

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

Igor Vieira Procópio

Três Ensaios sobre a Origem da Vida e seus Efeitos sobre o Capital Humano

Juiz de Fora

2022

Igor Vieira Procópio

Três Ensaio sobre a Origem da Vida e seus Efeitos sobre o Capital Humano

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Economia.
Área de concentração: Economia

Orientadora: Profa. Dra Flávia Lúcia Chein Feres

Coorientadora: Profa. Dra Cristine Campos de Xavier Pinto

Juiz de Fora

2022

Ficha catalográfica elaborada através do Modelo Latex do CDC da UFJF
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Vieira Procópio, Igor.

Três Ensaio sobre a Origem da Vida e seus Efeitos sobre o Capital Humano / Igor Vieira Procópio. – 2022.

108 f. : il.

Orientadora: Flávia Lúcia Chein Feres

Coorientadora: Cristine Campos de Xavier Pinto

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2022.

1. condições iniciais. 2. desenvolvimento infantil. 3. capital humano. I. Feres, Flávia Lúcia Chein, orient. II Pinto, Cristine Xavier III. Título.

Igor Vieira Procópio

Três Ensaios sobre a Origem da Vida e seus Efeitos sobre o Capital Humano

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Economia.
Área de concentração: Economia

Igor Vieira Procópio

Três Ensaios sobre a Origem da Vida e seus Efeitos sobre o Capital Humano

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Economia. Área de concentração: Economia

Aprovada em 05 de setembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Flávia Lúcia Chein Feres - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Cristine Campos de Xavier Pinto - Coorientadora

Inspere Instituto de Ensino e Pesquisa

Dr^a. Laura de Carvalho Schiavon

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Ricardo da Silva Freguglia

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Luciana Soares Luz do Amaral

Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. Naercio Aquino Menezes Filho

Inspere Instituto de Ensino e Pesquisa

Juiz de Fora, 19/08/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Flavia Lucia Chein Feres, Professor(a)**, em 06/09/2022, às 00:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Naercio Aquino Menezes Filho, Usuário Externo**, em 06/09/2022, às 08:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Laura de Carvalho Schiavon, Professor(a)**, em 06/09/2022, às 11:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo da Silva Freguglia, Professor(a)**, em 06/09/2022, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristine Campos de Xavier Pinto, Usuário Externo**, em 09/09/2022, às 21:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Soares Luz do Amaral, Usuário Externo**, em 13/09/2022, às 10:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0914947** e o código CRC **EFABB13E**.

Dedico este trabalho à Lilian e Pedro, meus amores.

AGRADECIMENTOS

São muitas pessoas que participam de uma jornada tão longa e merecem meus agradecimentos. Mas não posso deixar de começar pela minha esposa, meu amor, minha companheira e amiga Lilian. Esses anos foram tão difíceis para você quanto para mim. Muito obrigado lindinha.

Um agradecimento muito especial à minha orientadora e amiga Flávia Chein. Além da sugestão do tema, foram muitas conversas formais e informais ao longo dessa jornada que auxiliaram em muito a elaboração do trabalho. Obrigado pela dedicação e paciência.

À Professora Cristine Pinto, minha coorientadora, sempre disponível para conversas virtuais e sempre precisa nas contribuições.

Aos membros da banca, Professor Ricardo, Professora Laura, Professora Luciana e Professor Naercio, pela disponibilidade, valiosas contribuições e palavras de incentivo.

Aos professores e professoras do Programa de Pós Graduação, em especial um agradecimento ao Professor José Simão, que, além dos ensinamentos em sala de aula, percebeu um momento de fragilidade e me incentivou com uma boa conversa de amigos.

À UFJF pelo apoio financeiro através do PROQUALI.

E um muito obrigado a todos que direta ou indiretamente participaram de todo esse processo.

RESUMO

Esta tese é composta por três ensaios independentes, mas ligados pelo mesmo tema, entender a relação entre eventos ocorridos durante a gestação até o nascimento no desenvolvimento fetal e infantil. O primeiro artigo investiga como o estresse materno durante a gestação impacta o desenvolvimento fetal e infantil e se os efeitos se manifestam de forma diferente em meninos e meninas ao longo do ciclo de vida. Utiliza-se o terremoto ocorrido no Chile em 2010 como fonte exógena indutora do estresse e a Pesquisa da Primeira Infância para acompanhar o desenvolvimento das crianças. Os resultados encontrados corroboram evidências anteriores de que o estresse materno durante a gestação, principalmente nos dois primeiros trimestres, é um fator de risco para o pleno desenvolvimento do feto. Importante enfatizar que os efeitos encontrados nas medidas de nascimento são mais fortes para os meninos, comparativamente às meninas. Já a análise ao longo do ciclo de vida indica uma maior sensibilidade das meninas, em especial ao que se refere às habilidades sócio emocionais. O segundo artigo explora um aspecto menos investigado na literatura, um possível impacto na razão de sexo dos nascidos vivos afetados por um choque negativo, especificamente o rompimento da barragem de Brumadinho em 2019. Utilizando uma estratégia de diferenças em diferenças sintética, encontra-se uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos naqueles municípios afetados pelo desastre. O efeito negativo é mais forte nos municípios mais próximos ao local do rompimento e se manifesta se a gestante estivesse no início ou meio da gestação no momento do rompimento. O terceiro artigo avalia um programa voltado para a redução de cesarianas sem indicações clínicas, o Projeto Parto Adequado. O objetivo principal é avaliar se o Projeto foi capaz de reduzir as taxas de cesarianas nos hospitais participantes. Utiliza-se neste artigo uma estimação por diferenças em diferenças sintética, comparando a evolução dos indicadores de interesse para os hospitais participantes do Projeto com um grupo de hospitais semelhantes ao longo de um período de tempo antes e depois da implementação do Projeto. Os resultados encontrados apontam para um efeito do Projeto no aumento nas taxas de parto normal de mais de três pontos percentuais, o que representa mais de 25% de aumento em comparação com as taxas de 2014, ano imediatamente anterior à implementação do projeto. Com o intuito de verificar a focalização do projeto foi realizada uma estimação apenas para os partos de gestações de baixo risco. Para este grupo, o efeito foi mais elevado, em torno de cinco pontos percentuais, representando um crescimento de mais de 31% em comparação com os níveis de 2014.

Palavras-chave: Origem da vida. Desenvolvimento infantil. Capital humano.

ABSTRACT

This thesis is composed of three independent essays, but linked by the same theme, to understand the relationship between events that occur during pregnancy until birth in fetal and child development. The first article investigates how maternal stress during pregnancy impacts fetal and child development and whether the effects manifest differently in boys and girls throughout the life cycle. The earthquake that occurred in Chile in 2010 is used as an exogenous source of stress and the Early Childhood Research is used to monitor the development of children. The results found corroborate previous evidence that maternal stress during management, especially in the first two trimesters, is a risk factor for the full development of the fetus. It is important to emphasize that the effects found in birth measurements are stronger for boys compared to girls. The analysis along the life cycle indicates a greater sensitivity of girls, especially with regard to socio-emotional skills. The second article explores a less investigated aspect in the literature, a possible impact on the sex ratio of live births affected by a negative shock, specifically the Brumadinho dam failure in 2019. Using a synthetic differences-in-differences strategy, we find a reduction in the sex ratio of live births in those municipalities affected by the disaster. The negative effect is stronger in the municipalities closest to the rupture site and is manifested if the pregnant woman was in the beginning or middle of pregnancy at the time of the rupture. The third article evaluates a program aimed at reducing cesarean sections without clinical indications, the Projeto Parto Adequado. The main objective is to assess whether the project was able to reduce cesarean section rates in participating hospitals. A synthetic difference-in-differences estimation is used in this article, comparing the evolution of the indicators of interest for the hospitals participating in the project with a group of similar hospitals over a period of time before and after the implementation of the project. The results found point to an effect of the project on the increase in normal birth rates of more than three percentage points, which represents a more than 25% increase compared to the rates of 2014, the year immediately prior to the implementation of the Project. In order to verify the focus of the project, an estimation was performed only for low-risk pregnancies. For this group, the effect was higher, around five percentage points, representing a growth of more than 31% compared to 2014 levels

Keywords: Life's origin. Child development. Human capital.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Área atingida	49
Figura 2 – Municípios afetados	49
Figura 3 – Seleção no Útero vs Origem Fetal	52
Figura 4 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 270 dias	55
Figura 5 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 140 dias	56
Figura 6 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 90 dias	56
Figura 7 – Evolução da Razão de Sexo - Período da Gravidez - Brumadinho	58
Figura 8 – Evolução da Razão de Sexo - Período da Gravidez - Municípios próximos	58
Figura 9 – Evolução da Razão de Sexo - Metade da gravidez - Brumadinho	59
Figura 10 – Evolução da Razão de Sexo - Metade da gravidez - Municípios próximos	59
Figura 11 – Evolução da Razão de Sexo - Trimestres da gravidez - Brumadinho	60
Figura 12 – Evolução da Razão de Sexo - Trimestres da gravidez - Municípios próximos	60
Figura 13 – Robustez gravidez	71
Figura 14 – Robustez gravidez - nível de significância	71
Figura 15 – Robustez - 2 períodos gestacionais	72
Figura 16 – Robustez - 2 períodos gestacionais - nível de significância	72
Figura 17 – Robustez trimestres	73
Figura 18 – Robustez trimestres - nível de significância	74
Figura 19 – Robustez trimestres - nível de significância	75
Figura 20 – Robustez trimestres - nível de significância	75
Figura 21 – Peso ao nascer	76
Figura 22 – Peso ao nascer - municípios próximos	76
Figura 23 – Peso ao nascer	77
Figura 24 – Peso ao nascer - municípios próximos	77
Figura 25 – Peso ao nascer	77
Figura 26 – Peso ao nascer - municípios próximos	77
Figura 27 – Hospitais Privados	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medidas de Nascimento	36
Tabela 2 – Segunda rodada	37
Tabela 3 – Terceira rodada	38
Tabela 4 – Saúde	39
Tabela 5 – Canais Alternativos	41
Tabela 6 – Saúde da Mãe durante a gestação	42
Tabela 7 – Comportamento da Mãe durante a gestação	44
Tabela 8 – Saúde Mental da Mãe Pós Nascimento	45
Tabela 9 – Municípios afetados, população e quantidade de nascidos vivos	54
Tabela 10 – Razão de Sexo	64
Tabela 11 – Peso ao nascer	65
Tabela 12 – Peso ao nascer - meninos	66
Tabela 13 – Peso ao nascer - Meninas	67
Tabela 14 – Baixo peso ao nascer	67
Tabela 15 – Baixo peso ao nascer meninos	68
Tabela 16 – Baixo peso ao nascer meninas	69
Tabela 17 – Tempo de gestação	78
Tabela 18 – Tempo de gestação meninos	78
Tabela 19 – Tempo de gestação meninas	79
Tabela 20 – Prematuro	79
Tabela 21 – Prematuro meninos	80
Tabela 22 – Prematuro meninas	80
Tabela 23 – Crescimento intrauterino	81
Tabela 24 – Crescimento intrauterino meninos	81
Tabela 25 – Crescimento intrauterino meninas	82
Tabela 26 – Taxas de parto normal	91
Tabela 27 – Peso ao nascer	92
Tabela 28 – Probabilidade de baixo peso ao nascer	92
Tabela 29 – Tempo de gestação	93
Tabela 30 – Cesárea antes do trabalho de parto	93
Tabela 31 – Efeitos do PPA - resultados principais	96
Tabela 32 – Efeitos Heterogêneos - Nível de escolaridade da gestante	98
Tabela 33 – Efeitos Heterogêneos - Alta incidência de cesarianas	99

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	Estresse Materno Durante a Gestação e os Diferentes Efeitos entre Meninos e Meninas	16
2.1	Introdução	16
2.2	Arcabouço Teórico	21
2.2.1	Programação Fetal	21
2.2.2	Dependência de Gênero	22
2.2.3	Período Gestacional	23
2.2.4	Estresse Prenatal	24
2.3	Base de Dados e Variáveis	26
2.3.1	Medidas de Desenvolvimento Infantil	26
2.3.2	Padronização das medidas de desenvolvimento	28
2.4	Estratégia empírica	29
2.4.1	Identificação	29
2.4.2	Especificação	32
2.5	Resultados	33
2.5.1	Resultados principais	33
2.5.2	Canais Alternativos	40
2.5.3	Efeitos Indiretos do Stress	40
2.5.4	Saúde mental da mãe no pós nascimento	43
2.6	Considerações Finais	44
3	EFEITOS INVISÍVEIS DE UM DESASTRE AMBIENTAL: O CASO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE BRUMADINHO	46
3.1	Introdução	46
3.2	Desastre de Brumadinho como indutor de estresse	49
3.3	Razão de Sexo dos nascidos vivos: Seleção no útero ou coorte afetada	50
3.4	Dados	52
3.5	Estratégia Empírica	57
3.6	Resultados	62
3.6.1	Efeitos sobre a Razão de Sexo	62
3.6.2	Seleção no útero ou origem fetal?	64
3.7	Análise de Robustez	69
3.8	Considerações Finais	76
3.9	Apêndice 1	76
3.10	Apêndice 2	77
4	UMA ANÁLISE DO PROJETO PARTO ADEQUADO	83

4.1	Introdução	83
4.2	Arcabouço Institucional	88
4.2.1	O Projeto	88
4.2.2	Hospitais Participantes	89
4.3	Base de Dados	90
4.4	Estratégia Empírica	93
4.5	Resultados	95
4.5.1	Resultados Principais	95
4.5.2	Efeitos Heterogêneos	98
4.6	Considerações Finais	99
	Referências	100

1 INTRODUÇÃO

Esta tese é composta por três ensaios sobre a origem da vida, considerando a importância do período compreendido entre a concepção e o nascimento de uma vida. A Teoria da Origem Fetal postula que o ambiente em que uma gestação ocorre pode ter impacto no pleno desenvolvimento fetal, modificando a expressão genética nos embriões e fetos. Essa alteração da expressão genética, conhecida como epigenética, explica como as experiências iniciais podem ter impactos ao longo do ciclo de vida. Os artigos de Almond et al. (2018) e de Almond e Curie (2011) apresentam uma excelente revisão desta literatura.

O primeiro ensaio analisa como a exposição ao estresse materno durante o período intrauterino impacta de forma diferente o desenvolvimento de meninos e meninas ao longo do ciclo de vida. Diversos estudos apontam para a relação negativa entre exposição ao estresse no útero e desenvolvimento fetal, com impactos na saúde neonatal (Lindo, 2011; Aizer, 2011; Lee, 2014; Carlson, 2015; Quintana-Domeneque e Rodenas-Serrano, 2017), no aprendizado (Aizer, Stroud e Buka, 2016) e na saúde mental das crianças (Persson e Rossin-Slater, 2018).

Apesar dessas evidências da literatura, um ponto ainda pouco explorado é como os efeitos do estresse materno na gestação impactam diferentemente meninos e meninas ao longo do ciclo de vida. A literatura da epidemiologia e biologia humana apontam para as diferenças no desenvolvimento embrionário e fetal e como essas diferenças se manifestam na sensibilidade ao estresse materno (Sutherland et al., 2019; Bale, 2011). Este pretende contribuir para essa literatura avaliando uma amostra de crianças ao longo do tempo que foram expostas ao estresse durante o período intrauterino.

O ensaio utiliza o terremoto que ocorreu em 2010 no Chile como um evento exógeno indutor de estresse e compara um grupo de crianças expostas durante o período intrauterino com um grupo de crianças que tinha de um dia a nove meses de idade no momento do terremoto. Essa estratégia é baseada em Persson e Rossin-Slater (2018). Utilizando uma base de dados longitudinal, é possível acompanhar uma amostra representativa de crianças ao longo dos sete primeiros anos de vida. Os resultados indicam que os meninos são mais sensíveis ao estresse materno em relação à sua saúde neonatal. No entanto, ao longo do ciclo de vida, as meninas se mostram mais sensíveis, principalmente em problemas comportamentais e saúde mental.

Como recomendações de políticas públicas o artigo enfatiza a importância de um olhar diferenciado para meninos e meninas expostos ao estresse materno no útero. Ambos os sexos se mostram sensíveis a essa exposição negativa, no entanto em momentos diferentes do ciclo de vida e em dimensões diferentes do desenvolvimento. O segundo ensaio busca investigar como a exposição ao estresse durante a gestação pode alterar a razão de gênero de uma coorte de crianças nascidas vivas, bem como as consequências dessa alteração para

as políticas de saúde pública e para um melhor entendimento dos mecanismos que atuam na relação entre estresse materno e desenvolvimento infantil.

A literatura da biologia humana aponta que uma possível reação de gestantes expostas a um estresse elevado é abortar espontaneamente os fetos masculinos mais sensíveis (Trivers e Willard, 1973; Catalano e Bruckner, 2006; Bruckner e Catalano, 2007). Esse aumento de óbitos fetais masculinos levaria a uma redução na razão de gênero entre os nascidos vivos, aumentando a participação relativa de meninas.

Dois mecanismos podem levar a uma redução na razão de sexo com consequências distintas para a saúde dos nascidos vivos. O mecanismo mais citado na literatura, principalmente em artigos na área de economia, se relaciona com a Teoria da Origem Fetal (Barker, 1995; Barker Osmond, 1986; Almond Currie, 2011). De acordo com esta teoria, as gestantes e os fetos se adaptam às situações adversas, alterando a expressão de seus genes produzindo um fenótipo adaptado às situações de restrições. Essa adaptação implicaria em piores resultados no nascimento do bebê e problemas de saúde futuros. Por outro lado, Catalano and Bruckner (2006) apontam para uma possível seleção positiva no útero em situações negativas. De acordo com essa literatura, existe um limiar de sobrevivência para os embriões e fetos. Se as condições de saúde do feto estiverem abaixo desse limiar, ocorre um aborto espontâneo. Na presença de choques negativos, esse limiar se torna mais alto, havendo um processo mais rigoroso de seleção no útero. Portanto, com essa alteração do limiar, os fetos mais frágeis não sobrevivem, e os nascidos vivos fazem parte de uma coorte positivamente selecionada.

O objetivo principal deste artigo é avaliar um possível impacto na razão de sexo da coorte dos nascidos vivos que sofreram com os efeitos do desastre ambiental em Brumadinho durante a gestação. Adicionalmente, investiga-se qual o principal mecanismo que atua na redução da razão de sexo. Se é a adaptação do feto durante a gestação, o que pode levar a piores resultados de nascimento, ou se é a seleção natural, gerando uma coorte positivamente selecionada de nascidos vivos. Os resultados encontrados apontam no sentido de uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos naqueles municípios afetados pelo desastre causado pelo rompimento da barragem em Brumadinho. O efeito negativo é mais forte nos municípios mais próximos ao local do rompimento e se manifesta no início e meio da gestação. As evidências apontam que ambos mecanismos atuam na redução da razão de sexo.

O terceiro ensaio parte de uma crescente preocupação mundial com o elevado número de cesarianas realizadas sem indicação clínica. Essa preocupação se mostra ainda maior para o Brasil, onde mais da metade dos partos ocorrem por cesariana e mais preocupante ainda quando se olhar para o setor de saúde suplementar, com aproximadamente 85% dos partos ocorrendo por essa via.

