

“Avoidable environmental disaster and infant health: evidence from a mining dam collapse in Brazil”

Bladimir Carrillo, Daniel Da Mata, Lucas Emanuel, Daniel Lopes e Breno Sampaio

Iago Vieitez de Brito Otero - nº USP 11764581

Juliana Stabile Peres - nº USP 11239188

Marco Antônio Gonçalves Silva - nº USP 11816675

Sumário

- Introdução
 - Motivação do artigo e lógica da pesquisa;
- Regressões e base de dados
 - Apresentação da base teórica do artigo;
- Resultados e conclusões
 - Retomada dos resultados do artigo de acordo com a base de dados utilizada.

Objetivo

O intuito da apresentação é focar no artigo dos autores a fim de:

1. Entender o que os motivou a pesquisar sobre colapso ambiental no Brasil;
2. Como eles o fizeram - qual base teórica foi utilizada e por quê?
3. Apresentar o resultado final: onde eles chegaram com essa pesquisa? Como os resultados nos ajudam a entender os impactos do colapso da barragem de Mariana?

Parte 1

Introdução

1. Motivações

O artigo tenta fornecer as primeiras evidências sobre as **consequências para a saúde infantil dos rejeitos incidentes de barragens examinando o rompimento de Mariana no Brasil** - um dos maiores desastres de rejeitos registrados até o momento.

Mineração tem um grande papel na economia e nas receitas do estado e, nesse sentido, há muito debate do quanto esse setor deveria ser **regulamentado para minimizar impactos ambientais e evitar desastres ambientais por falhas técnicas** – por exemplo: rompimento da barragem.

Segundo a UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), sistemas regulatórios com verificações múltiplas e independentes são necessários para garantir padrões e detectar falhas iminentes que evitariam desastres de rejeitos.

O fato:

Em 5 de novembro de 2015, uma grande barragem contendo 52 milhões de metros cúbicos de resíduos de mineração de ferro desabou em Mariana, localizada no estado de Minas Gerais (MG), Brasil.

Devido ao desastre houve várias consequências ambientais e socioeconômicas. A onda de lama com rejeitos atingiu a localidade de Bento Rodrigues, destruiu vários prédios e matou 19 pessoas. Além disso, afetou a fauna, a vegetação e outros assentamentos antes de atingir o Rio Doce - um rio que flui para o leste no Oceano Atlântico.

Este colapso é considerado o maior desastre ambiental no Brasil e no mundo envolvendo barragens de rejeitos.

Parte 2

Regressões e
base de dados

2. Regressões e Base de Dados

Os autores usam a base de dados provida pelo SINASC (Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos), entre os anos de 2011 e 2016, para rodar suas regressões

Da base de dados, são retiradas as variáveis:

- **Dados sobre a gravidez:**
 - Peso ao nascer
 - Duração da gravidez
- **Dados sobre a mãe:**
 - Idade
 - Nível de educação
 - Status civil
 - Município de residência
 - **Data do último período menstrual**
→ Usado como **data de concepção** (*date of conception*)

Construção do grupo **tratado**:

De forma geral, o grupo tratado é composto por **mulheres** que moravam em **municípios afetados** pelo colapso da barragem e estavam **grávidas**.

Período de exposição

Com fins teóricos, o período de exposição é dividido por trimestres, considerando uma janela de 93 dias:

- 1º trimestre: [0, 3] meses
- 2º trimestre: (3, 6] meses
- 3º trimestre: (6, 9] meses

