corroborado por pesquisa complementar a este estudo.

Outro destaque relevante deste relatório é a variação dos homicídios, bem como de doenças ligadas a mosquitos e DSTs. Como esses são temas sensíveis historicamente para o segmento hidrelétrico, esperava-se, em alguma medida, impactos negativos relevantes. Felizmente, os impactos são em grande medida positivos e acabam por evidenciar o êxito dos planos

básicos ambientais (PBAs), associados aos estudos de impacto ambiental e ao licenciamento.

Por outro lado, o destaque negativo é o aumento expressivo de acidentes de trânsito, revelando a necessidade de os diversos órgãos de governo, investidores, licenciadores e credores se prepararem para tomar medidas complementares aos PBAs comumente pactuados.

Como principal financiador histórico do setor elétrico brasileiro, o BNDES poderá contribuir, em diálogo com as diversas esferas de governo, investidores, cocredores e licenciadores, para a promoção de investimentos que mitiguem os impactos adversos em acidentes de trânsito. Isso seria concretizado por meio de PBAs adicionais, que podem ser financiados, bem como por ações adicionais ao licenciamento, que o BNDES poderá induzir por meio de crédito adicional ou de articulação institucional com os diversos *stakeholders* locais e setoriais.

Referências

- ABADIE, A.; CATTANEO, M. D. Econometric methods for program evaluation. *Annual Review of Economics*, Cambridge, MA, v. 10, n. 1, 2018.
- ASSUNÇÃO, J.; COSTA, F.; SZERMAN, D. *Local socioeconomic impacts of Brazilian hydroelectric power plants*. [S. l.: s. n.], 2017
- ASSUNÇÃO, J. *et al.* *Local economic impacts of Brazilian hydroelectric power plants*. [S. l.: s. n.], 2019.
- ASSUNÇÃO, J.; SZERMAN, D.; COSTA, F. *Estudo: efeitos locais de hidrelétricas no Brasil*. [S. l.]: Input: Climate Policy Initiative, 2016.
- BELLEMARE, M. F.; WICHMAN, C. J. Elasticities and the inverse hyperbolic sine transformation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Oxford, v. 82, n. 1, p. 50-61, 2020.
- BORUSYAK, K.; JARAVEL, X.; SPIESS, J. Revisiting event study designs: Robust and efficient estimation. *arXiv*, Ithaca, 2021.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CALLAWAY, B.; SANT'ANNA, P. H. C. Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, Amsterdam, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021.

CARVALHO, R. A.; FREITAS, C. R. *Séries temporais para estudos históricos da execução orçamentária municipal pós-1989*. Brasília, DF: Enap, 2022. (XI Prêmio SOF de monografias, 3ª menção honrosa).

CASELLI, F.; MICHAELS, G. Do oil windfalls improve living standards? Evidence from Brazil. *American Economic Journal: Applied Economics*, Nashville, v. 5, n. 1, p. 208-38, 2013.

CHAISEMARTIN, C.; D'HAULTFOEUILLE, X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects. *American Economic Review*, Nashville, v. 110, n. 9, p. 2964-96, 2020.

DIAS, M., ROCHA, R., and SOARES, R. R. Glyphosate Use in Agriculture and Birth Outcomes of Surrounding Populations. Discussion Paper 12164, Institute of Labor Economics (IZA). 2019.

DUFLO, E.; PANDE, Ri. Dams. *The Quarterly Journal of Economics*, Örebro, v. 122, n. 2, p. 601-646, 2007.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. *Rodadas de modelo para estimar os efeitos da construção de usinas hidrelétricas nos municípios atingidos, por meio de indicadores socioeconômicos*. Contrato CT-EPE-047/2020. Brasília, DF: EPE, 2021. Manuscrito não publicado.

ESPOSITO, A. Contexto e panorama dos investimentos no setor elétrico brasileiro. *Perspectivas do Investimento*, Rio de Janeiro, v. 2013, p. 228-256, 2010.