Diante desse cenário, em 2015 foi implantado um projeto coordenado pela Agência

Nacional de Saúde Suplementar (ANS). Esse projeto surgiu após uma ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público Federal contra a ANS, impelindo-a a realizar ações efetivas para a redução do alto número de cesarianas desnecessárias no Brasil. O resultado dessa ação foi a implantação do Projeto Parto Adequado a partir do ano de 2015 em uma amostra de hospitais selecionados. O Projeto busca a adoção de modelos de atenção ao parto e nascimento, baseados em evidências científicas, que valorizem o parto normal e contribua para reduzir o excessivo número de cesarianas desnecessárias.

Para avaliar os efeitos do programa na redução de taxas de cesarianas e melhorias de indicadores de nascimento nos hospitais participantes, o artigo utiliza uma estratégia de diferenças em diferenças sintético comparando a evolução destas estatísticas, em um período de três anos antes da implantação do projeto e dois anos após a implantação do projeto, com um grupo de hospitais com características semelhantes antes do início do projeto.

Os resultados do artigo apontam para a redução das taxas de cesarianas, aumento do peso ao nascer e aumento no tempo de gestação nos hospitais participantes. A análise de efeitos heterogêneos por percentual de cesarianas antes do início do Projeto indica que os hospitais que apresentavam as maiores taxas de cesarianas foram aqueles que apresentaram as maiores reduções em função do Projeto. Portanto, o Projeto foi capaz de reduzir o número de cesarianas e reduzir a dispersão desta taxa entre os hospitais participantes.

2 Estresse Materno Durante a Gestação e os Diferentes Efeitos entre Meninos e Meninas

2.1 Introdução

Investimentos no desenvolvimento infantil tem se mostrado uma ferramenta efetiva no combate a pobreza e redução das desigualdades. Políticas públicas voltadas para a melhoria das condições de vida de crianças e do ambiente em que elas se desenvolvem apresentam altas taxas de retorno, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. As habilidades cognitivas, socioemocionais e saúde física e mental das crianças nos primeiros anos de vida são vistas como preditoras de sucesso escolar, profissional, saúde e qualidade de vida na fase adulta. A importância do investimento no início do ciclo de vida se estende inclusive para o período de formação intrauterina, que aparece como um período crítico para a formação do indivíduo, onde são traçadas as habilidades futuras e a trajetória de saúde (ALMOND; CURRIE, 2011). A Teoria da Origem Fetal, ou programação fetal, desenvolvida por Barker aponta para a importância do ambiente em que a gravidez ocorre, e como choques, negativos ou positivos, impactam no desenvolvimento fetal. Nutrição materna, consumo de álcool, cigarro e drogas, saúde física e mental da mãe durante a gestação são fatores apontados como prejudiciais à gestação e com resultados negativos no desenvolvimento do filho via programação fetal (STEVENSON; LILLYCROP; SILVER, 2020).

A programação fetal é entendida como o processo pelo qual as condições do ambiente em que a gravidez ocorre afeta o pleno desenvolvimento fetal (GLOVER; O'CONNOR; O'DONNELL, 2010), com consequências duradouras na saúde física e mental e no desenvolvimento cognitivo ao longo do ciclo de vida. Interessante destacar que o desenvolvimento fetal ocorre de forma distinta entre meninos e meninas, bem como a adaptação ao ambiente intrauterino. Durante a gestação, os fetos masculinos investem recursos em seu crescimento corporal mas são menos adaptáveis à mudanças ambientais. Já as meninas possuem uma maior capacidade de se adaptarem à situações desfavoráveis ao pleno desenvolvimento fetal. O aspecto mais visível e conhecido dessa diferença é um maior risco enfrentado pelos meninos em relação à mortalidade neonatal e piores resultados de nascimento, incluindo nascimento prematuro e baixo peso ao nascer. Este aspecto é conhecido na epidemiologia e biologia humana como problema de viabilidade dos meninos. Já as meninas, por apresentarem maior capacidade de adaptação, apresentam menor risco de viabilidade. No entanto, possuem uma maior vulnerabilidade em relação a complicações menos severas e detectáveis apenas no decorrer do ciclo de vida, principalmente em relação a problemas comportamentais e saúde mental (SANDMAN; GLYNN; DAVIS, 2013).

O objetivo deste artigo é investigar como os efeitos de um choque negativo durante a gestação se manifestam de forma diferente em meninos e meninas ao longo do ciclo de vida. É importante acompanhar um grupo de crianças ao longo do tempo, pois os maiores

impactos encontrados em meninos no momento do nascimento, em comparação com as meninas, podem levar a uma falsa percepção de que as meninas são menos vulneráveis a eventos adversos ocorridos durante a gestação. Entender esse processo contribui para o estudo das origens das desigualdades observadas entre homens e mulheres, principalmente em relação à saúde física, mas também relacionada à questões comportamentais, com possíveis repercussões no desempenho educacional e no mercado de trabalho.

Além da relevante questão de desigualdades entre meninos e meninas, destaca-se o fato que famílias mais vulneráveis são as que enfrentam um ambiente mais desfavorável durante a gravidez. Especificamente, a condição de vulnerabilidade socioeconômica aumenta o nível de estresse das famílias, principalmente no caso de mulheres grávidas. Evidências apontam que estresse durante a gravidez implica efeitos negativos no desenvolvimento fetal, podendo levar a problemas futuros de desenvolvimento cognitivo, não cognitivo e de saúde. Portanto, entender o impacto do ambiente em que a gestação ocorre no desenvolvimento dos filhos e as diferenças desse processo entre meninos e meninas, contribui para a formulação de políticas de combate a pobreza e desigualdades.

O estresse, além de ser uma reação emocional a situações de pressão, medo, preocupações, também induz a mudanças físicas e químicas na gestante. Estas alterações fisiológicas são apontadas como um dos fatores que afetam o desenvolvimento embrionário e fetal. No entanto, o estresse prejudica o sistema imunológico da gestante, aumentando a probabilidade de desenvolver algum tipo de doença, principalmente infecções, e complicações na gravidez, como preeclampsia. O estresse pode provocar alterações no comportamento da gestante, induzindo a hábitos prejudiciais na gestação, como aumento de consumo de álcool, cigarro ou outros tipos de drogas, alteração no padrão de alimentação que pode ocasionar tanto desnutrição quanto aumento descontrolado de peso. O efeito provocado pelas alterações fisiológicas da mãe é conhecido como efeito direto, enquanto que efeitos ocasionados por doenças e complicações na gravidez ou mudanças comportamentais são conhecidos como efeitos indiretos. Separar estes efeitos nem sempre é possível, mas é importante ter em mente tal divisão para entender os principais mecanismos na relação estresse materno e desenvolvimento fetal bem como para a adequada formulação de políticas públicas voltadas para reduzir os efeitos adversos do estresse materno.

Este artigo analisa como o estresse materno durante a gestação impacta diferentemente o desenvolvimento de meninos e meninas ao longo de ciclo de vida, buscando isolar o efeito direto. Mais especificamente, investiga-se o impacto sobre as principais medidas de nascimento, sobre o desenvolvimento socioemocional, cognitivo e psicomotor e sobre a saúde física e mental das crianças. Para definir a exposição ao estresse utiliza-se um evento exógeno capaz de induzir o estresse nas gestantes. Em 27 de fevereiro de 2010, ocorreu no Chile, um dos terremotos mais fortes já registrados na história mundial. Compara-se um grupo de crianças que estavam no útero no momento do terremoto com um grupo que tinha de um dia a nove meses de idade. Utiliza-se uma rica base de dados longitudinal

produzida pela Pesquisa da Primeira Infância (ELPI na sigla original) realizada no Chile. Esta base permite acompanhar uma amostra de crianças representativa de todo o território chileno, com avaliações de desenvolvimento em dois períodos do tempo, além das medidas de nascimento. A pesquisa acompanha crianças nascidas desde 2006 até 2017.

A associação entre terremoto e estresse pós-traumático é alvo de diversos estudos na literatura. O terremoto é um evento natural não previsível e em muitos casos devastadores para a população atingida. De acordo com Farooqui et al. (2017) um terremoto é considerado o desastre natural mais assustador e incontrolável. Além das consequências mais visíveis do terremoto e outros desastres naturais, como destruição parcial ou total da infraestrutura das regiões atingidas, estudos apontam para a ocorrência de problemas de saúde nos atingidos, sendo que o mais relatado na literatura é o estresse pós-traumático (NERIA; NANDI; GALEA, 2008; CARR et al., 1995; LIU et al., 2006; BAŞOĞLU et al., 2004; ÖNDER et al., 2006; GRIENSVEN et al., 2006; DAI et al., 2016). A imprevisibilidade de ocorrência de um terremoto e seus efeitos sobre a incidência de estresse pós-traumático é uma oportunidade para estudar os efeitos do estresse. Alguns trabalhos focam na relação do efeito do estresse nas gestantes causado pela ocorrência de terremotos e a consequência para o desenvolvimento do bebê. Torche e Kleinhaus (2012) utilizam um terremoto ocorrido no Chile em 2005 encontram que a exposição ao terremoto aumentou na probabilidade de nascimento prematuro para as meninas. Guo et al. (2019) analisam os efeitos de um forte terremoto ocorrido na China em 1976 e encontram que a coorte atingida durante a gestação apresentou um maior risco para desenvolver esquizofrenia na vida adulta. Nohanibehambari (2022) relaciona a exposição a terremotos no período prenatal com a expectativa de vida, e encontra que a coorte exposta teve uma redução nessa medida.

Para estimar o efeito causal do estresse materno durante a gravidez sobre o desenvolvimento infantil é preciso lidar com alguns desafios. O primeiro desafio se refere à dificuldade de se obter informações sobre o estado de estresse das mães e também sobre uma possível endogeneidade do estresse. Simplesmente comparar um grupo de mães que apresentaram sintomas de estresse durante a gestação com um grupo que não apresentou, pode levar a um viés de autoseleção. Mães com maior predisposição a sofrer algum tipo de estresse podem possuir características genéticas ou sociais que influenciam o desenvolvimento infantil, e que podem ser confundidos com o efeito isolado do estresse. A estratégia adotada neste artigo é utilizar o terremoto do Chile como um evento exógeno com alto poder de induzir estresse. Este terremoto foi um dos cinco mais fortes registrados na história e de acordo com estudos posteriores causou estresse pós traumáticos em aproximadamente 30% da população nas áreas atingidas.

O segundo desafio ocorre ao avaliar o efeito do estresse no útero em medidas de desenvolvimento da criança após o nascimento. É preciso separar os efeitos no útero de possíveis efeitos ocorridos pós nascimento. Para lidar com este segundo desafio utiliza-

se uma estratégia baseada em Persson e Rossin-Slater (2018). A estratégia consiste em comparar crianças que estavam no útero no momento do terremoto com crianças que tinham entre zero e nove meses de idade no momento do terremoto. Portanto, os acontecimentos pós terremoto atingiram os dois grupos, enquanto que apenas as crianças que estavam no útero no momento do terremoto sofreram o choque durante o período gestacional. Essa estratégia leva a comparar crianças com idades diferentes. As crianças afetadas são em média nove meses mais novas que as crianças do grupo controle. Para evitar que os resultados do impacto do estresse no desenvolvimento infantil sejam influenciados por essa diferença de idade entre os dois grupos, é preciso realizar uma transformação nas medidas avaliadas. As medidas foram padronizadas para cada idade das crianças medidas em meses no momento que elas foram avaliadas. Portanto, os resultados obtidos sobre o efeito do estresse materno no desenvolvimento infantil indicam se as crianças afetadas estão em média em uma posição inferior ou superior na distribuição para cada medida de desenvolvimento.

O terceiro desafio se refere à endogeneidade da data de nascimento. Para saber se a criança estava no útero no momento do terremoto utiliza-se a data de nascimento desta criança menos o tempo de gestação, o que permite definir a data de concepção. Um dos possíveis efeitos do estresse durante a gravidez é reduzir o período gestacional, o que implicaria uma correlação com a data de nascimento. Portanto, a variável indicativa de exposição ao terremoto durante o período intrauterino pode ser endógena. Para corrigir essa possível endogeneidade, a estimação segue uma estratégia de variáveis instrumentais onde é utilizado como instrumento o período de gestação hipotético a partir da data de concepção.

Por fim, o último desafio é isolar o efeito direto do estresse dos efeitos indiretos. Não é possível isolar totalmente o efeito direto do indireto com dados observacionais, no entanto, é possível realizar testes para comparar se o estado de saúde e o comportamento das mães durante a gestação são diferentes entre os dois grupos, possibilitando um melhor entendimento de qual efeito tem mais influência nos resultados obtidos.

Os resultados do artigo vão no sentido da existência de um *tradeoff* entre viabilidade e vulnerabilidade entre meninos e meninas em relação a um choque negativo durante a gestação, especificamente o estresse materno. Nas medidas de nascimento, apesar das crianças de ambos os sexos terem sido afetadas pelo estresse materno, os resultados indicam uma maior sensibilidade dos meninos. Os resultados mostram que os meninos tiveram um maior impacto nas medidas de peso e tamanho ao nascer em comparação com o impacto sofrido pelas meninas. Esse impacto foi maior tanto em magnitude quanto no período gestacional. Enquanto que o impacto nas meninas só foi percebido para aquelas que estavam no segundo trimestre, para os meninos foi percebido tanto no segundo quanto no primeiro trimestre. Além das diferenças nessas duas medidas, uma medida ainda mais relevante, a relação peso ao nascer por tempo de gestação, que indica restrição do

crescimento fetal, apresentou resultado negativo apenas para os meninos.

Para as medidas de desenvolvimento pós nascimento, que indicam o aspecto da vulnerabilidade, os resultados demonstram uma maior sensibilidade das meninas, principalmente no que diz respeito às habilidades socioemocionais e probabilidade de manifestar algum tipo de doença mental. Na faixa etária de 2 e 3 anos, as meninas que sentiram o efeito do estresse durante o período intrauterino apresentaram maiores problemas socioemocionais do que as meninas do grupo de controle. Importante destacar os resultados negativos em medidas relacionadas com ansiedade e depressão. Para essas mesmas medidas, não foram encontradas evidências de efeitos nos meninos. Resultados semelhantes já foram apontados na literatura epidemiológica e da biologia humana. Para a faixa etária de 8 e 9 anos, os resultados para as medidas socioemocionais continuam indicando um resultado pior para as meninas, no entanto, menos significativo do que na faixa etária anterior. As meninas também apresentaram piores resultados nas medidas de habilidade cognitiva. Já para a análise das condições de saúde, destaca-se o aumento na probabilidade dos meninos em apresentarem sintomas de asma, e o aumento na probabilidade de meninos e meninas manifestarem problemas de Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), com magnitude maior no resultado das meninas.

O presente trabalho contribui com a literatura ao discutir a dependência de gênero nos efeitos de um choque negativo durante a gestação, especificamente do estresse materno. A discussão se insere na literatura sobre origens desenvolvimentistas da saúde e da doença (DOHaD na sigla em Inglês). O trabalho estende a discussão para outras dimensões além do campo da saúde, e foca nos diferentes efeitos em meninos e meninas ao longo do ciclo de vida. Ressalta-se a importância de analisar choques na gestação considerando o efeito desigual em meninos e meninas, pois além da importância de entender as diferentes trajetórias do impacto ao longo do ciclo de vida, desconsiderar a dependência de gênero pode fazer com que efeitos não sejam detectados quando analisados ambos os sexos de forma agregada.

Com o intuito de fornecer robustez aos resultados encontrados, foram realizados alguns testes. O primeiro teste buscou verificar a existência de canais alternativos de transmissão. O terremoto, ao mesmo tempo que é capaz de induzir estresse nas gestantes, pode causar danos materiais que podem, por sua vez, impactar no desenvolvimento fetal. Apesar de não ser possível excluir todos os possíveis canais alternativos, as informações contidas na base de dados permite avaliar se houve diferenças entre o grupo afetado e o grupo de controle no número de consultas de prenatal e tipo de parto, que dão uma ideia de mudança no acesso aos serviços de saúde. Os resultados não apontam efeito do terremoto sobre o acesso de saúde, reduzindo assim a possibilidade de canais alternativos. Portanto, considera-se o estresse como o principal canal de transmissão nos efeitos negativos encontrados sobre o desenvolvimento infantil. Outro ponto importante é verificar se o efeito do estresse se manifestou de forma direta ou de forma indireta. Testou-se o efeito do

estresse na saúde física das gestantes e alguns comportamentos prejudiciais à gestação. Os resultados indicam pequenas alterações de saúde da mãe, principalmente no aumento da probabilidade da gestante apresentar infecção urinária. No entanto, esse resultado ocorre apenas para as mães de meninas e que estavam no terceiro trimestre de gestação. Como a maior parte dos efeitos é encontrada quando o estresse ocorreu no segundo trimestre de gestação, esse resultado não pode ter influência nos resultados principais do artigo. Em relação a mudanças no comportamento das mães, um resultado que pode influenciar os resultados principais é um aumento percebido no consumo de álcool. Esse resultado ocorreu para as mães que estavam no segundo trimestre de gestação, período que se mostrou o mais sensível ao choque negativo. No entanto, o aumento de consumo se deu para as mães que responderam que beberam pouco durante a gestação. Mas, mesmo assim, não é possível afirmar que não houve interferência de um efeito indireto do estresse. Por fim, uma hipótese importante para garantir os resultados para as medidas pós nascimento é que os fatos ocorridos após o terremoto sejam iguais para os dois grupos de crianças analisados. Uma questão importante levantada pela literatura nesse sentido é a saúde mental das mães, tanto no pós parto quanto em período mais avançados do ciclo de vida da criança. Com as informações disponíveis foi possível verificar que, no geral, a saúde mental das mães, nos períodos após o nascimento, que estavam grávidas no momento do terremoto se mostrou melhor do que das mães do grupo de controle. Portanto, os acontecimentos pós terremoto ou não tiveram efeitos nos resultados encontrados, ou agiram para atenuar, ou seja, o efeito do estresse materno pode ser maior do que o reportado neste artigo.

2.2 Arcabouço Teórico

2.2.1 Programação Fetal

A hipótese da programação fetal indica que a ocorrência de eventos adversos durante o período de desenvolvimento embrionário e fetal implica mudanças irreversíveis nos órgãos e metabolismo com consequências de longo prazo, aumentando o risco de doenças e problemas de desenvolvimento (GUEST et al., 2013; ZHU; CAO; LI, 2019). Inicialmente, essa hipótese, proposta por Barker (1990), foi definida para explicar a relação entre problemas de nutrição da mãe durante a gravidez e o risco de doenças cardiovasculares dos filhos na idade adulta. Posteriormente, outros fatores, além da desnutrição, foram apontados como prejudiciais à formação fetal, como sobrepeso, consumo de álcool, cigarro, drogas, e a saúde mental da mãe (STEVENSON; LILLYCROP; SILVER, 2020). Os mecanismos biológicos que atuam na programação fetal não são totalmente conhecidos, no entanto, sabe-se que a epigenética desempenha um papel importante nesse processo (STEVENSON; LILLYCROP; SILVER, 2020; WATERLAND; MICHELS, 2007). Epigenética é o termo usado para definir alterações na expressão genética sem alterar a sequência do DNA. É um campo da biologia que estuda as interações entre os genes e o

ambiente na produção do fenótipo¹. O termo programação fetal se refere à plasticidade do fenótipo humano, que é moldado em parte durante o período intrauterino, sendo que estas alterações ficam registradas no fenótipo carregando assim adversidades enfrentadas no útero para a fase pós nascimento, acarretando problemas de desenvolvimento e maiores riscos de doenças.