2. Regressões e Base de Dados

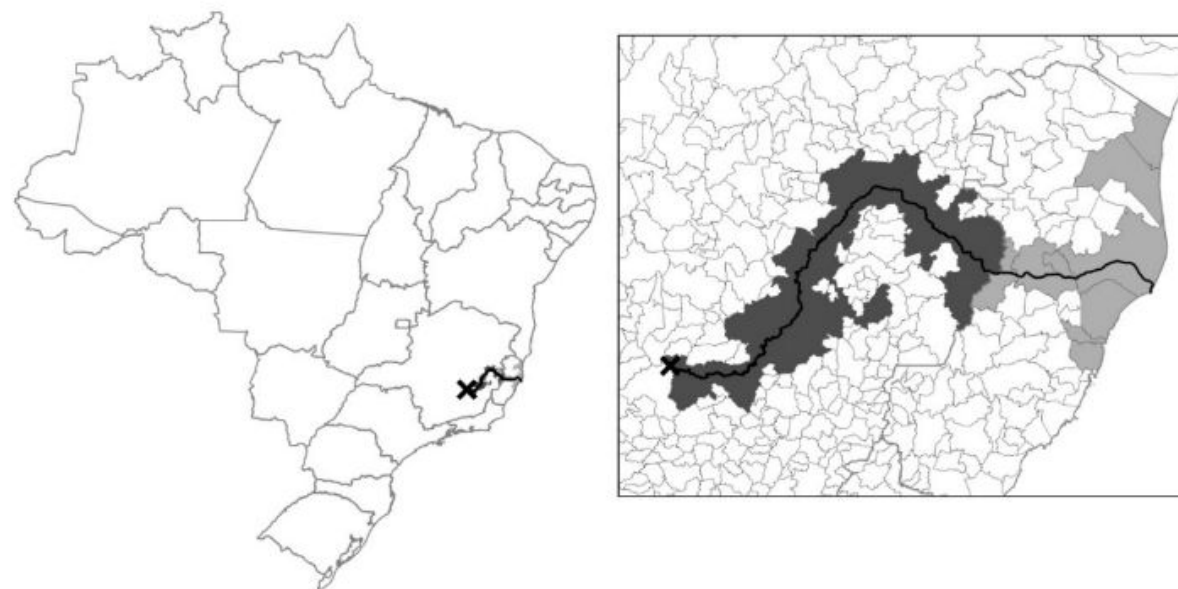
Construção do grupo de comparação/grupo de controle

Dado que o grupo de tratamento é composto por mulheres grávidas que foram expostas ao colapso de Mariana, para construir um **grupo de controle**, os autores empregam o seguinte processo:

- Levantamento de outras barragens similares à barragem de Mariana;
- Simulação de seu colapso e consequente impacto em municípios vizinhos;

Assim, o grupo de controle usado como parâmetro é formado por **mulheres grávidas residentes nos cinco municípios que seriam mais afetados em cada simulação de colapso**.

Figure A.1: Mariana dam collapse



Notes. All municipalities affected by the Mariana dam disaster are in gray. Municipalities in our treated group – that are located in Minas Gerais state – are displayed in darker gray, while other municipalities affected by the disaster are in light gray.

2. Regressões e Base de Dados

Dados em Painel

Nesse caso, como é avaliado um período de tempo, ou seja, o mesmo indivíduo aparecerá mais de uma vez na base de dados - variando com o tempo - trata-se de dados em painel.

Necessidades:

- 1) **Heterogeneidade não observada:** considerar no modelo variáveis que não variam no tempo da análise (ex.: residência em um município, escolaridade...)

Modelo do paper:

Efeitos fixos para municípios;

Efeitos fixos para mês;

Efeitos fixos para ano.

DID

2) Evento experimental natural imprevisível: os indivíduos tenderiam a não mudar o comportamento antes dado que não previam o evento.

3) Tendências Paralelas: certificação de que antes do evento havia uma tendência paralela que alterou-se apenas dado o tratamento

Mundo sem tratamento:

$$E[Y^{\circ\text{trat.}}|Post] - E[Y^{\circ\text{trat.}}|Pre] - E[Y^{\circ\text{cont.}}|Post] - E[Y^{\circ\text{cont.}}|Pre] = 0$$

2. Regressões e Base de Dados

A estratégia empírica é explorar o momento e a localização do rompimento da barragem de Mariana para identificar o impacto da exposição in utero ao desastre nos resultados do parto utilizando o método **DID**(*difference-in-differences*).

- O fato é considerado um *experimento natural e não previsto anteriormente*, ou seja, os indivíduos *não* tenderiam a alterar o comportamento dado que não *imaginavam que ocorreria o desabamento da barragem*.

$$Y_{imts} = \beta \cdot \text{exposure}_{imts} + X'_{imts} \Theta + \omega_m + \lambda_t + \mu_s + \varepsilon_{imts} \quad (1)$$

sendo:

Y_{imts} : é o resultado observado para a criança i concebida no mês m , ano t com a mãe residente no município s

X_{imts} : é um vetor de controle;

μ_s : é responsável por variáveis não observadas que não variam no tempo e são determinantes de resultados de nascimento compartilhados entre mães residentes no mesmo município (*heterogeneidade não observada*).