FARIA, F. A. *et al.* The local socio-economic impacts of large hydropower plant development in a developing country. *Energy Economics*, Amsterdam, v. 67, p. 533-544. 2017.

GOMES, C. S. *Desempenhos de municípios afetados por usinas hidrelétricas: um estudo de 4 usinas nos rios Pelotas, Canoas e Uruguai*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

GOODMAN-BACON, A. Difference-in-differences with variation in treatment timing. *Journal of Econometrics*, Amsterdam, v. 225, n. 2, p. 254-277, 2021.

GRISOTTI, M. A construção de relações de causalidade em saúde no contexto da hidrelétrica de Belo Monte. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 287-304, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros*. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html>. Acesso em: 1 jul. 2021.

LEES, A. C. *et al.* Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, New York, v. 25, n. 3, p. 451-466, 2016

MACIEL, F. B. *Oil windfalls and educational development*. [S. l.: s. n.], 2021.

MONTEIRO, J.; FERRAZ, C. *Does oil make leaders unaccountable? Evidence from Brazil's offshore oil boom*. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2010.

PULICE, S. M. P.; MORETTO, E. M. A compensação financeira e o desenvolvimento dos municípios brasileiros alagados por usinas hidrelétricas. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 107-130, 2017.

SGARBI, F. de A. *et al.* An assessment of the socioeconomic externalities of hydropower plants in Brazil. *Energy Policy*, Amsterdam, v. 129, p. 868-879, 2019.

SUN, L.; ABRAHAM, S. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 175-199, 2021.

Apêndice

A Tabela A.1 apresenta o efeito médio do tratamento sobre tratados e os resultados das estimações pelos Grupos 1 e 2, que não são qualitativamente diferentes. Os efeitos estimados são apresentados tanto para o grupo de tratamento completo (Grupos 1 e 2 em conjunto), quanto por grupos.

Tabela A.1 – Efeitos socioeconômicos da construção de usinas hidrelétricas

Tema	Indicadores	Total	Grupo 1	Grupo 2
Atividade econômica	PIB (log)	0.162*** (0.0308)	0.203*** (0.0554)	0.122*** (0.0264)
	PIB Agropecuária (log)	0.151*** (0.0449)	0.0161 (0.0660)	0.282*** (0.0545)
	PIB Serviços (log)	0.0620** (0.0226)	0.0831* (0.0396)	0.0419 (0.0221)
	PIB Indústria (log)	0.298*** (0.0719)	0.501*** (0.110)	0.101 (0.0825)
	Empregos formais (log)	0.154*** (0.0401)	0.227*** (0.0640)	0.0836 (0.0473)
	Empregos formais – indústria	0.198* (0.0937)	0.273* (0.137)	0.114 (0.126)
	Empregos formais – serviços	0.116***	0.158***	0.0754*

		(0.0298)	(0.0464)	(0.0365)
	Empregos formais- construção civil	0.202 (0.169)	0.212 (0.245)	0.189 (0.220)
	Empregos formais – comércio	0.0644 (0.0459)	0.0657 (0.0554)	0.0631 (0.0736)
	Empregos formais – agropecuária	0.112* (0.0531)	-0.0165 (0.0565)	0.231** (0.0835)
Finanças Públicas	Receita impostos (IHS)	0.272*** (0.0676)	0.388*** (0.114)	0.163* (0.0725)
	Despesas saúde	-0.199 (0.110)	-0.0905 (0.103)	-0.302 (0.187)
	Despesas educação	-0.188 (0.0963)	-0.0359 (0.0953)	-0.332* (0.161)
Saúde	Leitos	0.0405 (0.0490)	0.0732 (0.0388)	-0.00039 (0.0978)
	Óbitos – total	0.218 (0.120)	0.232 (0.148)	0.204 (0.188)
	Óbitos – homicídios	-0.0180 (0.162)	-0.111 (0.214)	0.0717 (0.240)
	Óbitos – trânsito	0.445** (0.155)	0.543* (0.219)	0.350 (0.218)
	Internações	0.176 (0.143)	0.382 (0.240)	-0.0264 (0.150)
	Internações – respiratórias	0.127 (0.126)	0.274 (0.210)	-0.0163 (0.138)
	Internações – trânsito	0.0683*** (0.0151)	0.103*** (0.0237)	0.0347* (0.0170)
	Notificações – DST	-0.211 (0.277)	-0.734** (0.279)	0.662 (0.464)
	Notificações – mosquitos	-1.402*** (0.269)	-1.512*** (0.332)	-1.218** (0.453)
Educação	Escolas	0.0491 (0.120)	-0.0995 (0.113)	0.297 (0.235)
	Matrículas – EF1	0.0612** (0.0203)	0.101*** (0.0255)	-0.00470 (0.0225)
	Matrículas – EF2	0.0494 (0.0335)	0.109* (0.0449)	-0.0504 (0.0301)
	Matrículas – EM	0.0670* (0.0320)	0.0862 (0.0472)	0.0350 (0.0308)