A partir dos estudos de Barker, abriu-se um novo campo de pesquisa com importantes contribuições para o entendimento de doenças crônicas não transmissíveis. O reconhecimento da influência do ambiente no surgimento de doenças que antes acreditava-se serem totalmente de origem genéticas favorece a formulação de políticas públicas com foco nas gestantes e primeiros anos de vida para evitar problemas de saúde na fase adulta. Apesar do principal foco da literatura em programação fetal estar relacionado com o aumento de doenças na vida adulta, também há o interesse em entender como o ambiente em que a gravidez ocorre afeta o desenvolvimento do indivíduo em outras dimensões, como problemas comportamentais, desempenho acadêmico e cognitivo, e saúde mental.

Considerando a relação que a programação fetal tem com o desenvolvimento humano em praticamente todas as suas dimensões, a literatura econômica demonstra um crescente interesse no tema. Almond e Currie (2011) e Almond, Currie e Duque (2018) apresentam uma revisão da literatura, sendo que o primeiro artigo traz uma discussão mais teórica enquanto que o segundo apresenta os principais artigos empíricos publicados nos últimos anos. Almond, Currie e Duque (2018) destacam o crescimento do número de publicações que ocorreu no início deste século. De acordo com Almond e Currie (2011), a literatura econômica contribui para a literatura da programação fetal em três pontos: i) análise de diversas outras situações adversas além da desnutrição materna, como doenças físicas e mentais, poluição, mudanças climáticas, consumo de álcool e cigarro; ii) investigação de outros desfechos desfavoráveis além da saúde física na vida adulta, como problemas comportamentais e de saúde mental, desempenho acadêmico, cognitivo e no mercado de trabalho; iii) evidências empíricas mais convincentes, com estratégias que permitem inferência causal em comparação com estudos da epidemiologia que em sua maioria apresentam apenas correlações.

2.2.2 Dependência de Gênero

A dependência de gênero em relação à programação fetal é pouco explorada na literatura empírica, principalmente na literatura econômica. No entanto, é fundamental considerar este fato, pois além de ser importante entender a diferença de efeitos entre meninos e meninas, desconsiderar esta dependência na análise empírica pode esconder alguns resultados que se anulam em função da diferente reação entre os sexos do bebê.

Sandman, Glynn e Davis (2013), Hicks et al. (2019) apontam para uma dependência

¹ Fenótipo = genótipo + ambiente.

de gênero no *tradeoff* entre viabilidade e vulnerabilidade. Enquanto que efeitos adversos prejudicam a viabilidade de meninos no início da vida, aumentando a probabilidade de mortalidade e condições de nascimento prejudicadas, estes mesmos efeitos aumentam a probabilidade de problemas de desenvolvimento pós nascimento em meninas, principalmente em relação a questões comportamentais e de saúde mental.

As diferenças entre o processo de desenvolvimento embrionário e fetal de meninos e meninas indicam que o efeito de condições adversas na gestação provocam diferentes impactos na programação fetal (ROSENFELD, 2015; GABORY et al., 2013). A placenta, órgão fundamental para mediar a interação com eventos ambientais, apresenta diferenças entre os sexos na resposta a choques externos (SUTHERLAND; BRUNWASSER, 2018). Carpenter, Grecian e Reynolds (2017) apontam evidências que a placenta em meninas possui uma menor capacidade de barrar a passagem do cortisol liberado pela mãe durante o período de estresse. Outra diferença entre meninos e meninas é que é o aumento da reatividade do eixo HPA em meninas, que aumenta o risco de problemas de saúde mental, principalmente ansiedade e depressão.

2.2.3 Período Gestacional

O período gestacional em que ocorre o evento estressor é fundamental para análise dos efeitos do estresse materno nos filhos. Evidências apontam que o início e meio da gestação, primeiro e segundo trimestres, são os mais sensíveis. A maior sensibilidade do início e meio da gestação se dá tanto pela reação da mãe ao estresse, que se reduz ao longo da gestação, quanto pelo próprio processo de desenvolvimento da gestação.

Durante a gestação os níveis de cortisol da mãe aumentam gradualmente. A exposição do feto ao nível de cortisol da mãe é regulada por uma enzima da placenta. O nível desta enzima vai aumentando ao longo da gestação, agindo como uma barreira de proteção para o feto em relação ao cortisol da mãe durante períodos críticos do desenvolvimento fetal. Na fase final da gestação, um nível mais alto de cortisol é importante para o feto, principalmente para a formação dos pulmões e para evitar a ocorrência de parto prematuro. Para permitir que o nível de cortisol no feto aumente, o nível da enzima da placenta se reduz no final da gestação. Este duplo processo, aumento gradual do nível de cortisol da mãe durante a gestação e redução da enzima da placenta no final da gestação permite que o feto seja exposto aos níveis adequados de cortisol ao longo de sua formação. No entanto, apesar da enzima funcionar como uma barreira ao cortisol da mãe, ela não impede totalmente a passagem do cortisol e aumentos do nível de cortisol da mãe causados pelo estresse é passado para o feto. Se esse aumento ocorre no primeiro ou segundo trimestres de gestação, período de formação dos principais órgãos do corpo e do desenvolvimento cerebral, aumenta-se o risco de problemas associados ao estresse se manifestar nos filhos (DAVIS; SANDMAN, 2010).

Outro fator importante é a diferença de reação da mãe a um evento estressor de acordo com o período de gestação. Glynn et al. (2001) examinam o efeito de um terremoto ocorrido em 1994, na Califórnia, nos EUA, sobre a resposta emocional de mulheres grávidas e mães recentes ao estresse e tempo de gestação. Os resultados indicam uma relação decrescente na reação ao estresse, ou seja, quando a mulher estava no primeiro trimestre de gestação a reação ao estresse foi maior, reduzindo progressivamente no segundo trimestre e apresentando a menor reação no terceiro trimestre. Interessante destacar que as mães que haviam dado a luz até seis semanas antes do terremoto apresentaram índice de reação ao estresse similar às mães que estavam no primeiro trimestre de gestação.

Combinados, estes dois canais, maior sensibilidade do feto e maior reação ao estresse pela mãe, indicam que o início e meio da gestação são períodos mais sensíveis à exposição do estresse prenatal. Algumas evidências empíricas corroboram esta maior sensibilidade do primeiro e segundo trimestres. Davis e Sandman (2010) investigam a importância do período gestacional em que o estresse ocorre sobre o desenvolvimento cognitivo e neuromotor. Os autores apontam que a elevação do nível de cortisol no início da gestação tem efeitos negativos no desenvolvimento cognitivo da criança, enquanto que exposição a níveis elevados no final da gestação é associado com melhora na performance em tarefas que avaliam o desenvolvimento mental. Glynn et al. (2001) analisam a relação entre tempo de gestação e a exposição ao estresse prenatal. Os resultados indicam que as mulheres que estavam no primeiro trimestre de gestação no momento do evento estressor tiveram a gestação mais curta, seguida pelas mães que estavam segundo trimestre e posteriormente as grávidas que estavam no terceiro trimestre, já as mães que já haviam tido seus bebês, e portanto não foram afetadas, tiveram o maior tempo de gestação. Lederman et al. (2004) utilizam a queda do *World Trade Center* como um evento exógeno indutor do estresse e encontram que as mães que estavam no primeiro trimestre de gestação e viviam ou trabalhavam próximas aos prédios tiveram gestações mais curtas e filhos com circunferência cranial menores. Holzman et al. (2001), Wadhwa et al. (1998) identificam que níveis elevados de cortisol na gestante no segundo trimestre e início do terceiro trimestre de gestação aumenta probabilidade de ocorrência de parto prematuro. Khashan et al. (2008) encontram que mães expostas a eventos adversos durante o segundo trimestre de gestação tem maior probabilidade de terem filhos com baixo peso ao nascer e menores em relação ao tempo de gestação.

2.2.4 Estresse Prenatal

Entre os diversos fatores que podem impactar a gestação e prejudicar o desenvolvimento dos filhos via programação fetal, uma grande preocupação atual é com a saúde mental da mãe. O período da gravidez ao mesmo tempo em que é um período de grande alegria para a mãe e família, também é um período de preocupações e de alterações na dinâmica familiar. Diversos eventos podem aumentar a probabilidade de estresse durante

a gestação, problemas financeiros, dificuldades no relacionamento, responsabilidades familiares, emprego e preocupações relacionadas à própria gravidez (SCHETTER, 2011; THOMPSON, 2014; COUSSONS-READ, 2013).

Uma crescente literatura, principalmente da epidemiologia, vêm trazendo evidências da relação negativa entre estresse durante a gestação e um adequado desenvolvimento da gravidez, com consequências para a saúde da mãe e principalmente para o desenvolvimento fetal (DAVIS; SANDMAN, 2010; COUSSONS-READ, 2013; SCHETTER, 2011; THOMPSON, 2014; DIPIETRO, 2012; KING et al., 2012; HUIZINK; MULDER; BUITELAAR, 2004). A epigenética é apontada como o principal mecanismo para explicar os efeitos de longo prazo da exposição ao estresse no útero (CAO-LEI et al., 2017).

O estresse é entendido como uma reação a situações de exigência, pressão externa, situações de medo, de preocupações, que fazem com que o indivíduo tenha a percepção que não é capaz de se adaptar à situação que lhe é imposta, alterando assim, seu estado emocional. De acordo com DiPietro (2012) não existem conexões neuronais entre a gestante e o feto, portanto, o estado emocional da mãe deve se manifestar em alterações fisiológicas para afetar o feto. O estresse desencadeia uma série de alterações físicas e químicas na gestante. O estresse desencadeia uma reação no eixo HPA liberando níveis elevados de cortisol Cao-Lei et al. (2020), e, especificamente em gestantes, altera o fluxo sanguíneo para o útero.

Além das alterações nos níveis de cortisol e fluxo sanguíneo para o útero, o estresse também prejudica o sistema imunológico e inflamatório da gestante, aumentando o risco de doenças e complicações na gravidez (Cohen et al., 2007; Padgett e Glaser, 2003). Outra reação adversa do estresse na gestante é o aumento da probabilidade de comportamentos de risco na gravidez, como consumo de cigarro, drogas e álcool, além de alterações nos hábitos alimentares. Portanto, o estresse materno pode atuar negativamente no desenvolvimento fetal de forma direta, pelas alterações fisiológicas no corpo da mãe, ou de forma indireta, por problemas de saúde causados pelo estresse e por mudanças no comportamento da mãe.

O principal interesse da literatura é entender os mecanismos e consequências do efeito direto. Como as alterações fisiológicas no corpo da mãe são transmitidas para os filhos e quais as consequências para o desenvolvimento dos filhos. Apesar destes mecanismos não serem totalmente conhecidos, sabe-se que a principal reação no corpo da gestante é a alteração nos níveis de cortisol com uma desregulação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal (CAO-LEI et al., 2020). Essas mudanças na gestante causam uma reação no eixo HPA do feto, que é responsável por problemas comportamentais e mentais na criança e na fase adulta.

Para entender melhor os efeitos na criança, é preciso identificar o período gestacional em que o estresse se manifesta na mãe e o sexo do bebê. O estresse materno no início e meio da gestação é apontado como sendo mais prejudicial ao feto e os problemas

de desenvolvimento dependem do estágio de formação fetal.

2.3 Base de Dados e Variáveis

A principal fonte de dados utilizadas no artigo é a Pesquisa Longitudinal da Primeira Infância (ELPI na sigla original) conduzida no Chile a partir do ano de 2010. A ELPI tem como objetivo principal acompanhar a realidade da primeira infância no Chile bem como avaliar e estudar o processo de desenvolvimento infantil. É uma pesquisa com representatividade para todo o território Chileno para as crianças nascidas entre 1º de janeiro de 2006 e 31 de dezembro de 2016. A amostra é representativa para cada mês de nascimento neste período. Este fato é importante para a estratégia de identificação utilizada no artigo, pois permite a comparação entre grupos de crianças que estavam no útero no momento do terremoto com crianças que nasceram logo antes do terremoto.

Até o momento foram realizadas três rodadas de entrevistas, a primeira em 2010, a segunda em 2012 e por fim a terceira rodada em 2017. Em cada rodada os domicílios selecionados recebem duas visitas. A primeira visita consiste na aplicação de um questionário para o levantamento de informações socioeconômicas e demográficas do domicílio. Já na segunda visita são aplicados instrumentos para a avaliação do desenvolvimento cognitivo, socioemocional e físico das crianças bem como de seus cuidadores principais (CONTRERAS; GONZÁLEZ, 2015). Com as características desta base de dados, é possível avaliar o desenvolvimento em diversas dimensões e em três momentos do tempo, logo ao nascer, com idades entre dois e três anos e com idades entre sete e oito anos.

Além da ELPI utiliza-se a pesquisa Nacional de Caracterização Socioeconômica do Chile (CASEN) (CASEN, 2009). O CASEN é uma pesquisa realizada pelo Ministério de Desenvolvimento Social do Chile desde 1990, com uma periodicidade que varia de bianual ou trianual. O objetivo da pesquisa é investigar as condições da população e de seus domicílios, incluindo aspectos demográficos, de educação, saúde, habitação, emprego e renda. É uma pesquisa em âmbito nacional com representatividade para todas as regiões do Chile². Neste trabalho são utilizados dados da pesquisa de 2009 para caracterizar as regiões atingidas com informações pré terremoto.

2.3.1 Medidas de Desenvolvimento Infantil

O estudo desenvolvido no Chile permite realizar um acompanhamento do desenvolvimento infantil ao longo do tempo e em diversas dimensões do desenvolvimento. Especificamente para a amostra de crianças utilizadas neste artigo, nascidas entre junho de 2009 e dezembro de 2010, é possível avaliar as crianças em três momentos do tempo. O primeiro momento é logo no nascimento, onde é possível analisar os primeiros efeitos

² Falar da divisão geográfica do Chile

visíveis do estresse materno. Apesar destas medidas serem as mais avaliadas na literatura, é importante que sejam avaliadas neste artigo por dois motivos. Primeiro porque poucos artigos com estratégia empírica capaz de inferir causalidade analisou os efeitos separadamente para meninos e meninas e não investigaram o efeito sobre os testes de Apgar e segundo para comparar com resultados já encontrados na literatura e mostrar uma robustez do método utilizado neste artigo.

Após o nascimento, mais dois momentos do tempo são analisados. O primeiro quando as crianças tinham entre 2 e 3 anos de idade. Nesta etapa do ciclo de vida as avaliações realizadas pelo ELPI permitem avaliar o desenvolvimento emocional e comportamental das crianças bem como o desenvolvimento cognitivo. O segundo momento pós nascimento analisado é para crianças entre 7 e 9 anos de idade, onde analisa-se, além das duas dimensões avaliadas na etapa anterior do ciclo de vida, a saúde física e mental das crianças.

As medidas de nascimento são as mais investigadas na literatura sobre programação fetal. As mais investigadas são peso ao nascer e tempo de gestação. O banco de dados utilizado neste artigo permite investigar o efeito do estresse materno nestas duas medidas clássicas, e adicionalmente é possível analisar o impacto no tamanho ao nascer e nos testes de Apgar de 1 e 5 minutos. O teste de Apgar tem o objetivo de avaliar a vitalidade do recém-nascido e pela sua confiabilidade e facilidade de aplicação é amplamente utilizado, se tornando a medida mais utilizada para avaliação imediata do bebê. O teste consiste na avaliação de cinco sinais, tônus muscular, frequência cardíaca, reflexos, cor da pele e respiração. Para cada sinal é atribuída uma nota que varia de zero a dois, portanto, o valor da medida de Apgar varia de zero a dez. Notas abaixo de sete são um indicativo de asfixia perinatal. O teste é realizado no primeiro minuto de vida e no quinto minuto. O resultado do primeiro minuto está relacionado ao pH do cordão umbilical indicando possível asfixia intraparto. Uma pontuação baixa nesse primeiro teste requer atenção médica imediata, mas não indica problemas de saúde futuro para o bebê caso ele apresente melhora no teste de cinco minutos. Já o teste de cinco minutos é um indicativo para problemas neurológicos caso o valor encontrado fique abaixo de cinco.

Tanto o peso ao nascer quanto o tamanho ao nascer são medidas importantes e que estão correlacionadas com problemas de saúde futuros, principalmente metabólicos. No entanto, estas medidas podem indicar que o bebê nasceu antes do tempo e por isso ainda não tinha atingido o peso e tamanho ideais ou que sofreu restrição no crescimento intrauterino e mesmo nascendo no tempo adequado nasceram menores. Portanto, foram criadas mais duas que dão uma ideia melhor sobre o desenvolvimento fetal, que são as relações peso ao nascer por tempo de gestação e tamanho ao nascer por tempo de tempo de gestação. O tempo de gestação está expresso em semanas de gestação e foi obtido por questionário aplicado às mães.

Para as crianças entre 2 e 3 anos foi aplicado o Teste Aprendizagem e Desenvolvimento Infantil (TADI). O TADI foi desenvolvido no Chile em 2012 e é culturalmente relevante para as características chilenas, não precisando passar por adaptações de testes desenvolvidos para outras culturas. Mede o desenvolvimento e aprendizagem infantil em quatro dimensões, cognitiva, motora, linguagem e socioemocional. Cada uma das dimensões apresenta uma escala independente, que quando somadas apresentam um indicador de desenvolvimento global. O TADI é um teste com aplicação individual por criança e exige a participação de um adulto responsável junto à criança.

Para avaliar o desenvolvimento cognitivo das crianças aos 7 e 8 anos dois testes foram aplicados pelo ELPI em 2017. A Bateria III Woodcock-Muñoz (WM) e o Teste de Vocabulário e Imagens Peabody (TVIP). O WM é uma adaptação para o espanhol do teste Woodcock-Johnson aplicado foi a avaliação de desenvolvimento que inclui as avaliações de cálculo, fluidez em matemática e problemas aplicados. O TVIP é uma adaptação para o espanhol do Peabody Picture Vocabulary Test quem tem como objetivo medir a aquisição de vocabulário e a habilidade verbal da criança.

O desenvolvimento das habilidades socioemocionais foi avaliado pelo Inventário de Comportamentos da Infância (Child Behavior Checklist - CBCL), tanto para as crianças de 2 e 3 anos quanto para as crianças de 7 e 8 anos. O CBCL foi desenvolvido por Achenbach e Rescorla (2001) e avalia o comportamento e habilidades socioemocionais das crianças a partir de informações relatadas pelos pais. Os problemas comportamentais apresentados na infância podem indicar psicopatologias na idade adulta e são divididos em dois grandes grupos, problemas internalizantes e externalizantes. Dentre os problemas internalizantes são considerados a reatividade emocional, ansiedade/depressão e queixas somáticas, enquanto que os externalizantes se referem a condutas agressivas e violação de regras.

O impacto do estresse materno na saúde física e mental foi avaliado para as crianças de 8 e 9 anos. Existe no banco de dados perguntas em que a mãe relata se a criança apresenta problemas relacionados a asma, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), ansiedade, alergia alimentar ou algum problema de desenvolvimento.

2.3.2 Padronização das medidas de desenvolvimento

Como será descrito na próxima seção, a estratégia empírica adotada neste artigo se baseia na comparação entre crianças que estavam no útero no momento do terremoto com crianças que tinham nascida nos nove meses anteriores ao terremoto. Em função desta estratégia, o grupo de tratamento é por construção composto de crianças mais novas do que as crianças no grupo de controle. Apesar de não ser uma diferença muito grande de idade, que não iria interferir se fosse realizada uma comparação entre estes dois grupos na idade adulta, a comparação realizada neste artigo é com crianças na faixa de dois e três

anos e na faixa de sete e oito anos.