ω_m ; λ_t : ajusta para choques que são comuns a todas as mulheres grávidas em um momento específico no tempo (respectivamente mês e ano).

exposure: dummy igual a **1** se a grávida foi exposta ao desastre e igual a **0** se não;

2. Regressões e Base de Dados

O paper também realiza um “**Event-study**”, seguindo a especificação:

$$Y_{imts} = \left[\sum_{\tau=-15}^{-2} \beta_{\tau} I(t_{mts} - t^* = \tau) + \sum_{\tau=0}^2 \beta_{\tau} I(t_{mts} - t^* = \tau) \right] + X'_{imts} \Theta + \omega_m + \lambda_t + \mu_s + \varepsilon_{imts} \quad (2)$$

Nesse caso, há uma tentativa de entender as tendências paralelas em diferentes meses da gravidez e a ideia seria tentar entender se as **crianças nascidas de mães que vivem em municípios expostos ao desastre durante sua duração gestacional teriam tendências semelhantes de nascimento da criança em comparação com aquelas que viviam em municípios semelhantes fora da área afetada pelo desabamento da barragem.**

$I(t_{mts} - t^* = \tau)$: função indicativa que mede o tempo em trimestre relativo ao **dia do desastre** (t^*).

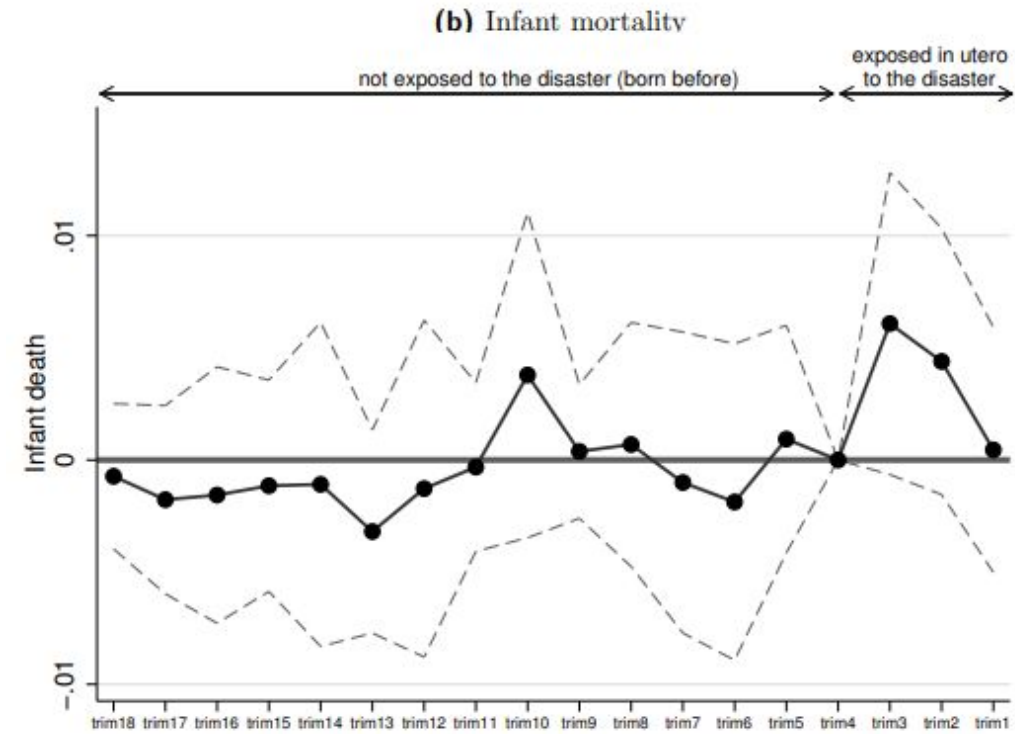
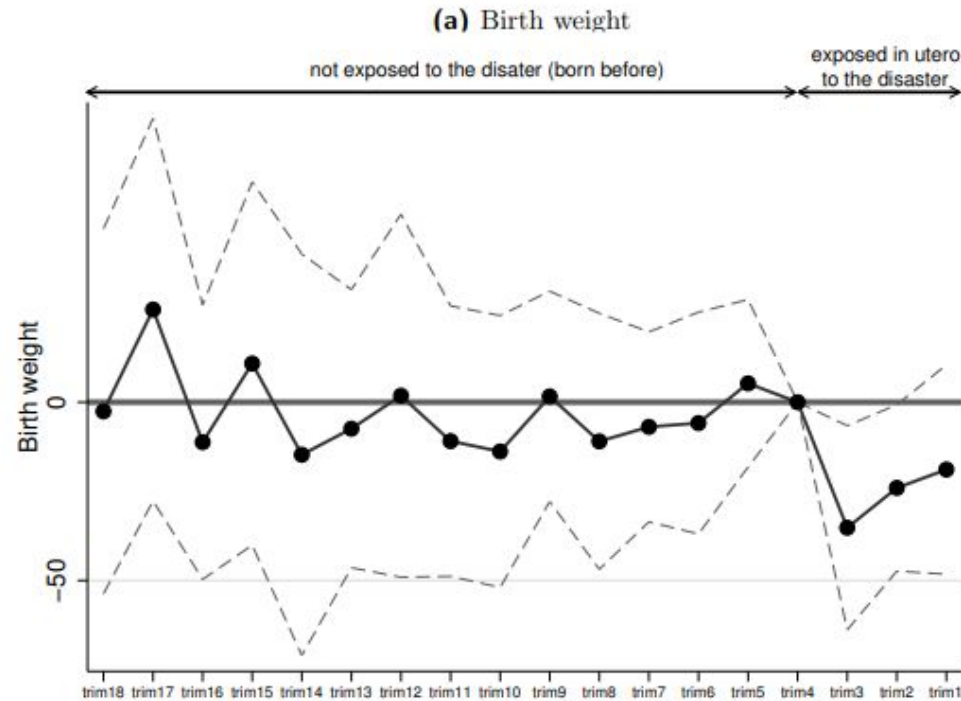
Parte 3