Fonte: Elaboração própria com resultados do modelo.
(Desvio padrão entre parênteses)

Significância: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

A Tabela A.2 apresenta informações sobre as UHEs consideradas nessa análise, todas apoiadas pelo BNDES.

Tabela A.2 – Usinas apoiadas e valor nominal do apoio (em R\$ mil)

Usina hidrelétrica	Valor total do apoio
Peixe Angical	670.000
Capim branco I	90.577
Capim branco II	80.544
Castro Alves	254.797
14 DE JULHO	203.090
São Salvador	570.159
Salto do Pilão	275.524
Foz do Chapecó	1.665.860
Simplício	1.034.410
Salto	289700
Serra do Facão	576.100
Baguari	302.014
Estreito	3.384.977
Caçu e Barra dos Coqueiros	543.413
Dardanelos	481.040
Mauá	703.834
Santo Antônio	8.125.172
Jirau	9.370.000
Garibaldi	351.000
Colíder	1.035.949
Belo Monte	20.500.000
Teles Pires	2.400.000
Ferreira Gomes	590.034
Santo Antonio do Jari	733.122
Baixo Iguaçu	194.000
Cachoeira Caldeirão	501.500
São Manoel	1.307.430
Sinop	1.041.000

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela A.3 apresenta os municípios que compõem o grupo de tratamento desta avaliação de impacto, separados por grupos 1 e 2 e ano de início das obras de construção.

Tabela A.3 – Municípios que compõem o grupo de tratamento, divisão entre grupos 1 e 2 e ano de início do tratamento

Código IBGE	Município – UF	Grupo	Ano de tratamento
1100205	Porto Velho – RO	Grupo 1	2008
1500503	Almeirim – PA	Grupo 1	2011
1500602	Altamira – PA	Grupo 1	2011
1501725	Brasil Novo – PA	Grupo 2	2011
1503754	Jacareacanga – PA	Grupo 1	2011
1508357	Vitória do Xingu – PA	Grupo 1	2011
1600238	Ferreira Gomes – AP	Grupo 1	2011
1600279	Laranjal do Jari – AP	Grupo 1	2011
1600303	Macapá – AP	Grupo 1	2011
1600535	Porto Grande – AP	Grupo 1	2011
1700301	Aguiarnópolis – TO	Grupo 1	2007
1703008	Babaçulândia – TO	Grupo 2	2007
1703073	Barra do Ouro – TO	Grupo 2	2007
1706506	Darcinópolis – TO	Grupo 2	2007
1707702	Filadélfia – TO	Grupo 2	2007
1709005	Goiatins – TO	Grupo 2	2007
1709500	Gurupi – TO	Grupo 1	2002
1710904	Itapiratins – TO	Grupo 2	2007
1713809	Palmeiras do Tocantins – TO	Grupo 1	2007
1715705	Palmeirante – TO	Grupo 2	2007
1715754	Palmeirópolis – TO	Grupo 1	2005
1716208	Paranã – TO	Grupo 2	2002
1716604	Peixe – TO	Grupo 1	2002
1720259	São Salvador do Tocantins – TO	Grupo 2	2002
1721000	Palmas – TO	Grupo 1	2005
1721307	Tupiratins – TO	Grupo 2	2007
2102804	Carolina – MA	Grupo 2	2007
2104057	Estreito – MA	Grupo 1	2007
3101508	Além Paraíba – MG	Grupo 1	2007
3101805	Alpercata – MG	Grupo 2	2007
3103504	Araguari – MG	Grupo 1	2003
3116209	Chiador – MG	Grupo 1	2007
3125804	Fernandes Tourinho – MG	Grupo 2	2007
3127701	Governador Valadares – MG	Grupo 1	2007
3129301	Iapu – MG	Grupo 2	2007
3130705	Indianópolis – MG	Grupo 2	2003
3147006	Paracatu – MG	Grupo 2	2007
3149952	Periquito – MG	Grupo 1	2007
3167707	Sobralia – MG	Grupo 2	2007
3170206	Uberlândia – MG	Grupo 2	2003
3305406	Sapucaia – RJ	Grupo 1	2007