Para evitar que os resultados encontrados nas estimações sejam influenciados pela idade da criança, realizou-se uma padronização de todas as medidas de desenvolvimento por mês de idade das crianças. A padronização consiste em normalizar os resultados para as crianças que tinham a mesma idade medidas em meses de vida no momento em que foram avaliadas. A padronização foi realizada com todas as crianças da amostra, enquanto que as estimações foram realizadas apenas para as crianças que nasceram em áreas atingidas pelo terremoto. Portanto, os resultados apresentados no artigo indicam se as crianças que sofreram o choque durante a gestação estão em posições diferente da distribuição de cada dimensão analisada.

2.4 Estratégia empírica

2.4.1 Identificação

O artigo tem como foco estimar o efeito causal do estresse materno durante a gestação sobre o desenvolvimento infantil, mais especificamente o objetivo é estimar os efeitos biológicos que o estresse vivenciado pela mãe na gravidez pode ocasionar na formação fetal e no desenvolvimento posterior da criança. Para atingir este objetivo é preciso lidar com quatro desafios de identificação: i) dificuldade de mensurar estresse; ii) separar os efeitos no útero de possíveis efeitos pós nascimento; iii) isolar os efeitos biológicos do estresse de outros problemas associados ao estresse; e iv) endogeneidade da data de nascimento.

O primeiro desafio se refere à dificuldade de se obter informações sobre o nível de estresse das mães no momento em que estão grávidas, além de uma possível endogeneidade do estresse. Famílias mais vulneráveis socioeconomicamente possuem uma maior probabilidade de sofrerem de alguma forma de estresse, maior ainda para mulheres grávidas. A principal forma de mensurar se uma pessoa está com algum tipo de estresse é por meio de exames laboratoriais de cortisol. No entanto, bases de dados contendo tal informação são raras e possuem um pequeno número de observações. Além disso, seria preciso cruzar estas bases com dados de desenvolvimento dos filhos. Existem estudos com este tipo de informação, mas devido à natureza de coleta destas informações são estudos correlacionais e possuem pouca validade para fins de análise de causalidade.

Para a definição de estresse utiliza-se um terremoto ocorrido no Chile em 2010. O terremoto é um evento exógeno que devido às suas características tem um grande potencial de induzir estresse pós traumático nas pessoas atingidas. Portanto, utiliza-se este experimento natural como indutor do estresse e compara-se o desenvolvimento de crianças que estavam no útero no momento do terremoto, em áreas atingidas pelo terremoto, com o desenvolvimento de crianças que nasceram um pouco antes do terremoto.

O terremoto utilizado foi o terremoto de 27 de fevereiro de 2010 com magnitude de 8,8 na escala Richter e provocou tremores nas regiões costeiras do Chile, onde vivem aproximadamente 80% da população. O terremoto foi um dos cinco mais fortes já registrados na história mundial. Uma forma alternativa à escala Richter de mensurar a intensidade do terremoto é a escala Mercalli. A medida de Mercalli avalia o efeito do terremoto nas pessoas, nos objetos da natureza e construções humanas, sendo assim, mais precisa para avaliar o impacto do terremoto na indução de estresse (TORCHE, 2011). A medida é formada por uma escala de doze níveis de gradação: imperceptível (I), muito fraco (II), fraco (III), moderado (IV), forte (V), bastante forte (VI), muito forte (VII), ruinoso (VIII), desastroso (IX), destruidor (X), catastrófico (XI) e cataclismo (XII). As informações sobre a intensidade para cada província do Chile foi obtida no *site* Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS na sigla original)³. A intensidade variou entre muito fraco (II) e ruinoso (VIII).

Para definir se a mãe estava grávida no momento do terremoto foi utilizada a data de concepção da criança. Crianças que foram concebidas antes do terremoto e não tinham nascido até o dia do terremoto foram consideradas para o grupo de tratamento e crianças que nasceram um dia antes até nove meses antes do terremoto fazem parte do grupo de controle. Evidências apontam que o momento da gestação em que o choque ocorre influencia no desenvolvimento fetal e posterior da criança, portanto, além de definir o grupo de tratamento da maneira descrita acima, também foi realizada uma especificação contendo três grupos de tratamento, um para cada trimestre de gestação.

Analisar o impacto de um choque sofrido no útero em resultados futuros implica no desafio de separar o que foi o efeito ocorrido na formação fetal de possíveis efeitos ocorridos pós nascimento. Almond e Currie (2011) apontam que a principal estratégia para lidar com esse problema é comparar um grupo de indivíduos que estavam no útero no momento do choque com um grupo que tenha nascido imediatamente antes do choque ou tenha sido concebido logo após o choque.

Para avaliar o efeito do estresse pós traumático durante a gravidez, utilizar como grupo de controle crianças que foram concebidas após o evento indutor do estresse não é recomendável, pois existem evidências de que os efeitos do estresse pós traumático possam se manifestar após um certo tempo da ocorrência do evento. Caso isso ocorra, o grupo de controle estará contaminado, pois algumas crianças também teriam sofrido do choque negativo. Para o caso específico de se utilizar o terremoto do Chile como evento causador do choque, outro ponto que pode impactar no grupo de crianças concebidas no pós terremoto se relaciona com a rápida e eficiente reconstrução do país. As regiões afetadas pelo terremoto, inclusive melhoram seu nível de desenvolvimento humano após as ações de recuperação implementadas pelo governo chileno. Com isso, as crianças que foram

³ https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/official20100227063411530_30/dyfi/responses?source=

concebidas pós terremoto podem ter tido acesso a melhor infra estrutura de saúde durante suas gestações. Este fato pode levar a esse grupo de crianças apresentarem melhores resultados nas medidas de desenvolvimento. Portanto, esse grupo pode se sair melhor na comparação com o grupo afetado pelo terremoto não pelo efeito negativo do estresse e sim pelo efeito positivo da melhoria nas condições de vida.

Portanto, neste artigo lida-se com este desafio comparando as crianças que estavam no útero no momento do terremoto e cujas mães viviam nas áreas afetadas pelo terremoto, com crianças que tinham de um dia até nove meses de vida no momento do terremoto e também viviam nas áreas afetadas pelo terremoto. Implicitamente, assume-se que devido à imprevisibilidade da ocorrência de um terremoto, a decisão de engravidar é exógena nessa análise.

O terceiro desafio é uma consequência da estratégia adotada para lidar com o primeiro desafio. O terremoto, além de induzir estresse pós traumático, pode afetar as mães de outras maneiras além de causar estresse, tais como mudanças econômicas, acesso a serviços públicos e de saúde, saúde física, e mudanças no comportamento. Não é possível isolar completamente esses possíveis efeitos do efeito do estresse. No entanto, o Chile possui uma das mais efetivas infraestruturas para a mitigação de efeitos de desastres em todo o mundo. Apesar da intensidade do terremoto e da destruição de algumas partes do território, o processo de reconstrução e intervenções urbanas realizadas pelo governo chileno se mostraram tão eficiente que algumas áreas afetadas pelo terremoto apresentaram melhoras em indicadores de qualidade de vida após a reconstrução. Além disso, realiza-se uma série de estimações para verificar a plausibilidade das estimações principais estarem captando o efeito do estresse. A base de dados utilizada contém informações sobre a saúde da mães durante a gestação e de alguns comportamentos que podem influenciar o desenvolvimento fetal, como consumo de cigarro, bebidas e drogas. Em uma seção de análise de mecanismos de transmissão são realizadas comparações entre os grupos de tratamento e controle para verificar possíveis diferenças entre os grupos.

O quarto desafio se refere ao problema da endogeneidade da data de nascimento. Este problema ocorre em dois sentidos. Gestações mais longas são mais prováveis de serem afetadas por um choque, e como bebês que nascem de gestações mais longas são mais saudáveis, esta endogeneidade pode levar a uma subestimação dos resultados. Na direção oposta, o próprio choque negativo pode induzir a gestações mais curtas criando uma correlação entre o período gestacional e o choque. A solução adotada na literatura é utilizar um instrumento com o período teórico de gestação a contar da data de concepção.

Em resumo, a identificação do efeito causal do estresse materno na gestação se baseia na hipótese da exogeneidade do terremoto e conseqüente não correlação entre a decisão de engravidar e o momento do terremoto.

2.4.2 Especificação

Utiliza-se duas especificações, uma para estimar o efeito do estresse durante a gestação e outra para analisar se o momento gestacional em que ocorre o choque tem impactos diferentes. Para as duas especificações é realizado uma estimação com variáveis instrumentais.

Na primeira especificação o objetivo é avaliar de forma global o impacto do estresse durante a gestação. É importante realizar esta especificação, pois em função do tamanho amostral, alguns efeitos podem não aparecer significativos quando se olha para a divisão em trimestres. O primeiro estágio dessa especificação é uma estimação onde a variável dependente é uma variável binária indicando se a criança estava no útero no momento do terremoto, sendo instrumentalizada por uma variável que indica o tempo teórico de gravidez contado a partir da data estimada de concepção⁴.

$$utero_i = \gamma instrumento_i + X_i\tilde{\beta} + \tilde{\theta}_r + \mu_i \quad (2.1)$$

O segundo estágio estima o efeito do estresse materno durante a gestação sobre uma séries de medidas de desenvolvimento infantil, discutidas na seção anterior (Base de Dados e Variáveis).

$$y_i = \alpha utero_i + X_i\beta + \theta_r + \epsilon_i \quad (2.2)$$

onde, y_i representa as diversas medidas de desenvolvimento, $utero$ indica que a criança estava no útero no momento do terremoto, X é um vetor de covariadas incluindo a idade da mãe no momento do parto, a existência de irmãos, a mãe ser descendente de alguma comunidade indígena, o total de moradores do domicílio, o estado civil da mãe, a existência de televisão no domicílio e variáveis indicando a condição de trabalho e de saúde das regiões de residência no período anterior ao terremoto.

A segunda especificação tem o objetivo de analisar se o período da gestação em que ocorre o choque impacta diferentemente nos resultados. Nesta especificação, a possível endogeneidade da data de nascimento se manifesta na variável indicativa do terceiro trimestre de gestação, portanto, o primeiro estágio da especificação é uma estimação cuja variável dependente é a indicadora do terceiro trimestre e com o instrumento sendo uma medida hipotética da duração do terceiro trimestre de uma gestação padrão.

$$trimestre_3 = \gamma instrumento + \tilde{\alpha}_1 trimestre_1 + \tilde{\alpha}_2 trimestre_2 + X_i\tilde{\beta} + \tilde{\theta}_r + \mu_i \quad (2.3)$$

O segundo estágio estima o efeito do estresse materno separadamente para cada trimestre de gestação.

⁴ A data de concepção foi estimada utilizando a data de nascimento menos o tempo de gestação

$$y_i = \alpha_1 \text{trimestre}_1 + \alpha_2 \text{trimestre}_2 + \alpha_3 \hat{\text{trimestre}}_3 + X_i \beta + \theta_r + \epsilon_i \quad (2.4)$$

Para cada uma das especificações foram realizadas três estimações. A primeira para toda a amostra de crianças e outras duas para analisar o efeito separadamente para meninos e meninas.

2.5 Resultados

Esta seção apresenta os resultados do artigo. A primeira subseção apresenta os resultados do impacto do terremoto durante a gestação sobre as medidas de nascimento, desenvolvimento socioemocional, desenvolvimento geral e psicomotor e condição de saúde física e mental. Para o desenvolvimento socioemocional e desenvolvimento geral e psicomotor os resultados são apresentados para as duas faixas etárias, 2 e 3 anos e 7 e 8 anos, já para as condições de saúde apenas para a idade mais avançada. Os resultados são apresentados em ordem cronológica para facilitar o acompanhamento dos efeitos ao longo do ciclo de vida.

Em todas as tabelas de resultados são apresentados três painéis. O painel A contém os resultados para toda a amostra, incluindo meninos e meninas, o painel B apresenta os resultados para as estimações apenas para os meninos enquanto que o painel C apenas para as meninas. Para cada painel existem duas estimações. Na primeira apresenta-se o impacto do estresse materno na gestação independente do período de gestação, enquanto que a segunda estimacão busca verificar qual trimestre de gestação é mais sensível.

Posteriormente são apresentados alguns resultados para testar a existência de possíveis canais alternativos de transmissão, para verificar a existência de efeitos indiretos do estresse e para verificar se condições pós nascimento influenciaram nos resultados.

2.5.1 Resultados principais

Essa subseção apresenta os resultados do impacto do estresse durante a gestação sobre o desenvolvimento infantil ao longo do ciclo de vida. Os primeiros resultados apresentados se referem ao impacto nas medidas de nascimento, peso ao nascer, tamanho ao nascer, tempo de gestação em semanas, relação peso ao nascer por tempo de gestação e relação tamanho ao nascer por tempo de gestação. As medidas de nascimento são o resultado mais estudado na literatura de efeito do estresse materno, principalmente o peso ao nascer e o tempo de gestação, e as evidências indicam para um efeito negativo nessas medidas, principalmente para as crianças do sexo masculina. O início e o meio da gestação são apontados como os períodos mais sensíveis (KING et al., 2012).

Os resultados reportados na tabela 1 corroboram as evidências já apontadas na literatura, o estresse materno durante a gestação, principalmente nos dois primeiros

trimestres, é um fator de risco para o pleno desenvolvimento do feto. Os problemas associados ao estresse materno já se manifestam logo no nascimento, seja na redução do tempo de gravidez, seja em menores medidas de peso e tamanho. Nota-se que os efeitos são mais fortes em meninos, tanto em termos de significância estatística quanto na magnitude.

É importante destacar que, diferentemente das medidas para a fase pós nascimento da criança, para as medidas de nascimento, a estimativa obtida é um efeito puro do estresse da mãe durante a gestação, pois o grupo de controle não foi afetado pelo choque. Nas outras medidas analisadas posteriormente, o efeito encontrado é a diferença entre sofrer o choque ainda no útero ou sofrer o choque nos primeiros meses de vida.

O Painel A da tabela 1 mostra os resultados para toda a amostra analisada, sem distinguir o sexo do bebê. É possível notar que o peso ao nascer foi a medida mais afetada pelo estresse materno. Na primeira estimação, o efeito do estresse na gravidez indica uma redução de 97 gramas no peso do bebê ao nascer. O resultado negativo é uma evidência consolidada na literatura, no entanto, a magnitude do efeito varia, tanto em função das diferentes estratégias empíricas quanto do estressor utilizado. Considerando estudos da literatura econômica, em que utilizam estratégias empíricas que possibilitam inferência causal, Aizer (2011), que analisou o efeito da violência doméstica, encontra um efeito de redução de 187 gramas, enquanto que Persson e Rossin-Slater (2018), analisando o efeito da morte de um parente próximo, encontraram um redução de 18 gramas. Ainda em relação ao peso ao nascer, a segunda coluna da tabela indica que o estresse materno aumenta a probabilidade da criança nascer com baixo peso (menos de 2.500 gramas) em um pouco mais de 2%. Mais importante do que olhar para o baixo peso, é olhar para a relação peso ao nascer por tempo de gestação. A redução no peso ao nascer pode indicar que a criança nasceu antes do tempo correto ou que ela sofreu restrições de crescimento ao longo da gestação, que pode ser um melhor indicativo de problemas futuros. O resultado encontrado aponta para uma redução desta relação, ou seja, o estresse materno provocou restrições no crescimento fetal, alertando que outros problemas de desenvolvimento podem ter ocorrido e poderão se manifestar ao longo do ciclo de vida. Os demais resultados não apresentam significância estatística quando analisado o período gestacional de forma agregada.

A segunda estimação reportada no Painel A mostra a diferença de efeito em função do período gestacional em que o fato estressor ocorreu. O resultado corrobora outras evidências da literatura, indicando que os primeiros dois trimestres de gestação são os mais sensíveis, sendo que o segundo trimestre apresenta uma sensibilidade, em termos de magnitude do efeito, um pouco maior. A estimação para o peso ao nascer apresentou efeitos negativos tanto no primeiro quanto no segundo trimestres, o mesmo ocorrendo para a relação peso tempo de gestação. Em ambas as medidas, os dois primeiros trimestres apresentaram resultados significativas, sendo que a magnitude foi maior para o segundo trimestre. Diferentemente da estimação agregada, analisando o efeito separadamente por

trimestre não foi encontrado efeito para a probabilidade de nascer com baixo peso, no entanto, encontrou-se um pequeno efeito no tamanho ao nascer para aquelas crianças que estavam em seu primeiro trimestre de formação fetal no momento do terremoto.

Analisar de forma conjunta meninos e meninas apresenta uma visão parcial do problema. É fundamental verificar de forma separada, pois o desenvolvimento fetal ocorre de maneiras distintas para cada sexo, bem como o efeito de choques adversos. Os Painéis B e C mostram os resultados separados para meninos e meninas. Nota-se que os meninos apresentam uma maior sensibilidade em relação ao estresse materno. As meninas só são afetadas em relação ao peso e tamanho ao nascer, com magnitudes e níveis de significância menores. Além disso, o efeito só se manifesta no segundo trimestre. Para os meninos, os efeitos negativos são percebidos para o peso e tamanho ao nascer e para a relação peso por tempo de gestação. O peso ao nascer é a medida mais afetada. Os meninos que estavam no segundo trimestre de formação fetal no momento do terremoto nasceram em média com 194 gramas a menos, enquanto que os que estavam no primeiro trimestre o efeito foi de redução de 167 gramas. Em relação ao tamanho ao nascer, os dois primeiros trimestres novamente aparecem como sendo os mais sensíveis, sendo que para essa medida o primeiro trimestre apresentou um efeito maior, com os meninos nascendo quase 1 centímetro menores. A relação peso ao nascer por tempo de gestação mostra um efeito negativo para os meninos no segundo trimestre de formação fetal. Já para as meninas, os efeitos encontrados foram mais fracos e concentrados no segundo trimestre. O peso sofreu um impacto negativo de 134 gramas enquanto que o tamanho de apenas meio centímetro.

Os resultados apresentados na tabela 1 corroboram as evidências da literatura sobre a relação negativa entre estresse materno e desenvolvimento fetal medido pelos resultados de nascimento. Destaque para os dois primeiros trimestres gestacionais como sendo os mais sensíveis, principalmente o segundo, e para os efeitos mais aparentes em meninos. Essas medidas são importantes, pois evidências apontam para uma relação dessas medidas de nascimento com problemas de desenvolvimento em estágios mais avançados do ciclo de vida. No entanto, estes resultados apresentam um quadro parcial do problema, pois passam a falsa impressão de que as meninas são menos afetadas do que os meninos pelo estresse materno na gravidez. Os próximos resultados analisam o efeito do estresse materno durante a gestação em dois outros momentos do ciclo de vida das crianças, quando elas tinham entre 2 e 3 anos e quando tinham entre 8 e 9 anos. Esses resultados buscam ressaltar que essa menor sensibilidade das meninas nas medidas de nascimento ocorre em detrimento de maiores problemas ao longo do ciclo de vida, principalmente no desenvolvimento socioemocional e patologias mentais.