Resultados e Conclusões

3. Resultados e Conclusões:

Como resultado o “**Event- Study**” (2):

Figure 1: Event-Studies: Effects of the dam incident on birth weight and infant morta



Gráficos sugerem **tendências similares pré-evento** - o que fornece **suporte para análise DID**. Linhas pontilhadas representam os intervalos de confiança a 95%.

Obs.: trim₄ é o trimestre imediatamente anterior ao evento e é usado como a referência do período.

3. Resultados e Conclusões:

Table 1: Effects of exposure on birth weight, weeks of gestation and mortality

	Birth weight						Weeks of gestation		Infant death	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Exposure (any trimester)	-24.029 [12.761]*	-23.562 [13.591]*	-23.790 [14.066]*				-0.022 [0.047]		0.004 [0.001]***	
3 rd trim.				-30.689 [8.426]***	-32.360 [9.669]***	-29.031 [12.827]**		-0.062 [0.058]		0.007 [0.002]***
2 nd trim.				-21.370 [16.201]	-19.698 [16.729]	-28.384 [19.516]		-0.019 [0.058]		0.005 [0.001]***
1 st trim.				-20.162 [19.950]	-18.856 [20.217]	-13.788 [21.899]		0.014 [0.059]		0.001 [0.002]
Municipality FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Month and year of conception FE	Yes	Yes		Yes	Yes		Yes	Yes	Yes	Yes
Control variables		Yes			Yes		Yes	Yes	Yes	Yes
Month×year of conception FE			Yes			Yes				
Number of obs.	100,704	96,089	100,704	100,704	96,089	100,704	96,089	96,089	96,089	96,089
R ²	0.007	0.020	0.008	0.007	0.020	0.008	0.011	0.011	0.003	0.003

Notes. Because of space constraints, we do not report coefficients for trimesters prior to the collapse. Control variables are: indicator for married mothers, newborn sex, high-education mothers (12 or more years of schooling), and dummies for mothers older than age 40 and younger than age 20. Standard errors clustered at the municipal level. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

3. Resultados e Conclusões

Efeitos heterogêneos

Na Tabela 2, dividimos a amostra por **escolaridade da mãe, estado civil e idade** para investigar se as *mães desfavorecidas são mais afetadas pelo desastre*.

- Mães com **menos escolaridade** são **amplamente afetadas** se expostas ao desastre durante o **terceiro trimestre de gravidez**.
- Mães **mais escolarizadas** sofrem um **impacto quantitativamente próximo de zero**, independentemente do trimestre da gravidez em que ela foi exposta.
- Há evidências fracas de que mães casadas são afetadas, enquanto **mães solteiras** são **significativamente afetadas** quando expostas durante o terceiro trimestre da gravidez.
- Há **efeitos estatisticamente significativos** apenas para **mães com 20 anos ou mais**, embora as estimativas dos **coeficientes** sejam **maiores**, mas **imprecisamente estimadas** para **mulheres mais jovens**.