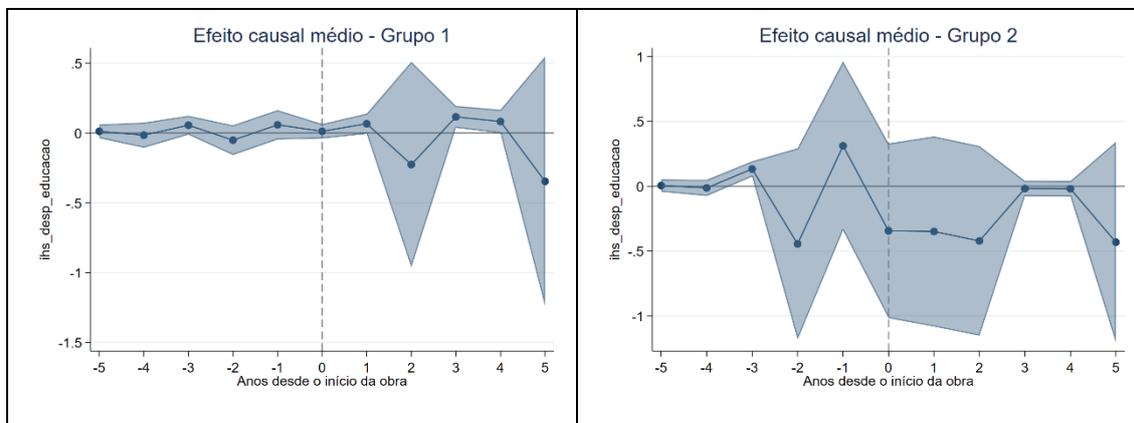
3306008	Três Rios – RJ	Grupo 1	2007
4104501	Capanema – PR	Grupo 1	2013
4104600	Capitão Leônidas Marques – PR	Grupo 1	2013
4117255	Nova Prata do Iguaçu – PR	Grupo 2	2013
4117305	Ortigueira – PR	Grupo 2	2008
4119806	Planalto – PR	Grupo 2	2013
4121406	Realeza – PR	Grupo 2	2013
4127106	Telêmaco Borba – PR	Grupo 1	2008
4200051	Abdon Batista – SC	Grupo 1	2011
4200507	Águas de Chapecó – SC	Grupo 1	2006
4201257	Apiúna – SC	Grupo 1	2006
4203402	Campo Belo do Sul – SC	Grupo 2	2011
4203600	Campos Novos – SC	Grupo 1	2011
4204103	Caxambu do Sul – SC	Grupo 2	2006
4204178	Cerro Negro – SC	Grupo 2	2011
4204202	Chapecó – SC	Grupo 2	2006
4206652	Guatambú – SC	Grupo 2	2006
4206900	Ibirama – SC	Grupo 1	2006
4208005	Itá – SC	Grupo 2	2006
4209904	Lontras – SC	Grupo 1	2006
4211876	Paial – SC	Grupo 2	2006
4214805	Rio do Sul – SC	Grupo 1	2006
4216008	São Carlos – SC	Grupo 1	2006
4216800	São José do Cerrito – SC	Grupo 2	2011
4219150	Vargem – SC	Grupo 2	2011
4300505	Alpestre – RS	Grupo 1	2006
4300802	Antônio Prado – RS	Grupo 2	2004
4302105	Bento Gonçalves – RS	Grupo 1	2004
4305108	Caxias do Sul – RS	Grupo 1	2004
4305959	Cotiporã – RS	Grupo 1	2004
4307203	Erval Grande – RS	Grupo 2	2006
4308052	Faxinalzinho – RS	Grupo 2	2006
4308201	Flores da Cunha – RS	Grupo 2	2004
4310702	Itatiba do Sul – RS	Grupo 2	2006
4312708	Nonoai – RS	Grupo 2	2006
4313086	Nova Pádua – RS	Grupo 2	2004
4313359	Nova Roma do Sul – RS	Grupo 1	2004
4315552	Rio dos Índios – RS	Grupo 2	2006
4322806	Veranópolis – RS	Grupo 2	2004
5100250	Alta Floresta – MT	Grupo 1	2011
5101407	Aripuanã – MT	Grupo 1	2007
5103056	Cláudia – MT	Grupo 2	2011
5103205	Colíder – MT	Grupo 1	2011
5104526	Ipiranga do Norte – MT	Grupo 2	2014
5104559	Itaúba – MT	Grupo 2	2011