A tabela 2 traz os resultados para a faixa etária de 2 e 3 anos. Nesta faixa etária é possível avaliar as habilidades socioemocionais, bem como o nível de aprendizagem e desenvolvimento geral da criança. O desenvolvimento não cognitivo é avaliado utilizando-se o Inventário de Comportamentos da Infância (Child Behavior Checklist - CBCL). São

Tabela 1 – Medidas de Nascimento

	Peso	Baixo peso	Tamanho	Tempo gest	Peso/tempo	Tam/tempo
Painel A - Toda a amostra						
Gravidez	-0,0971**	0,0242*	-0,1732	-0,1613	-0,0021**	0,0011
1º Trimestre	-0,1309**	0,0082	-0,4998*	-0,2493	-0,0028**	-0,0035
2º Trimestre	-0,1506***	0,0254	-0,3400	-0,2141	-0,0033***	0,0018
3º Trimestre	-0,0150	0,0383	0,3100	-0,0262	-0,0004	0,0051
Observações	774	774	748	774	774	748
Painel B - Meninos						
Gravidez	-0,1062**	0,0211	-0,3603	-0,0716	-0,0026*	-0,0068
1º Trimestre	-0,1672**	0,0136	-0,9375**	-0,3624	-0,0034	-0,0105
2º Trimestre	-0,1942***	0,0252	-0,4295*	-0,0379	-0,0048***	-0,0075
3º Trimestre	0,0347	0,0230	0,2439	0,1561	0,0004	-0,0024
Observações	388	388	375	388	388	375
Painel C - Meninas						
Gravidez	-0,1041*	0,0335	-0,0518	-0,1908	-0,0022	0,0048
1º Trimestre	-0,1065	0,0143	-0,0334	-0,1840	-0,0023	0,0050
2º Trimestre	-0,1335*	0,0342	-0,5112*	-0,3927	-0,0024	0,0042
3º Trimestre	-0,0747	0,0557	0,3724	-0,0166	-0,0019	0,0050
Observações	386	386	373	386	386	373

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

apresentadas três medidas agregadas de habilidades emocionais. A dimensão internalizante, que engloba problemas de reatividade emocional, ansiedade/depressão e queixas somáticas, a dimensão externalizante, que se refere a problemas de condutas agressivas e violação de regras, e uma medida conjunta destas duas dimensões. Como já mencionado na seção sobre a base de dados, para evitar que o resultado seja influenciado pela idade das crianças, os valores brutos foram padronizados para a idade em mês das crianças. Para esta medida especificamente, a padronização foi realizada separadamente para meninos e meninas. A interpretação dos resultados deve ser feita como desvios em relação à distribuição da população de cada faixa etária e quanto maiores os valores maiores os problemas de comportamento. A outra avaliação aplicada nesta faixa etária é o *Test de Aprendizaje y Desarrollo Infantil* (TADI). O TADI, além de uma medida global de desenvolvimento, permite que sejam avaliadas quatro dimensões do desenvolvimento separadamente, socioemocional, linguagem, motora e cognitiva.

Os primeiros resultados apresentados na tabela 2 se referem às medidas agregadas de desenvolvimento não cognitivo. Os resultados do Painel A, toda a amostra, e do Painel B, meninos, não indicam nenhum efeito do estresse materno. No entanto, o Painel C, resultados para meninas, indica que as meninas que estavam no segundo trimestre de formação fetal no momento do terremoto apresentaram maiores problemas relacionados com desenvolvimento socioemocional. As medidas agregada e externalizante

apresentam coeficientes positivos e significativos. Apesar da medida internalizante não apresentar coeficiente significativo, a tabela apresentada no Apêndice, que traz as medidas desagregadas, mostra um efeito associado a aumento de problemas de ansiedade e depressão nas meninas. Em conjunto, os resultados expostos nas tabelas 2 e no apêndice indicam que apesar da menor sensibilidade observada nas medidas de nascimento para as meninas, no decorrer do ciclo de vida problemas, principalmente emocionais, podem ser percebidos entre as meninas. Este fato está de acordo com a teoria de viabilidade e vulnerabilidade abordada na literatura da biologia humana (SANDMAN; GLYNN; DAVIS, 2013).

Ainda na tabela 2, os resultados para aprendizagem e desenvolvimento geral apresentam resultados heterogêneos para meninos e meninas, ambos são afetados, mas em estágios diferentes da gestação e em dimensões diferentes do desenvolvimento. Os meninos apresentaram problemas no desenvolvimento de linguagem e cognitivo, sendo que o primeiro trimestre de gestação foi o mais sensível. Já para as meninas, a dimensão afetada foi o desenvolvimento motor e para aquelas que estavam no terceiro trimestre de gestação. Este resultado aponta no sentido de evidências da literatura de que as meninas são mais sensíveis na dimensão do desenvolvimento motor (??).

Tabela 2 – Segunda rodada

	Total	Socioemocional		Aprendizagem e Desenvolvimento				
		Internalizante	Externalizante	Total	SE	Linguagem	Motora	Cognitiva
Painel A - Toda a amostra								
Gravidez	0,1083	0,0923	0,1104	-0,0863	-0,0220	0,0175	-0,0992	-0,1457*
1º Trimestre	0,1255	0,1287	0,1414	-0,1333	0,0009	0,0068	-0,1012	-0,2843***
2º Trimestre	0,0391	0,0083	0,0896	0,0251	0,0379	0,0894	-0,0435	-0,0322
3º Trimestre	0,1499	0,1285	0,0966	-0,1376	-0,0961	-0,0352	-0,1440	-0,1079
Observações	765	765	767	762	767	764	766	766
Painel B - Meninos								
Gravidez	0,0910	0,0873	0,0540	-0,1189	-0,0665	-0,0087	-0,0776	-0,1515
1º Trimestre	0,3062	0,2486	0,2771	-0,2791**	-0,1409	-0,2318*	-0,0733	-0,3124*
2º Trimestre	-0,1621	-0,1190	-0,1390	0,1217	0,0790	0,2738	-0,0329	0,0327
3º Trimestre	0,1332	0,1332	0,0363	-0,1923	-0,1289	-0,0668	-0,1182	-0,1711
Observações	384	384	386	382	385	384	384	384
Painel C - Meninas								
Gravidez	0,1418	0,1139	0,1738*	-0,0509	0,0240	0,0497	-0,1261	-0,1246
1º Trimestre	0,0173	0,0517	0,0946	0,0207	0,1648	0,2118	-0,1002	-0,2426
2º Trimestre	0,3319*	0,2580	0,3549**	-0,0400	0,0230	-0,0912	-0,0057	-0,0392
3º Trimestre	0,1241	0,0607	0,1080	-0,1512	-0,1533	-0,0241	-0,2707**	-0,0548
Observações	381	381	381	380	382	380	382	382

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

O próximo momento do ciclo de vida analisado é a faixa etária de 8 e 9 anos. Nesta fase, as informações disponíveis são sobre o nível de habilidades cognitivas e não cognitivas e sobre saúde física e mental das crianças. Na tabela 3 são apresentados os resultados do impacto do estresse nas habilidades socioemocionais e cognitivas. Os resultados do Painel A, referentes às habilidades socioemocionais, indicam uma melhora das habilidades

socioemocionais para aquelas crianças que estavam no segundo trimestre de formação fetal no momento do terremoto. É importante destacar que esse resultado não indica que estar no útero no momento do terremoto reduz os problemas comportamentais das crianças na idade de 8 e 9 anos, mas sim, que, o estresse materno afeta mais as crianças já nascidas, e portanto, o efeito da programação fetal é menos relevante. Comparando o resultado para meninos e meninas, nota-se que este resultado ocorre apenas para os meninos, enquanto que as meninas que estavam no útero continuam apresentando um resultado pior em relação às meninas que já tinham nascido no momento do terremoto.

As habilidades cognitivas foram medidas pelo teste *Woodcock-Muñoz* que mede o desempenho acadêmico, com testes de cálculo (cc), fluidez matemática (fd) e problemas aplicados (pa), e teste TVIP que mede a aquisição de vocabulário. A última dimensão analisada pelo teste WM é relacionada ao cálculo. Novamente o segundo trimestre se mostra o mais sensível, no entanto, não é possível determinar uma diferença entre os sexos para essa dimensão, sendo ambos afetados de forma semelhante.

Tabela 3 – Terceira rodada

	Total	Socioemocional		Habilidades Cognitivas		
		Internalizante	Externalizante	Prob Apl	Fluidez mat	Cálculo
Painel A - Toda a amostra						
Gravidez	0,0071	-0,0174	0,0082	-0,0462	-0,0510	-0,0468
1º Trimestre	0,0311	-0,0565	0,0714	-0,0512	0,0210	-0,0043
2º Trimestre	-0,2010**	-0,1760**	-0,2066***	-0,1550	-0,1680	-0,2292**
3º Trimestre	0,1626	0,1565	0,1320	0,0545	-0,0176	0,0736
Observações	773	773	773	771	770	770
Painel B - Meninos						
Gravidez	-0,0303	-0,0803	-0,0453	-0,0577	0,0069	-0,0477
1º Trimestre	0,0832	-0,0712	0,1320	-0,0193	0,1198	-0,0240
2º Trimestre	-0,2920***	-0,2978**	-0,2860***	-0,2111	-0,0565	-0,2196
3º Trimestre	0,1053	0,1069	0,0177	0,0523	-0,0352	0,0957
Observações	388	388	388	385	384	384
Painel C - Meninas						
Gravidez	0,0548	0,0226	0,1011	-0,0334	-0,1471	-0,0491
1º Trimestre	0,0071	-0,0569	0,0638	-0,0516	-0,0306	-0,0097
2º Trimestre	-0,0756	0,0016	-0,0984	-0,1463	-0,3857**	-0,2266
3º Trimestre	0,2293	0,1390	0,3244*	0,0889	-0,0788	0,0598
Observações	385	385	385	386	386	386

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

Após analisar o impacto do estresse durante a gestação em medidas de desenvolvimento, volta-se para a análise em problemas de saúde para as crianças entre 8 e 9 anos. A tabela 4 apresenta os resultados das estimações do impacto na probabilidade da criança ter asma, transtorno do déficit de atenção e hiperatividade e dificuldade de fala. Em relação à asma nota-se um aumento na probabilidade da criança apresentar

um quadro asmático. Este aumento ocorre para as crianças que estavam no terceiro trimestre, e é apenas percebido nos meninos. Resultados na mesma direção já foi apontado em Lee et al. (2016). Os resultados para TDAH indicam um aumento na probabilidade da criança manifestar esta doença em função do estresse materno na gestação. Esta relação já é apontada na literatura, principalmente epidemiológica (RONALD; PENNELL; WHITEHOUSE, 2011). No entanto, a diferença de efeito entre o sexo do bebê é menos estudada. Os resultados da tabela 4 indicam que ambos os sexos são afetados, porém em momentos e intensidades diferentes. Apesar da incidência de TDAH ser maior nos meninos, o efeito do estresse materno é maior nas meninas. O efeito sobre os meninos acontece no primeiro trimestre de gestação e com aumento de aproximadamente 8 pontos percentuais. Já para as meninas, o efeito ocorre no terceiro trimestre, com um aumento de quase 13 pontos percentuais. O resultado sobre a probabilidade de manifestar TDAH corrobora a tese inicial do artigo que apesar da menor sensibilidade das meninas percebidas nas medidas de nascimento, elas são mais vulneráveis ao surgimento de doenças mentais e problemas comportamentais ao longo do ciclo de vida.

Tabela 4 – Saúde

	Asma	TDAH	Dificuldade de Fala
Painel A - Toda a amostra			
Gravidez	0,0183	0,0683***	0,0033
1º Trimestre	-0,0232	0,0463*	0,0043
2º Trimestre	-0,0058	0,0429	-0,0180
3º Trimestre	0,0796*	0,1108***	0,0213
Observações	773	769	770
Painel B - Meninos			
Gravidez	0,0508	0,0747**	-0,0296
1º Trimestre	-0,0031	0,0862*	-0,0394*
2º Trimestre	0,0280	0,0627	-0,0292
3º Trimestre	0,1178**	0,0729	-0,0201
Observações	388	386	386
Painel C - Meninas			
Gravidez	-0,0152	0,0445	0,0394**
1º Trimestre	-0,0357	0,0095	0,0486
2º Trimestre	-0,0478	-0,0039	-0,0041
3º Trimestre	0,0387	0,1298**	0,0676*
Observações	385	383	384

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

Esta subseção apresentou os resultados principais do artigo. Os resultados vão no sentido da teoria de viabilidade versus vulnerabilidade. As medidas de nascimento apresentaram maior sensibilidade para os meninos, enquanto que as meninas foram mais afetadas

ao longo do ciclo de vida, principalmente em questões de problemas comportamentais e saúde mental. Os próximos resultados investigam a existência de canais alternativos de transmissão do terremoto e de efeitos indiretos do estresse, bem como avaliam a saúde mental das mães em períodos posteriores ao nascimento.

2.5.2 Canais Alternativos

Os resultados da subseção anterior indicam que as crianças que estavam no útero no momento do terremoto apresentaram problemas de desenvolvimento e aumento na probabilidade de manifestar doenças em comparação com aquelas crianças que tinham de um dia a nove meses de idade. Argumentou-se que a causa destes problemas foi o estresse materno no período gestacional. No entanto, não foi utilizada uma medida de estresse em função dos problemas já explicados na seção metodológica. Ao utilizar o terremoto como um evento indutor do estresse é preciso verificar se o terremoto pode ter causado algum dano, outro além do estresse, que possa prejudicar o desenvolvimento das crianças que estavam no útero e, conseqüentemente, interferir nos resultados apresentados anteriormente. Dentre os possíveis danos causados pelo terremoto, talvez o que poderia gerar mais problemas para as gestantes são as condições do sistema de saúde.

Para verificar se o terremoto impactou no acesso das mulheres grávidas ao sistema de saúde, a tabela 5 apresenta os resultados da comparação do número de consultas de prenatal e do tipo de parto realizado entre as mulheres grávidas no momento do terremoto com aquelas que estavam grávidas até nove meses antes do terremoto. Os resultados não indicam nenhuma alteração no tipo de parto e em relação aos cuidados prenatal, o que se observou foi um aumento do número de consultas realizadas pelas mães que estavam no segundo trimestre de gestação, especificamente mães de meninas. Portanto, apesar do forte impacto do terremoto, não há evidências de que o acesso ao sistema de saúde pelas grávidas foi afetado, podendo assim, considerar esse canal alternativo como pouco provável para a explicação do resultados apresentados anteriormente.

2.5.3 Efeitos Indiretos do Stress

Os resultados do efeito do estresse materno sobre o desenvolvimento infantil apresentados anteriormente não discriminam se o efeito foi um efeito direto, transmitido por alterações biológicas na mãe em função do estresse, ou um efeito indireto, resultado de problemas de saúde ou mudanças comportamentais da mãe em decorrência do estresse. Esta subseção avalia se o estresse sofrido pela mãe alterou seu estado de saúde ou seu comportamento no período gestacional.

O banco de dados fornecido pelo ELPI possibilita obter algumas informações sobre o estado de saúde física da mãe durante a gestação. Investigou-se o efeito sobre a probabilidade de ocorrência de preeclampsia, infecção urinária, hemorragia, hipertensão,

Tabela 5 – Canais Alternativos

	Prenatal	Tipo de parto
Painel A - Toda a amostra		
Gravidez	0,0239	0,0233
1º Trimestre	-0,0450	0,0311
2º Trimestre	0,1017**	0,0212
3º Trimestre	0,0198	0,0171
Observações	759	774
Painel B - Meninos		
Gravidez	-0,0370	0,0240
1º Trimestre	-0,1568	0,0857
2º Trimestre	0,0307	0,0071
3º Trimestre	0,0057	-0,0155
Observações	382	388
Painel C - Meninas		
Gravidez	0,0781	0,0250
1º Trimestre	0,0598	-0,0390
2º Trimestre	0,1681**	0,0601
3º Trimestre	0,0192	0,0691
Observações	377	386

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

placenta prévia, diabetes e anemia. A tabela 6 apresenta os resultados.

Os resultados indicam ausência de efeitos relacionados a aumento de ocorrência de placenta prévia e diabetes. Em relação à preeclampsia, hipertensão e anemia foi constatado que as mães que estavam grávidas no momento do terremoto tinham menor probabilidade de apresentar uma destas doenças. Portanto, em relação a estes problemas, ou não houve interferência nos resultados do impacto do estresse no desenvolvimento infantil, ou agiu atenuando o impacto, o que faria que as estimativas apresentadas na seção anterior estivessem subestimadas.

Já o resultado para infecção urinária e hemorragia devem ser analisados mais detalhadamente. A coluna 4 da tabela 6 indica um aumento na probabilidade de hemorragia durante a gravidez nas mulheres que estavam grávidas no momento do terremoto. A hemorragia durante a gravidez pode levar a abortos espontâneos ou em menor gravidade a problemas no desenvolvimento fetal levando ao nascimento de bebês com baixo ou peso ou prematuros. Apesar desta maior probabilidade de hemorragia nas mulheres que estavam grávidas no momento do terremoto, é pouco provável que este fato possa impactar nos resultados obtidos na seção anterior. O aumento observado se deu apenas nas mães de meninas enquanto que os resultados negativos encontrados no baixo peso ao nascer

Tabela 6 – Saúde da Mãe durante a gestação

	Preeclampsia	Inf urinária	Hemorragia	Hipertensão	Pla prévia	Diabetes	Anemia
Painel A - Toda a amostra							
Gravidez	-0,0069	0,0389	0,0202*	-0,0043	0,0201	-0,0014	-0,0504*
1º Trimestre	-0,0133	0,0391	0,0129	0,0186	0,0335	-0,0011	-0,0664**
2º Trimestre	0,0084	0,0129	0,0383	-0,0096	0,0053	-0,0220	-0,0604
3º Trimestre	-0,0141	0,0611	0,0108	-0,0217	0,0197	0,0167	-0,0249
Observações	774	774	774	774	774	774	774
Painel B - Meninos							
Gravidez	-0,0087	0,0187	-0,0038	0,0062	0,0199	-0,0137	-0,0159
1º Trimestre	-0,0003	0,0427	-0,0225**	0,0394	0,0336	0,0161	-0,0382
2º Trimestre	0,0042	0,0161	0,0233	0,0267	0,0169	-0,0461	-0,0095
3º Trimestre	-0,0279**	-0,0007	-0,0126	-0,0426**	0,0098	-0,0089	-0,0017
Observações	388	388	388	388	388	388	388
Painel C - Meninas							
Gravidez	-0,0071	0,0668*	0,0478***	-0,0177	0,0183	-0,0058	-0,1009**
1º Trimestre	-0,0267*	0,0321	0,0529**	-0,0062	0,0388	-0,0093	-0,0874
2º Trimestre	0,0071	0,0362	0,0534	-0,0311	-0,0175	-0,0070	-0,1386**
3º Trimestre	0,0032	0,1356**	0,0366	-0,0192	0,0262	-0,0006	-0,0828
Observações	386	386	386	386	386	386	386

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

ocorrem para ambos os sexos, com mais intensidade nos meninos. Mesmo se houver interferência nos resultados, esta interferência não seria suficiente para inverter o impacto no desenvolvimento devido a baixa incidência de hemorragia na população analisada, pouco mais de 2% de casos.

O outro resultado que poderia ser um fator de confusão nos resultados principais é o aumento na probabilidade da mãe apresentar um quadro de infecção urinária, conforme pode ser observado na coluna 3 da tabela 6. No entanto, novamente, é pouco provável que esta maior probabilidade tenha afetado os resultados sobre o desenvolvimento infantil. Primeiro, o aumento na probabilidade de infecção urinária ocorreu apenas quando a gravidez era de uma menina, e os problemas de desenvolvimento ocorreram tanto para meninos quanto para meninas. Segundo, o maior impacto ocorreu para aquelas mães que estavam no terceiro trimestre de gestação no momento do terremoto, sendo que os impactos negativos no desenvolvimento infantil se concentram nos casos em que as mães estavam no primeiro ou segundo trimestre de gestação. A exceção foi o impacto do estresse no aumento da probabilidade da criança apresentar problemas relacionados a TDAH. Lembrando do resultado da tabela 4, o aumento da probabilidade de apresentar TDAH se manifestou mais forte nas meninas em que estavam no terceiro trimestre do período intrauterino, o que coincide com o resultado de aumento da infecção urinária. Portanto, o efeito do estresse no aumento da probabilidade da ocorrência de TDAH nas meninas pode estar sendo influenciado por um efeito indireto do estresse, um aumento da infecção urinária.