3. Resultados e Conclusões

Table 2: Heterogeneous effects

	Dependent variable: Birth weight											
	Mother's education				Married				Mother's age			
	More than 12 years		Less than 12 years		Yes		No		Younger than age 20		Older than age 20	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Exposure (any trim.)	-9.351		-27.796		-18.809		-30.217		-7.416		-26.346	
	[17.633]		[15.198]*		[14.403]		[15.815]*		[25.732]		[14.051]*	
3 rd trim.		1.698		-40.984		-5.240		-65.533		-45.922		-27.974
		[31.361]		[11.893]***		[17.529]		[24.649]***		[38.844]		[12.339]**
2 nd trim.		3.907		-26.034		-19.687		-20.857		-32.468		-16.851
		[26.428]		[22.818]		[12.908]		[24.365]		[33.098]		[14.868]
1 st trim.		-31.973		-16.415		-31.047		-4.773		55.749		-34.478
		[30.944]		[20.766]		[20.539]		[23.893]		[34.496]		[20.375]*
Number of obs.	17,300	17,300	78,789	78,789	50,632	50,632	45,457	45,457	17,009	17,009	79,080	79,080

Notes. All regressions include municipality, year and month of conception fixed effects, and control variables (the same variables as in Table 1). Standard errors clustered at the municipal level. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

3. Resultados e Conclusões

Verificações de robustez

Testes de robustez e sensibilidade para **confirmar** as principais descobertas de que o peso ao nascer responde à exposição durante o terceiro trimestre de gravidez.

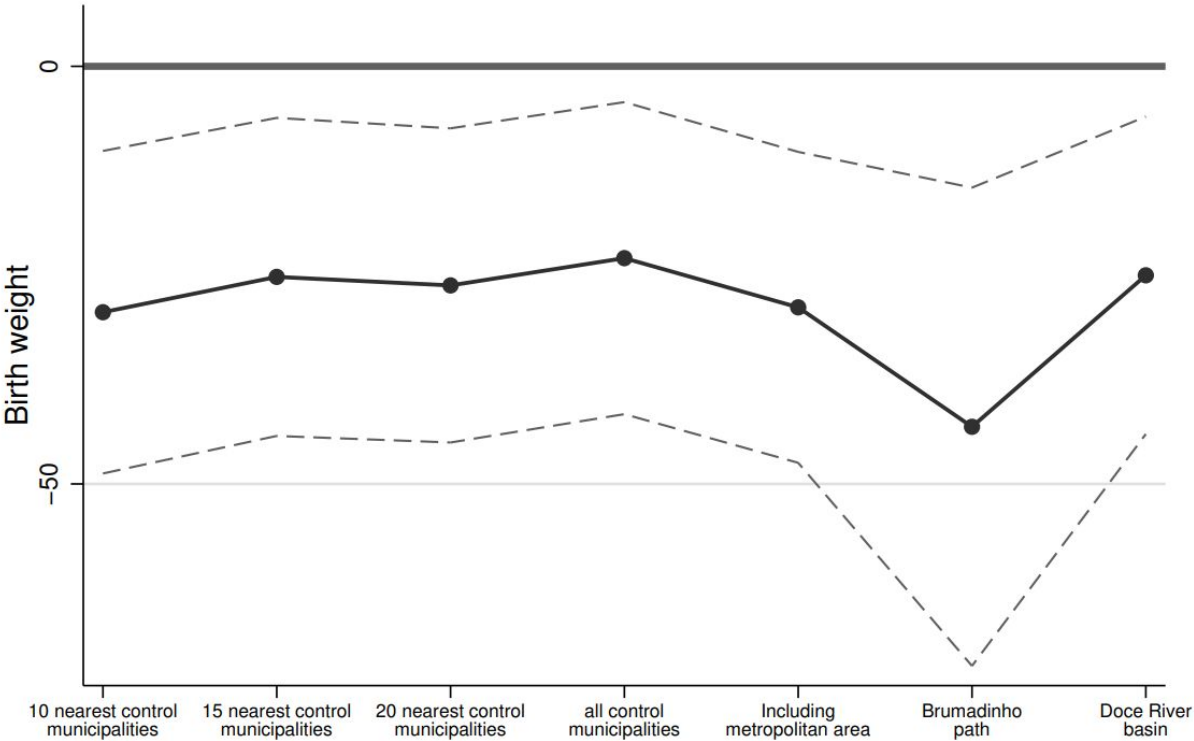
- Na Figura A.2 Painel (a), no slide a seguir, nota -se que as **estimativas são robustas para diferentes definições do grupo de controle**;
- O paper varia o **número de municípios incluídos no grupo de controle simulado** (quatro primeiras estimativas, todas estatisticamente significativas pelo menos ao nível de 10%);
- Inclui-se municípios localizados na *região metropolitana da capital do estado*, utiliza-se todos os *municípios da bacia do rio Doce*, e é considerado todas as *manchas afetadas pelo desastre de Brumadinho* - encontrando **resultados semelhantes**;
- O paper também **exclui cada município tratado** de cada vez para verificar se os **resultados são direcionados por uma área específica e encontramos estimativas notavelmente estáveis** (Painel (b), no slide a seguir).