5106216	Nova Canaã do Norte – MT	Grupo 1	2011
5106299	Paranaíta – MT	Grupo 1	2011
5107909	Sinop – MT	Grupo 1	2014
5107925	Sorriso – MT	Grupo 2	2014
5204102	Cachoeira Alta – GO	Grupo 1	2007
5204300	Caçu – GO	Grupo 1	2007
5204805	Campo Alegre de Goiás – GO	Grupo 2	2007
5205109	Catalão – GO	Grupo 1	2007
5206206	Cristalina – GO	Grupo 2	2007
5206909	Davinópolis – GO	Grupo 1	2007
5210109	Ipameri – GO	Grupo 2	2007
5211305	Itarumã – GO	Grupo 2	2007

Fonte: Elaboração própria

Os gráficos A.1 a A.9 apresentam resultados desagregados nos grupos 1 e 2 para os indicadores que não apresentaram significância estatística até 95%.

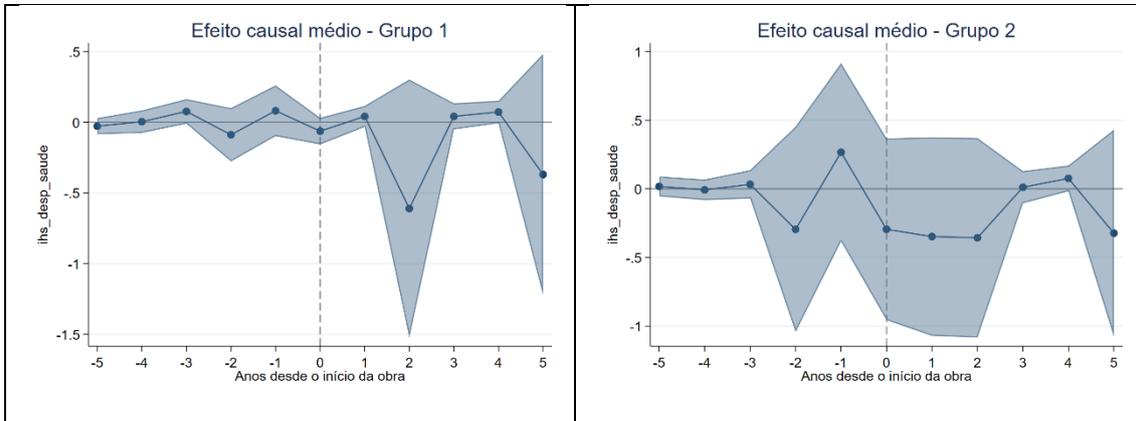
Gráfico A.1 – Efeitos sobre despesas com educação no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Finbra, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da despesa com educação. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant'Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