A tabela 7 mostra os resultados para a análise de mudanças de comportamentos da mãe durante a gravidez. São analisadas condições de subnutrição, consumo de cigarro, de álcool e de drogas ilícitas. A coluna 1 indica um aumento na subnutrição de mulheres grávidas. No entanto, só se percebe um resultado nas mães de meninas. O resultado indica um aumento de 3 pontos percentuais na probabilidade de uma mãe que estava grávida no momento do terremoto, não sendo possível identificar efeitos diferentes entre os trimestres de gestação. Apesar de problemas de subnutrição ser apontado como um mecanismo importante na literatura de programação fetal é pouco provável que ele esteja impactando nos resultados principais deste artigo. Primeiro, a magnitude do coeficiente é baixa. E, segundo, a taxa de mulheres grávidas com subnutrição na população estudada é de apenas 5%, ou seja, esse possível mecanismo impactou poucas crianças.

Por fim, o consumo de álcool também foi impactado pelo estresse materno. Os coeficientes só se mostraram significativos para as mães de meninas, sendo que as mulheres que estavam no segundo trimestre de gestação apresentaram um aumento de mais de 10 pontos percentuais na probabilidade de beber durante a gestação, e as mulheres que estavam no terceiro trimestre reduziram em quase 6 pontos percentuais a probabilidade de beber durante a gestação. É importante destacar que no questionário da ELPI a pergunta sobre o consumo de álcool na gestação era formada por três categorias, não consumiu, consumiu esporadicamente e consumiu regularmente. O aumento na probabilidade do consumo de álcool se deu apenas na categoria de consumo esporádico.

2.5.4 Saúde mental da mãe no pós nascimento

Os resultados para o impacto do estresse em medidas de desenvolvimento pós nascimento se baseiam fortemente na hipótese de que os acontecimentos pós terremoto impacta o grupo afetado e o grupo controle da mesma maneira. Caso exista uma diferença sistemática entre os dois grupos os resultados encontrados podem não ter sido causado pelo choque na gestação e sim pelos acontecimentos em períodos posteriores do ciclo de vida.

Um aspecto que desperta interesse na literatura de programação fetal é a saúde mental das mães no período pós nascimento. A tabela 8 apresenta os resultados para quatro medidas de saúde mental da mãe, depressão pós parto, estresse quando as crianças estavam com idade entre 2 e 3 anos, e estresse e depressão quando as crianças estavam com idade entre 8 e 9 anos. Os resultados indicam que as mães que estavam grávidas no momento do terremoto apresentaram menores riscos de desenvolver depressão pós parto e depressão no momento em que as crianças tinham entre 8 e 9 anos. Portanto, ou a saúde mental das mães nos períodos pós nascimento dos filhos não influenciou os resultados principais do artigo, ou se influenciou, impactou no sentido de atenuar os resultados, ou seja, os efeitos do estresse materno durante a gestação pode ser mais prejudicial ao

Tabela 7 – Comportamento da Mãe durante a gestação

	Subnutrição	Cigarro	Álcool	Alc muito	Álc pouco	Droga
Painel A - Toda a amostra						
Gravidez	0,0222	0,0166	0,0310	0,0109	0,0201	-0,0056
1º Trimestre	0,0389	-0,0131	0,0170	-0,0008	0,0178	-0,0044
2º Trimestre	0,0344	0,0054	0,0909**	0,0082	0,0827**	-0,0157**
3º Trimestre	-0,0053	0,0551	-0,0094	0,0243	-0,0337	0,0024
Observações	774	774	774	774	774	773
Painel B - Meninos						
Gravidez	0,0019	0,0153	0,0306	0,0086	0,0220	-0,0050
1º Trimestre	0,0243	-0,0425	-0,0239	-0,0040	-0,0198	-0,0131
2º Trimestre	0,0217	0,0391	0,0749	0,0156	0,0594	-0,0106
3º Trimestre	-0,0366	0,0434	0,0358	0,0130	0,0228	0,0076
Observações	388	388	388	388	388	388
Painel C - Meninas						
Gravidez	0,0325*	0,0108	0,0335	0,0106	0,0229	0,0010
1º Trimestre	0,0397	0,0022	0,0532	0,0027	0,0505	-0,0002
2º Trimestre	0,0308	-0,0362	0,1075*	-0,0057	0,1131*	-0,0158
3º Trimestre	0,0256	0,0633	-0,0567**	0,0348	-0,0914***	0,0175
Observações	386	386	386	386	386	385

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

desenvolvimento infantil do que os resultados do artigo indicam.

2.6 Considerações Finais

O artigo analisa os efeitos a exposição ao estresse materno durante a gestação para o desenvolvimento infantil. Adicionalmente o artigo enfatiza a diferença no impacto entre meninos e meninas. Enquanto os meninos apresentam uma maior sensibilidade no início do ciclo de vida, os efeitos em meninas são percebidos ao longo do ciclo de vida.

Como contribuição para a formulação de políticas públicas o artigo destaca a importância de ações para lidar amenizar o estresse pós traumático das gestantes. De forma complementar é importante se ter em mente, que a ausência, ou menor incidência, de impactos nas meninas nas medidas de nascimento pode esconder problemas de saúde e comportamentais futuros.

Tabela 8 – Saúde Mental da Mãe Pós Nascimento

	Dep pós parto	Estresse 2012	Estresse 2017	Depressão 2017
Painel A - Toda a amostra				
Gravidez	0,0018	-0,2234	-0,0277	-0,0529
1º Trimestre	0,0714	0,4110	0,0213	-0,1084**
2º Trimestre	-0,0559*	-0,3309	-0,0624	-0,0439
3º Trimestre	-0,0130	-0,7371	-0,0437	-0,0062
Observações	768	773	773	773
Painel B - Meninos				
Gravidez	-0,0096	0,5602	0,0714	-0,1056*
1º Trimestre	0,0692	1,4731	0,1025	-0,1168*
2º Trimestre	-0,0743	0,5949	0,0474	-0,0979
3º Trimestre	-0,0144	-0,2996	0,0639	-0,0991
Observações	384	388	388	388
Painel C - Meninas				
Gravidez	0,0229	-0,9222	-0,1231	-0,0009
1º Trimestre	0,0929	-0,6244	-0,0533	-0,0919*
2º Trimestre	-0,0316	-1,1201	-0,1858	0,0104
3º Trimestre	-0,0103	-1,0965	-0,1493	0,0970
Observações	384	385	385	385

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão robustos com cluster de comuna.

3 EFEITOS INVISÍVEIS DE UM DESASTRE AMBIENTAL: O CASO DO ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE BRUMADINHO

3.1 Introdução

Existe uma crescente literatura que relaciona estresse materno durante a gestação e desenvolvimento fetal, com consequências para a saúde neonatal e futura dos indivíduos (ALMOND; CURRIE, 2011; ALMOND; CURRIE; DUQUE, 2018). O estresse materno é associado a piores resultados de nascimento da criança, como peso ao nascer e tempo de gestação, além de impactar na saúde e problemas de comportamento durante o ciclo de vida. Uma fonte de estresse frequentemente utilizada para avaliar o efeito do estresse é a exposição a desastres ambientais, naturais ou causados pela ação humana. Diversos tipos de desastres ambientais são estudados na literatura. Torche (2011), Tan et al. (2009), Torche e Kleinhaus (2012), Chang et al. (2002), Glynn et al. (2001) estudam os efeitos de terremotos, Currie e Rossin-Slater (2013), Hamilton et al. (2009), Xiong et al. (2008) analisam os efeitos de furacões, Tong, Zotti e Hsia (2011) investigam os impactos de enchentes e Laplante et al. (2008), King e Laplante (2005), Laplante et al. (2004) buscam entender os impactos de tempestades de neve.

Especificamente no Brasil, uma preocupação recente está relacionada ao rompimento e ameaça de rompimento de barragens de minério. Thompson et al. (2020) e Armstrong, Petter e Petter (2019) alertam para o crescimento de casos de rompimento de barragens que dobrou nos últimos vinte anos. Em 2014, houve o rompimento de uma barragem em Itabirito, Estado de Minas Gerais, com três mortes confirmadas. Em 2015, um vazamento na barragem na região de Mariana, Minas Gerais, provocou dezenove mortes confirmadas e é considerada um dos desastres provocados por vazamento de minério de maior impacto ambiental. Em 2019, novamente no Estado de Minas Gerais, ocorreu o rompimento da barragem em Brumadinho. Apesar do estrago em termos ambientais ter sido menor em relação ao rompimento de Mariana, o impacto em termos de vidas humanas foi o maior já registrado na história mundial. A informação mais recente aponta para duzentos e setenta e duas mortes. No entanto, as consequências da tragédia vão além das mortes diretas, tendo impacto na saúde mental em função do medo e das perdas materiais.

Mrejen, Perelman e Machado (2020) e Carrillo et al. (2020) analisam o impacto da exposição no útero ao rompimento da barragem de Mariana sobre a saúde dos recém nascidos expostos. Mrejen, Perelman e Machado (2020) encontram que as crianças que foram expostas no útero apresentaram um redução no tempo de gestação e aumento na probabilidade de nascer pré maturo. Já os resultados de Carrillo et al. (2020) apontam para uma redução no peso ao nascer e aumento da mortalidade infantil.

Um aspecto menos explorado nessa literatura é o impacto que um desastre **natural** pode causar na razão de sexo dos nascidos vivos. A razão de sexo dos nascidos vivos, que

é a proporção de meninos nascidos vivos em relação ao total de crianças nascidas vivas, é uma medida estável ao longo do tempo, principalmente em grandes populações. Estudos mostram que essa razão é viesada em favor dos meninos, com o valor variando em torno de um pouco mais de 0,51 (JAMES; GRECH, 2018; MASUKUME et al., 2017; DAVIS; GOTTLIEB; STAMPNITZKY, 1998). Choques negativos durante a gestação impactam na redução da razão de sexo, ou seja, diminui a proporção de meninos em relação às meninas nascidas vivas. Portanto, um aumento relativo do nascimento de meninas é um sinal de problemas de saúde das mães ou da população em geral (JAMES; GRECH, 2018).

Os fetos masculinos são mais frágeis do que os fetos femininos, sendo, portanto, mais sensíveis à ocorrência de alguma situação adversa durante a gestação. Além de serem mais frágeis, eles crescem mais durante a gestação, demandando assim mais recursos das mães. Em função destas características da gestação de fetos masculinos, em situações adversas com restrições de recursos ou um ambiente com alto nível de fatores estressores, existe um maior número de abortos espontâneos de fetos masculinos, o que ocasiona a inversão na razão de sexo dos nascidos vivos (TORCHE; KLEINHAUS, 2012; TRIVERS; WILLARD, 1973; BRUCKNER; CATALANO, 2007; CATALANO; BRUCKNER, 2006; CATALANO et al., 2006; FUKUDA et al., 1998; VALENTE, 2015).

Portanto, reduções na razão de sexo são uma sinalização de aumento de óbitos fetais, principalmente masculinos, ocorridos em função de uma situação adversa na gestação. James e Grech (2018) destacam que a razão de sexo dos nascidos vivos pode ser uma medida útil como indicador de saúde pública. A redução na razão de sexo também é importante para entender os mecanismos que atuam nos desfechos de nascimento e saúde infantil após a ocorrência de um evento estressor durante a gestação. Dois mecanismos podem levar a uma redução na razão de sexo com consequências distintas para a saúde dos nascidos vivos. O mecanismo mais citado na literatura, principalmente em artigos na área de economia, se relaciona com a Teoria da Origem Fetal (BARKER, 1995; BARKER; OSMOND, 1986; ALMOND; CURRIE, 2011). De acordo com esta teoria, as gestantes e os fetos se adaptam às situações adversas, alterando a expressão de seus genes produzindo um fenótipo adaptado às situações de restrições. Essa adaptação implicaria em piores resultados no nascimento do bebê e problemas de saúde futuros. Por outro lado, Catalano e Bruckner (2006) apontam para uma possível seleção positiva no útero em situação negativas. De acordo com essa literatura, existe um limiar de sobrevivência para os embriões e fetos. Se as condições de saúde do feto estiverem abaixo desse limiar, ocorre um aborto espontâneo. Na presença de choques negativos, esse limiar se torna mais alto, havendo um processo mais rigoroso de seleção no útero. Portanto, com essa alteração do limiar, os fetos mais frágeis não sobrevivem, e os nascidos vivos fazem parte de uma coorte positivamente selecionada.

Em 25 de janeiro de 2019, uma barragem de rejeitos de minério de ferro se rompeu no município de Brumadinho, Estado de Minas Gerais, atingindo parte do município. Além

das quase trezentas vítimas fatais, principalmente de funcionários da empresa mineradora, os rejeitos escorreram até serem drenados pelo rio Paraopeba. A contaminação das águas do rio causou danos em outros dezoito municípios ao longo do leito do rio Paraopeba. Estudos apontam que, para além dos danos ambientais, observou-se um aumento de problemas psicológicos na população afetada (NOAL et al., 2021; MIRANDA et al., 2021; MAYORGA, 2020b; NOAL; RABELO; CHACHAMOVICH, 2019). Este artigo explora esse aumento do nível de estresse causado por evento exógeno para investigar os impactos causados nas crianças que estavam no útero no momento da ocorrência do desastre.

O objetivo principal deste artigo é avaliar um possível impacto na razão de sexo da coorte dos nascidos vivos que sofreram com os efeitos do desastre ambiental em Brumadinho durante a gestação. Adicionalmente, investiga-se qual o principal mecanismo que atua na redução da razão de sexo. Se é a adaptação do feto durante a gestação, o que pode levar a piores resultados de nascimento, ou se é a seleção natural, gerando uma coorte positivamente selecionada de nascidos vivos.

Para atingir esse objetivo utilizam-se dados do Sistema Nacional de Nascidos Vivos dos anos de 2011 a 2019 e uma estratégia de diferenças em diferenças sintética em que comparam-se os nascidos vivos dos municípios atingidos pelo desastre com os nascidos vivos de um grupo de controle.

Os resultados encontrados apontam no sentido de uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos naqueles municípios afetados pelo desastre causado pelo rompimento da barragem em Brumadinho. O efeito negativo é mais forte nos municípios mais próximos ao local do rompimento e se manifesta no início e meio da gestação. As evidências apontam que ambos mecanismos atuam na redução da razão de sexo.

O artigo busca contribuir para a literatura sobre efeitos da exposição no útero a eventos adversos e desenvolvimento infantil ao apresentar um possível mecanismo que explica os resultados observados em nascidos vivos. Se após um evento adverso, uma análise de impacto sobre as medidas de nascimento naquelas crianças expostas ao evento enquanto estavam no útero não encontrar efeito, mas se houver uma alteração na relação de meninos e meninas nascidos vivos, esta alteração sinaliza que houve um aumento de óbitos fetais (CATALANO; BRUCKNER, 2006).

O restante do artigo é dividido da seguinte maneira. A seção 2 apresenta informações sobre o Desastre em Brumadinho. A seção 3 apresenta uma breve discussão sobre os mecanismos que podem levar a uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos. A seção 4 traz a base de dados. A quinta seção discute a estratégia empírica. A seção 5 apresenta os resultados do artigo, e a seção 6 as considerações finais.

3.2 Desastre de Brumadinho como indutor de estresse

No dia 25 de janeiro de 2019, a barragem de rejeitos da mina Córrego do Feijão, em Brumadinho, Minas Gerais, rompeu fazendo com que seus rejeitos atingissem uma grande extensão de terras do município de Brumadinho antes de atingir as águas do rio Paraopeba. Quase trezentas pessoas morreram soterradas pela lama.

Imagens de satélite divulgadas pelo IBGE identificaram que além do município de Brumadinho, outros dezessete municípios localizados ao longo do curso do Rio Paraopeba foram atingidos pelos rejeitos da barragem

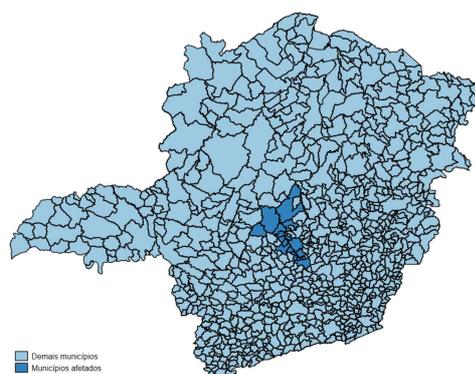
A Figura 1 mostra a área diretamente atingida pela lama de rejeitos até que alcançasse o leito do rio Paraopeba. Já a figura 2 apresenta os municípios que foram afetados pelos rejeitos via poluição das águas do rio.

Figura 1 – Área atingida



Fonte: IBGE

Figura 2 – Municípios afetados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Alguns estudos avaliam a extensão da tragédia ambiental, mostrando que do total da área atingida, mais de 50% era vegetação nativa, 19% ocupada por atividades de alta circulação de pessoas e 13% por atividades agropecuárias (PEIXOTO; ASMUS, 2020).

Além dos impactos ambientais e das morte diretas, um desastre da magnitude como foi o desastre de Brumadinho, causa impactos na saúde e principalmente na saúde mental das pessoas direta e indiretamente afetadas. (NOAL; RABELO; CHACHAMOVICH, 2019) destacam alguns fatores que contribuíram para que o desastre de Brumadinho tivesse forte impacto na saúde mental da população, como a magnitude do desastre, o alto número de pessoas diretamente afetadas, destruição de propriedades privadas e a contaminação do Rio Paraopeba, importante fonte de água para irrigação das lavouras, pesca e abastecimento de água da população.

Estudos posteriores ao desastre apontam o aumento de comportamentos negativos, como alcoolismo, violência doméstica, depressão, surtos psicóticos. Estes problemas de saúde mental foram mais concentrados no município de Brumadinho, mas se espalharam pelo municípios ao longo do leito do Rio Paraopeba. (MAYORGA, 2020a) ressalta que

estes efeitos negativos foram observados com gradações distintas entre os municípios atingidos.

3.3 Razão de Sexo dos nascidos vivos: Seleção no útero ou coorte afetada

A razão de sexo dos nascidos vivos é uma medida que sinaliza a saúde da coorte de nascidos vivos (INOUE; MIZOUE, 2022; JAMES; GRECH, 2018; DAVIS; GOTTLIEB; STAMPNITZKY, 1998). A razão de sexo pode ser calculada como o percentual de meninos nascidos vivos ou como o total de meninos nascidos vivos para cada cem meninas nascidas vivas. É uma medida que apresenta uma estabilidade ao longo do tempo e entre diferentes populações. O valor encontrado é viesado em direção aos meninos que representam aproximadamente 51% dos nascidos vivos (JAMES; GRECH, 2018; GRECH; MAMO, 2020; DAVIS; GOTTLIEB; STAMPNITZKY, 1998).