3. Resultados e Conclusões

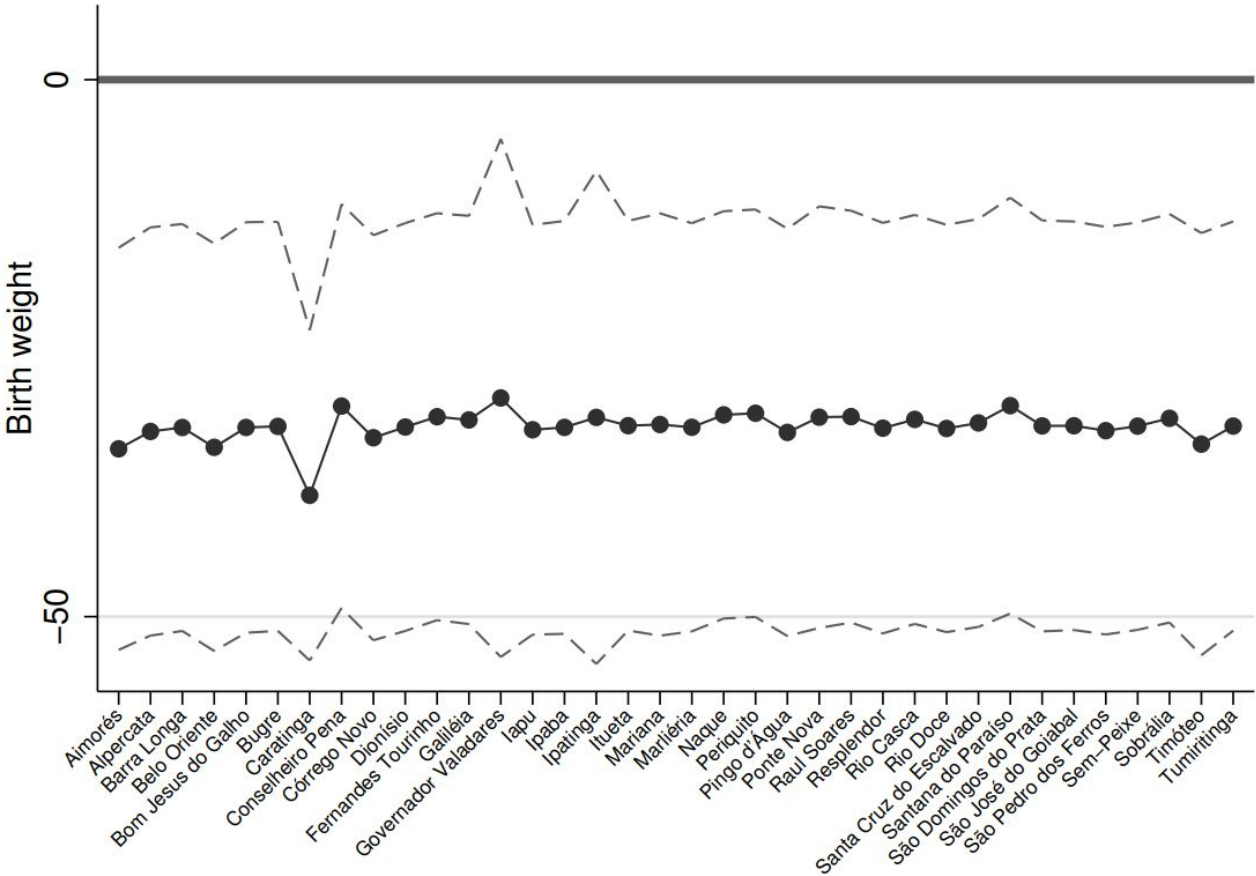
Testes de robustez

Figure A.2: Robustness checks

(a) Other control groups



(b) Dropping each treated municipality



Resultados principais

- 1. Redução significativa do peso dos recém-nascidos;**
- 2. Aumento da mortalidade infantil.**

Obrigado!

Estamos à disposição para eventuais dúvidas! :)