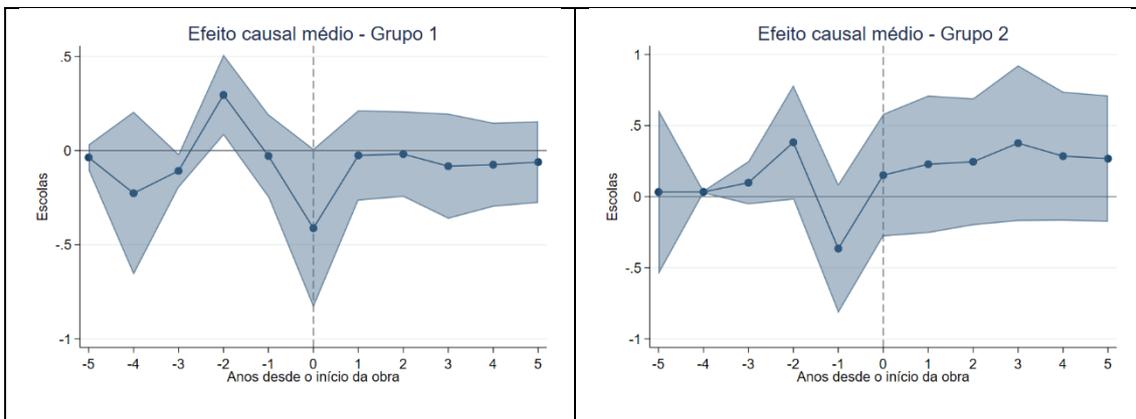
Gráfico A.2 – Efeitos sobre despesas com saúde no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Finbra, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da despesa com saúde. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

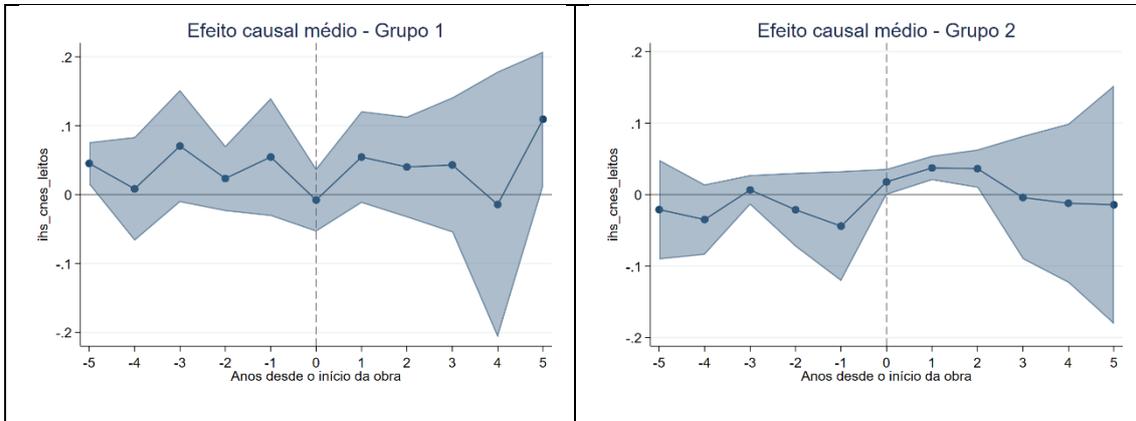
Gráfico A.3 – Efeitos sobre número de escolas no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Censo Escolar, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico do número de escolas. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