Diversos estudos analisam a redução na razão de sexo dos nascidos vivos que ocorrem após situações que aumentam o nível de estresse da população. Fukuda et al. (1998), Catalano, Yorifuji e Kawachi (2013), Torche e Kleinhaus (2012), Fukuda et al. (2018) e Hamamatsu et al. (2014) verificam uma redução na razão de sexo após a ocorrência de terremotos, Bruckner et al. (2019), Grech (2015) e Masukume et al. (2017) após ataques terroristas, Valente (2015), Dagnelie, Luca e Maystadt (2018), Ansari-Lari e Saadat (2002) e Zorn et al. (2002) em função de conflitos civis e guerras.

A associação entre exposição a choques negativos durante a gestação e redução na razão de sexo é explicada pelo aumento de óbitos fetais e embrionários masculinos. Esse aumento ocorre devido ao aborto espontâneos dos fetos masculinos mais frágeis (CATALANO; BRUCKNER, 2006; FORCHHAMMER, 2000). Portanto, um aumento na razão de sexo de abortos espontâneos ocasiona uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos.

A literatura aponta para dois possíveis mecanismos que atuam no sentido do aumento de óbitos fetais masculinos em situações adversas. Para facilitar a exposição dos argumentos das duas explicações da literatura, vale destacar que ambas se baseiam em uma distribuição hipotética da saúde fetal. Acredita-se que a curva de distribuição de fetos masculinos e femininos sejam separadas, com a curva masculina se apresentando deslocada para a esquerda, ou seja, os fetos masculinos são mais frágeis do que os fetos femininos. Outro ponto importante a destacar é que existe uma alta taxa de abortos espontâneos, mesmo em situações de normalidade e abundância de recursos durante a gestação. Esses abortos espontâneos não são aleatórios, ocorrem na cauda inferior da distribuição de saúde fetal. É um processo de seleção natural durante a gestação. Portanto, os nascidos vivos não são representativos de suas coortes de concepção, são positivamente selecionados. Existe, portanto, um limiar de sobrevivência fetal, para aqueles fetos que estiverem abaixo de uma linha de corte na distribuição de saúde, ocorrerá um aborto espontâneo.

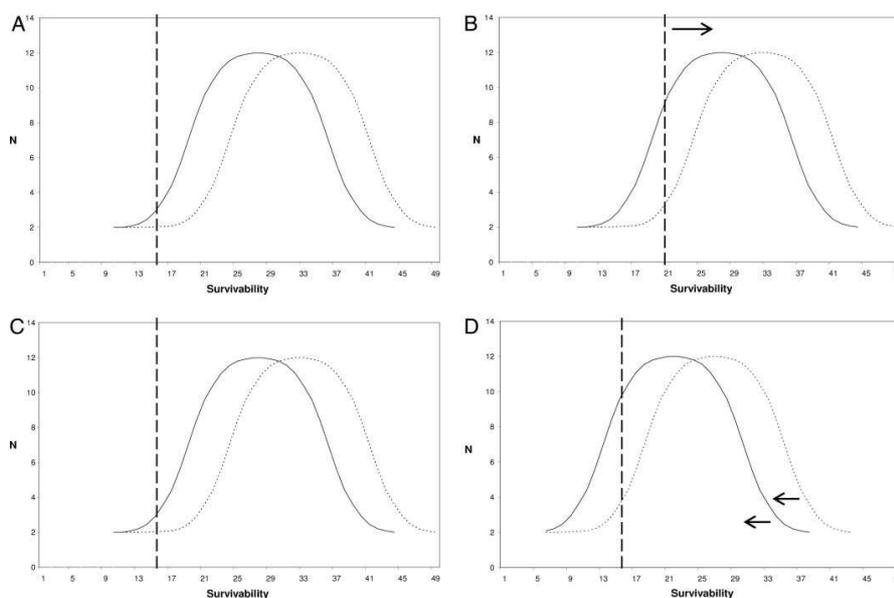
Com esse modelo de distribuição de saúde fetal e da linha de corte para a sobrevivência em mente, apresenta-se na sequência os dois possíveis mecanismos que reduzem a razão de sexo dos nascidos vivos em situações adversas. A primeira está relacionada à seleção natural no útero, que pode ser definida como o processo que encerra a gestação quando a mãe não possui recursos suficientes para prosseguir com a gestação (BRUCKNER; CATALANO, 2018). A resposta ao estresse durante a gestação se manifesta pela alteração na linha de sobrevivência fetal que se desloca para a direita, ou seja, o critério de tolerância materno para a sobrevivência dos fetos na cauda inferior da distribuição se torna mais rigoroso (CATALANO; BRUCKNER, 2006). Como são os fetos masculinos que representam a maior densidade na parte inferior da distribuição, esse deslocamento para a direita da linha de sobrevivência encerra a gestação de mais fetos masculinos do que femininos, aumentando a razão de sexo dos óbitos fetais e reduzindo a razão de sexo dos nascidos vivos.

Se esse mecanismo for o principal a agir para a redução da razão de sexo, a implicação é que a coorte de nascidos vivos apresente melhores resultados de nascimento e de saúde ao longo do ciclo de vida, pois o evento estressor selecionou os fetos mais fortes. Essa seleção positiva acontece com muito mais destaque para os meninos em relação às meninas que são pouco afetadas pela alteração do critério de tolerância materno.

A segunda explicação é apresentada pela teoria da origem fetal. De acordo com esta teoria, um evento negativo durante a gestação interage com a plasticidade embrionária e fetal, impactando negativamente do desenvolvimento intrauterino. De forma diferente da explicação anterior, não ocorre um deslocamento da linha de sobrevivência fetal, mas um deslocamento para a esquerda da distribuição de saúde. Mesmo que esse deslocamento ocorra para ambos os sexos, a fração de fetos masculinos abaixo da linha de sobrevivência aumenta em relação à fração de meninas, levando a um aumento dos óbitos fetais masculinos proporcionalmente maior do que os óbitos fetais femininos e como resultado desse processo uma redução na razão de sexo dos nascidos vivos. De forma oposta à explicação da seleção natural, o impacto é uma coorte de nascidos vivos com piores desfechos de nascimento e maiores problemas de saúde ao longo de ciclo de vida.

A figura 3 retirada do artigo de Catalano e Bruckner (2006) sintetiza essa discussão. Os gráficos A e C representam a situação de normalidade. A curva sólida é a distribuição de saúde dos meninos e a curva pontilhada das meninas. A linha vertical indica o limiar de sobrevivência fetal. A explicação da seleção natural é representada pela passagem do gráfico A para o gráfico B. Nota-se que a linha de sobrevivência se deslocou para a direita enquanto que as duas curvas de saúde permaneceram inalteradas. Já a explicação da origem fetal é representada na passagem do gráfico C para o gráfico D. A linha de sobrevivência permanece inalterada, enquanto que as curvas de distribuição de saúde se deslocam para a esquerda.

Figura 3 – Seleção no Útero vs Origem Fetal



Fonte: Catalano e Bruckner, 2006

Os dois mecanismos não são excludentes, podendo ocorrer simultaneamente. Não existe na literatura uma definição de qual vai predominar, sendo, portanto, necessária uma análise empírica. De forma resumida, se após a ocorrência de um choque negativo, e constatação da redução da razão de sexo, ocorrer uma melhora nos resultados de nascimento e saúde ao longo do ciclo de vida da coorte afetada, entende-se que a seleção natural no útero foi o principal mecanismo. Já se for observada uma piora nos indicadores de saúde da coorte afetada, conclui-se que o mecanismo proposto pela teoria da origem fetal prevaleceu.

Importante destacar, que grande parte dos trabalhos analisando o impacto de choques negativos no desenvolvimento fetal analisam apenas medidas de nascimento ou de saúde ao longo do ciclo de vida. A ausência de resultados significativos neste tipo de análise não significa ausência de impacto, pode ser que tenha havido um impacto na coorte atingida pelo choque, mas que os dois mecanismos atuem simultaneamente mascarando o efeito nas medidas observadas.

3.4 Dados

Para avaliar o impacto do rompimento da barragem de Brumadinho sobre a razão de sexo dos nascidos vivos e principais desfechos de nascimento, utiliza-se dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC). São utilizadas as informações do ano de 2011 a 2018, que englobam as crianças nascidas antes do rompimento da barragem, e portanto, não foram atingidas enquanto estavam no útero, e do ano de 2019, que representam os dados das crianças que estavam no útero no momento do rompimento da barragem. O

SINASC apresenta informações da data e local de nascimento da criança, fundamentais para definir a exposição ao choque, bem como informações sobre sexo da criança, peso ao nascer, tempo de gestação e algumas características da mãe.

A combinação das informações de data de nascimento e tempo de gestação permite inferir a data de concepção, que é utilizada para definir a exposição ao choque. Se a criança tiver sido concebida antes do rompimento da barragem e nascida após ela foi exposta ao choque durante o período de desenvolvimento intrauterino. Com o intuito de analisar a evolução da razão de sexo e o possível impacto do estresse gerado pelo rompimento da barragem, é importante que os períodos anteriores que servem como base de comparação do comportamento da razão de sexo sejam divididos em períodos igual ao período de exposição ao choque. Portanto, para aquelas crianças que nasceram antes do rompimento da barragem, foram criados grupos de crianças cuja data de nascimento ocorre dentro de períodos de nove meses contando para trás da data do rompimento da barragem.

Em análises de efeitos de choques durante a gestação é importante identificar o período da gestação em que ocorreu o choque. Adota-se duas divisões do período de gestação neste estudo. A primeira divide o período da gestação em dois. Sendo que a primeira metade compreende o período desde a concepção até vinte semanas, enquanto que a segunda metade corresponde ao período de mais de vinte semanas até o nascimento. A outra divisão se refere aos três trimestres de gestação. Portanto, se o choque ocorreu entre o momento da concepção e a décima terceira semana de gestação, define-se que o choque ocorreu no primeiro trimestre, no segundo trimestre se tiver ocorrido entre a décima terceira e vigésima sexta semana de gestação e no terceiro trimestre se tiver ocorrido após o vigésima sexta semana. Para cada divisão, foram criados grupos de crianças que nasceram antes do rompimento divididos em períodos de 140 dias e 90 dias, respectivamente.

Outro ponto importante na definição das crianças expostas é em relação ao município de residência no momento do choque. Conforme apresentado na seção anterior, além de Brumadinho, outros dezessete municípios sofreram com o impacto do deslocamento dos resíduos pela calha do rio Paraopeba. Um desses municípios é Betim, um município de grande porte, em que apenas uma pequena parcela do município foi afetada. Em função disso, esse município não é considerado como um município afetado pelo rompimento da barragem neste estudo. Dos municípios restantes, conforme destacado por (MAYORGA, 2020a) a intensidade do desastre foi percebida de forma diferente pelos moradores dos municípios. Em função disso, a análise é realizada com dois olhares sobre os municípios afetados. Na primeira considera-se todos os municípios afetados pelo rompimento da barragem e depois olha-se apenas para os municípios mais próximos à Brumadinho, e que sentiram os efeitos de forma mais forte.

A principal variável de interesse nesse artigo é a razão de sexo dos nascidos vivos. Essa variável é apresentada nesse artigo como a razão entre os meninos nascidos vivos

em relação ao total de nascidos vivos. Em grandes populações, essa razão apresenta uma certa estabilidade e é enviesada em direção aos meninos, ou seja, nascem mais meninos do que meninas, aproximadamente 51%.

No entanto, os municípios atingidos pelo rompimento da barragem de Brumadinho são municípios pequenos, apresentando um baixo número de nascidos vivos por ano. A tabela 9 apresenta a população em 2010 para cada um dos municípios, bem como o total de nascidos vivos para os anos de 2011 a 2019. O maior município é Pará de Minas com um pouco mais de oitenta e quatro mil habitantes e com uma média de nascidos vivos em torno de mil e cem por ano. Já o menor município em termos populacionais é Fortuna de Minas, com dois mil setecentos e cinco habitantes e um pouco mais de trinta nascidos vivos por ano. Na média de todos os municípios, são aproximadamente quatrocentos nascidos vivos por ano.

Tabela 9 – Municípios afetados, população e quantidade de nascidos vivos

Município	População em 2010	Nascidos Vivos								
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Brumadinho	33.973	462	446	435	485	508	438	438	402	465
Esmeraldas	60.271	829	829	958	1093	1119	1094	1211	1188	1146
Florestal	6.600	92	70	67	80	94	76	70	91	63
Igarapé	34.851	554	572	616	586	631	562	566	619	600
Juatuba	22.202	343	379	361	469	422	385	392	387	408
Mário Campos	13.192	199	202	238	210	242	212	208	238	203
Pará de Minas	84.215	1.109	1.076	1.122	1.201	1.196	1.118	1.138	1.161	1.115
São Joaquim de Bicas	25.537	373	388	377	415	393	371	420	371	453
Felixlândia	14.121	139	147	145	167	123	118	152	127	124
Curvelo	74.219	923	971	981	1028	1015	902	952	1021	995
Fortuna de Minas	2.705	36	31	25	35	30	35	32	40	30
Maravilhas	7.163	88	75	84	79	74	85	67	87	86
Papagaios	14.175	198	173	193	188	193	167	177	185	168
Paraopeba	22.563	276	274	341	283	327	274	305	285	343
Pequi	4.076	53	51	49	50	54	42	42	44	41
Pompéu	29.105	404	406	411	437	436	422	410	440	429
São José da Varginha	4.198	45	44	33	49	65	38	42	32	53

Fonte: IBGE, 2010; SINASC, 2011-2019

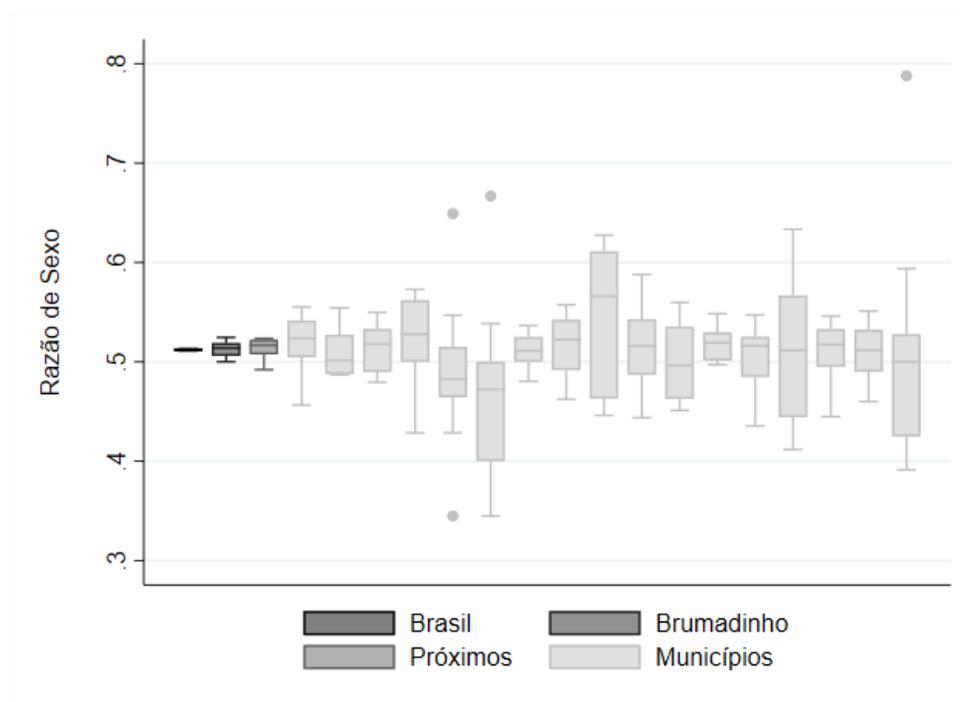
Devido ao baixo de número de nascidos vivos na maioria dos municípios afetados pelo rompimento da barragem, não é possível analisar o impacto separadamente em cada município. Em populações pequenas a razão de sexo tem uma oscilação natural muito alta sendo inviável identificar se determinada oscilação foi causada por um choque adverso.

Os três próximos gráficos deixam mais nítido o problema de analisar alterações na razão de sexo em pequenas populações. Os gráficos mostram a distribuição da razão de sexo entre 2011 e 2019 considerando as três divisões adotadas anteriormente, período inteiro da gravidez, períodos de 140 dias e períodos de 90 dias. São apresentadas as distribuições de todos os nascidos vivos no Brasil, depois para o conjunto agregado dos nascidos vivos nos dezessete municípios atingidos pelos rejeitos da barragem, seguido da

distribuição considerando apenas os municípios mais próximos à barragem. Por fim, são apresentadas as distribuições da razão de sexo para cada município individualmente.

O gráfico 4 mostra a distribuição da razão de sexo considerando o período de duzentos e setenta dias (período completo da gravidez). Nota-se que a distribuição do Brasil é muito concentrada em torno de 51%. Para o agregado de municípios atingidos pelo desaster a dispersão aumenta um pouco, o mesmo ocorrendo para o agregado de municípios mais próximos. Já as distribuições de cada município individualmente mostra um comportamento com uma grande variação ao longo do tempo.

Figura 4 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 270 dias



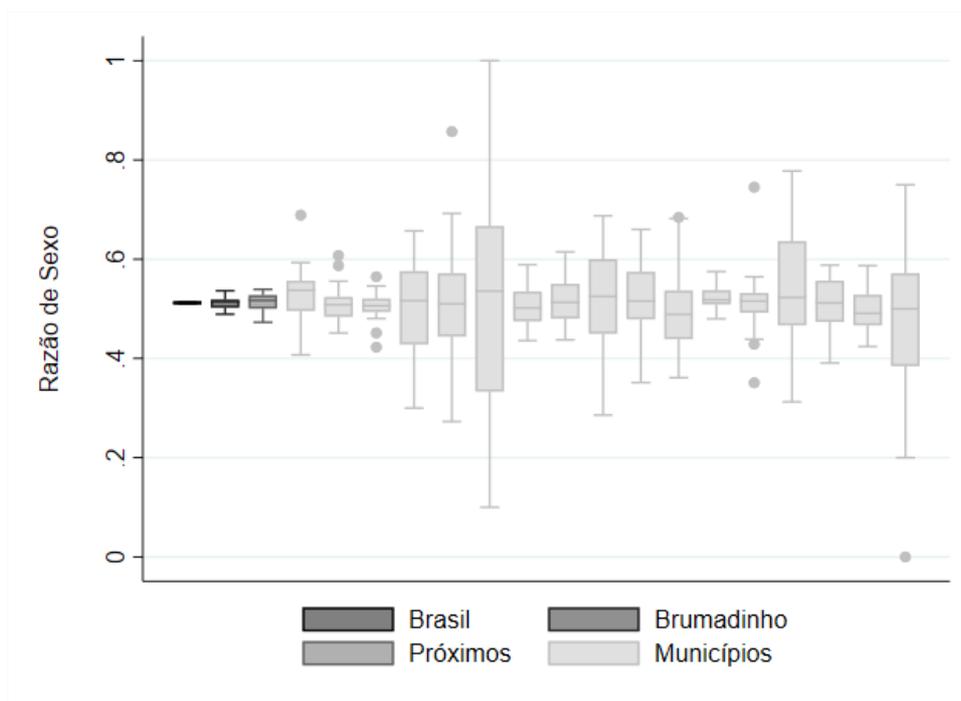
Fonte: SINASC, 2011-2019

Os gráficos 5 e 6 apresentam o mesmo tipo de análise do gráfico 4 alterando apenas a extensão do período analisado.