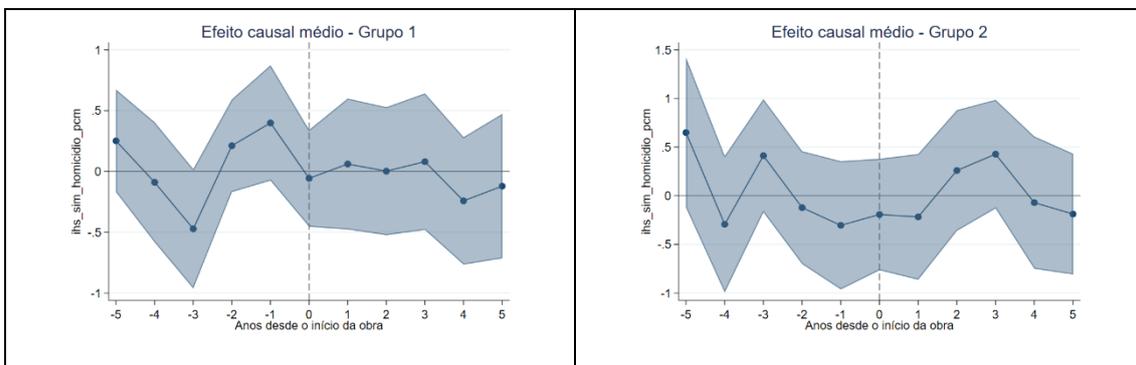
Gráfico A.4 – Efeitos sobre número de leitos no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico do número de leitos. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

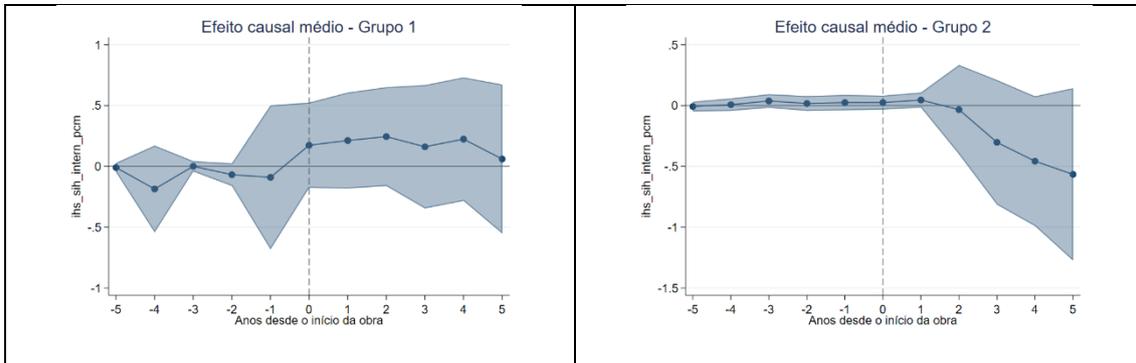
Gráfico A.5 – Efeitos sobre mortalidade por homicídios no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de mortalidade. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

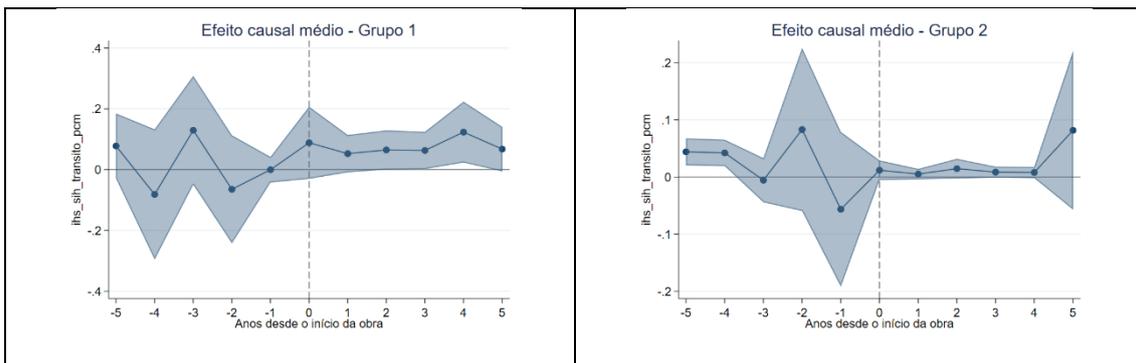
Gráfico A.6 – Efeitos sobre hospitalizações no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de hospitalizações. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

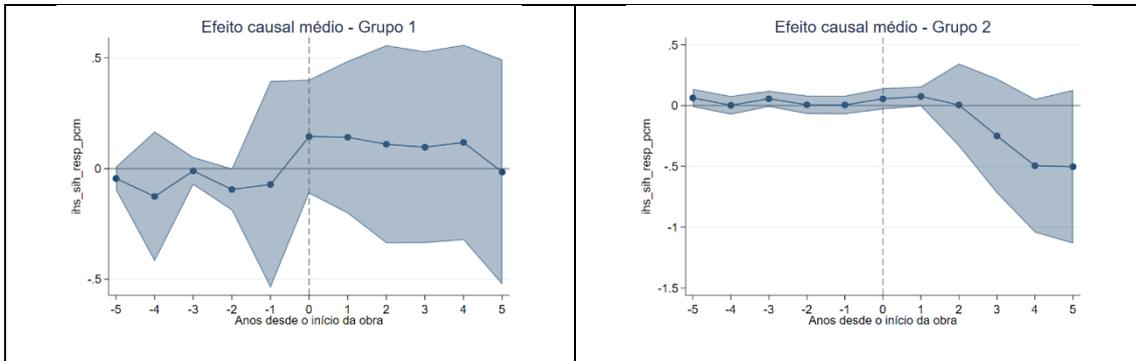
Gráfico A.7 – Efeitos sobre hospitalizações por acidentes de trânsito no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de hospitalizações. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

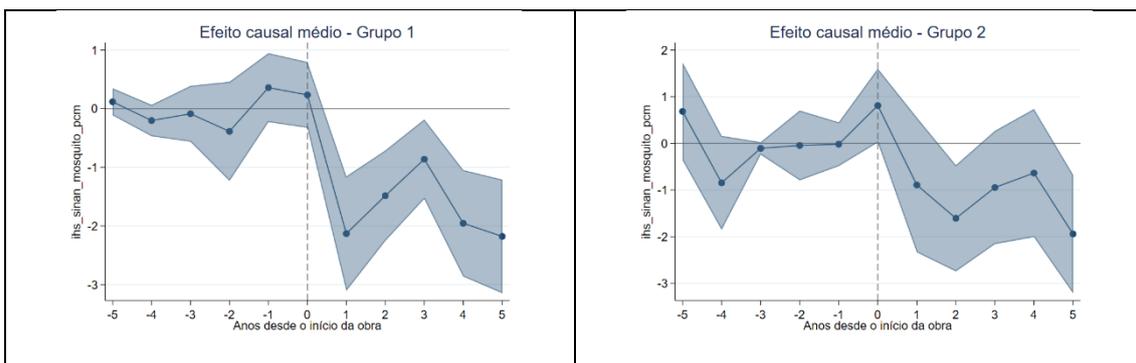
Gráfico A.8 – Efeitos sobre hospitalizações por doenças respiratórias no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de hospitalizações. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

Gráfico A.9 – Efeitos sobre notificações por doenças ligadas a mosquito no Grupo 1 (esquerda) e no Grupo 2 (direita)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados de Datasus, EPE e resultados do modelo.

Notas: o *event-study* segue a equação 2 e a variável dependente é o inverso do seno hiperbólico da taxa de notificações de doenças ligadas a mosquito. O exercício foi baseado no modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021). Intervalo de confiança de 95%.

JUNHO DE 2023

www.bndes.gov.br/efetividade



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO,
INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E SERVIÇOS