O interessante de focar nesses gráficos é que a razão de sexo varia muito pouco em grandes populações e oscila muito em populações pequenas. A conclusão é que não é possível analisar o impacto de um choque negativo durante a gestação na razão de sexo de populações pequenas, pois não é possível isolar o efeito do choque da variação natural nestas pequenas populações. Em função desses resultados, a análise é feita para o conjunto dos municípios afetados como um todo, e também para o conjunto dos municípios mais próximos ao rompimento da barragem.

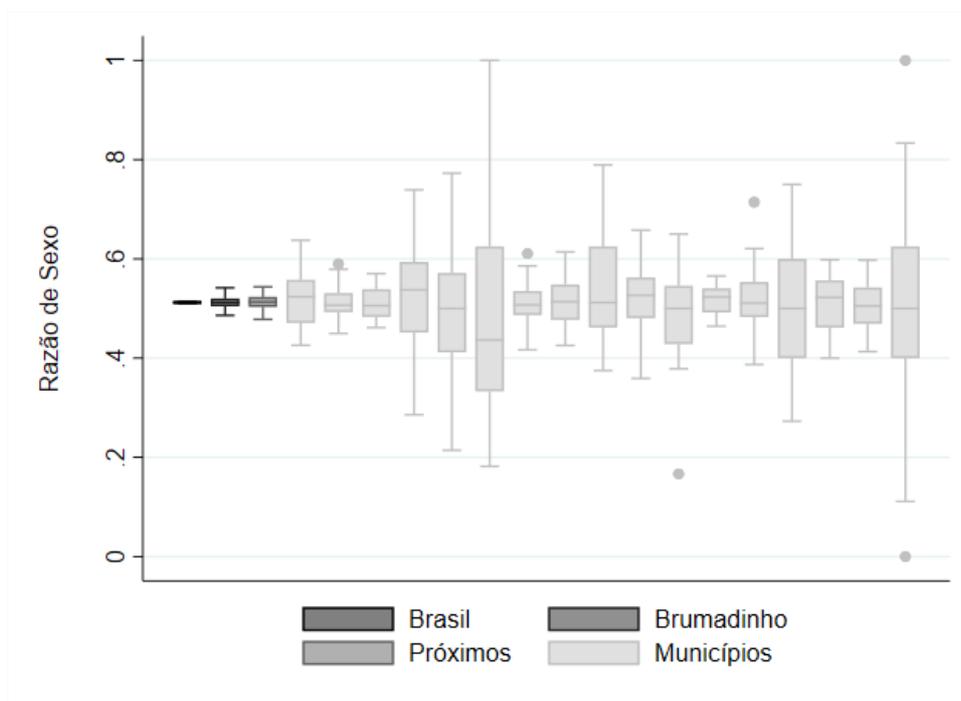
A Figura ?? apresenta a evolução da razão de sexo considerando períodos de 270 dias, o que corresponde aproximadamente ao período da gravidez. Nota-se uma variação da razão em torno do valor histórico da razão de sexo (0,51). A linha vertical pontilhada

Figura 5 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 140 dias



Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 6 – Distribuição da Razão de Sexo - Período de 90 dias



Fonte: SINASC, 2011-2019

representa o último período antes do rompimento da barragem. A subfigura 7 apresenta a evolução para o conjunto de todos os municípios afetados, enquanto que a figura 8

apresenta a evolução para os municípios mais próximos. É possível perceber, que mesmo com uma oscilação natural da razão de sexo e um baixo valor dessa razão quatro períodos antes do rompimento da barragem, o menor valor da série é justamente o período em que os nascidos vivos foram afetados pelo rompimento da barragem durante o período intrauterino.

Os gráficos apresentados na figura ?? apresentam a evolução da razão de sexo considerando períodos de 140 dias. Em períodos menores, a população de nascidos vivos também é menor, o que reflete em uma maior oscilação da razão de sexo em comparação com os gráficos anteriores. Novamente, mesmo com essa maior oscilação, o menor valor da série é observado para a coorte afetada pelo rompimento da barragem durante a gestação.

Por fim, os gráficos 11 e 12 mostram a evolução da razão de sexo para os períodos de noventa dias. Além da maior oscilação, dois pontos merecem destaque. Primeiro, no gráfico 11 o menor valor da série de razão de sexo ocorre antes do rompimento da barragem, alertando que o valor encontrado para os expostos durante o segundo trimestre de gestação pode ser apenas uma oscilação da razão de sexo. Segundo, no gráfico 12 é possível perceber que os dois primeiros trimestre da gestação exibem um valor mais baixo da razão de sexo em relação ao restante da série.

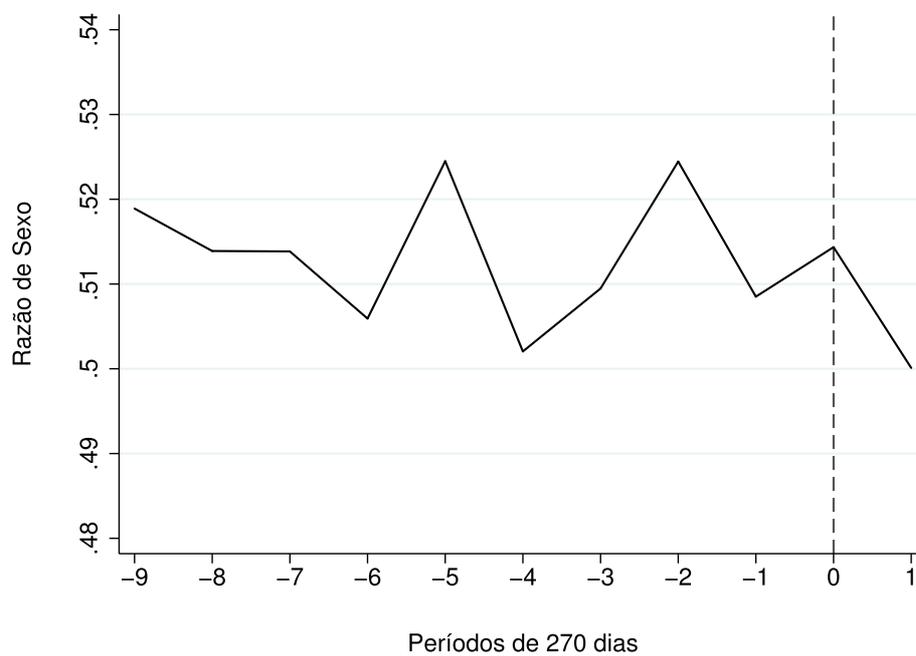
3.5 Estratégia Empírica

Os gráficos apresentados na seção anterior apontam para os principais desafios de identificar a relação causal entre o rompimento da barragem de Brumadinho e o efeito na razão de sexo. A oscilação natural da razão de sexo ao longo do tempo, principalmente quando se observa um número baixo de nascidos vivos, seja pelo tamanho populacional da área que se quer analisar ou pelo curto espaço de tempo, ou ainda por uma combinação dos dois fatores, é o principal desafio. Mesmo que o valor observado da razão de sexo pós rompimento da barragem seja o mais baixo da série temporal analisada, não é possível afirmar que essa redução foi causada pelos problemas decorrentes do rompimento da barragem.

O ideal nesse cenário seria observar o comportamento da razão de sexo para o conjunto de municípios atingidos pelo desastre de Brumadinho caso eles não tivessem sido afetados. Como essa situação não é possível, a alternativa é encontrar municípios com comportamento semelhante aos municípios atingidos nos períodos que antecedem o rompimento da barragem e verificar se a redução da razão de sexo observada nos municípios atingidos pelos rejeitos da lama da barragem também se observou nos outros municípios.

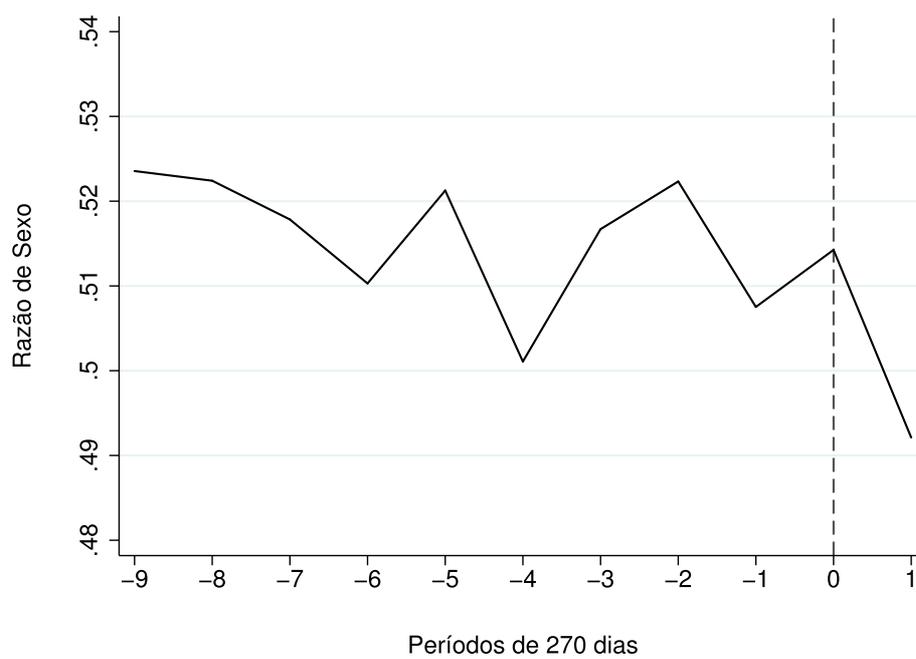
O método de diferenças em diferenças lida com esse tipo de situação ao comparar a diferença no valor da variável de resultado entre as unidades afetadas e um grupo de controle antes da ocorrência do choque ou política que se quer analisar com a diferença nessa mesma variável após a ocorrência do choque ou política. No entanto, para a utilização

Figura 7 – Evolução da Razão de Sexo - Período da Gravidez - Brumadinho



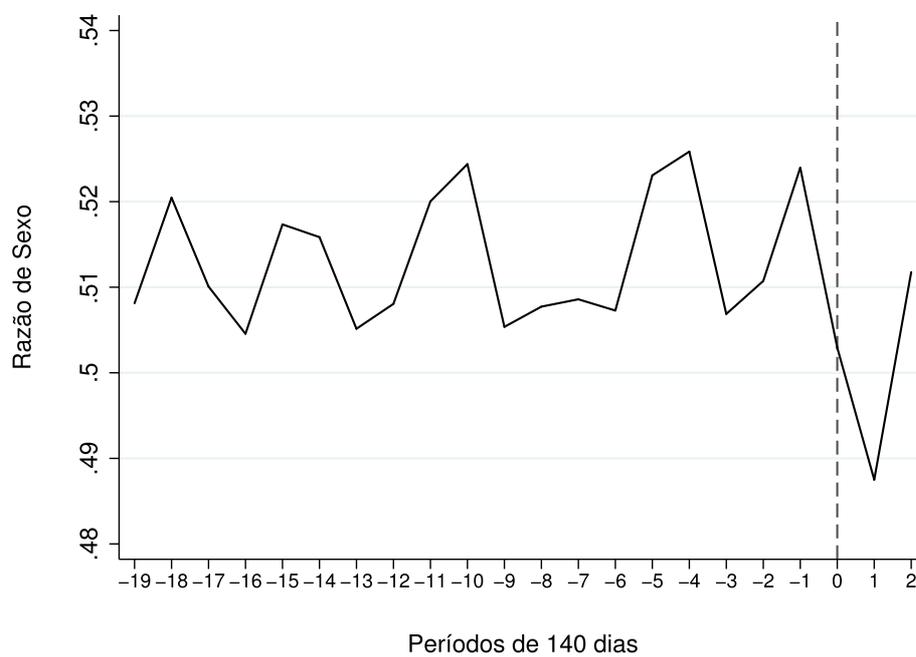
Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 8 – Evolução da Razão de Sexo - Período da Gravidez - Municípios próximos



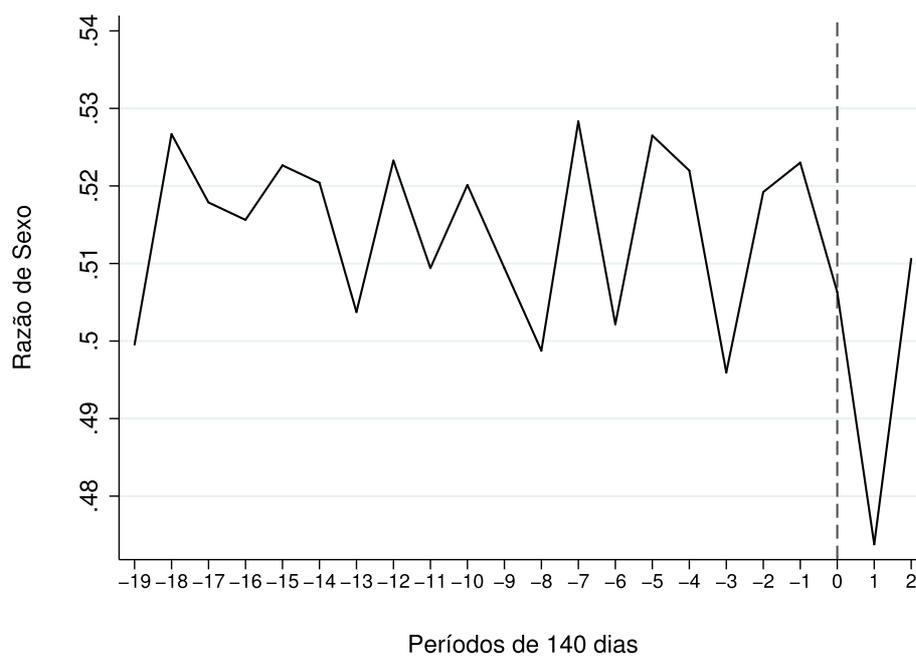
Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 9 – Evolução da Razão de Sexo - Metade da gravidez - Brumadinho



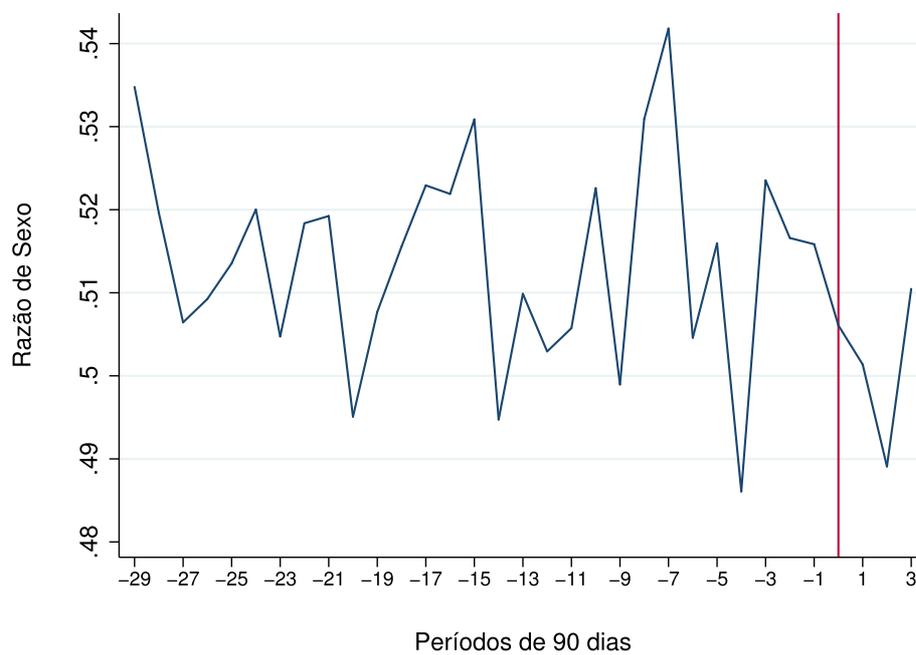
Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 10 – Evolução da Razão de Sexo - Metade da gravidez - Municípios próximos



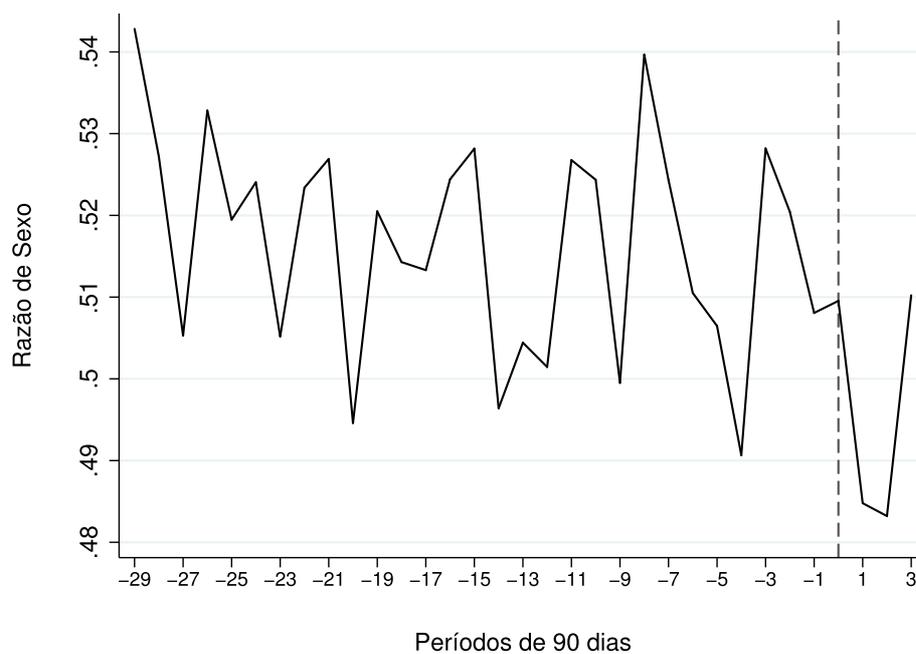
Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 11 – Evolução da Razão de Sexo - Trimestres da gravidez - Brumadinho



Fonte: SINASC, 2011-2019

Figura 12 – Evolução da Razão de Sexo - Trimestres da gravidez - Municípios próximos



Fonte: SINASC, 2011-2019

do método no cenário descrito neste artigo, dois problemas emergem. Primeiro, como abordado na seção de base de dados, o comportamento da razão de sexo em unidades com baixo número de nascidos vivos é muito instável, com uma oscilação muito elevada. Em função disso, é necessário agregar todos os municípios afetados em uma única unidade. No entanto, o método de diferenças não apresenta boas propriedades para analisar apenas uma unidade tratada.

O outro problema, reside na dificuldade de atender à principal hipótese do método de diferenças em diferenças, a hipótese de tendências paralelas. Para que a diferença observada entre o grupo de controle e a unidade tratada no período pós choque, é necessário que o comportamento da variável de resultado nos períodos anteriores ao choque apresentem uma evolução paralela. Devido ao comportamento da razão de sexo apresentar uma oscilação natural ao longo do tempo, é muito difícil encontrar municípios que apresentem uma oscilação semelhante.

Os dois problemas podem ser enfrentados utilizando a construção de uma unidade sintética. Abadie e Gardeazabal (2003) propõem um método de controle sintético para lidar com casos em que apenas uma unidade é afetada pelo fenômeno que se quer analisar e por um número pequeno de possíveis unidades de controle. Os autores propõem utilizar uma média ponderada das unidades de controle na tentativa de construir o resultado potencial da unidade tratada na ausência de tratamento. Se for possível encontrar essa unidade sintética, a diferença no resultado entre a unidade tratada e a unidade sintética no período pós tratamento é interpretada como o efeito causal do tratamento.

Uma série de artigos surgiram aplicando e aperfeiçoando o método de controle sintético. Mais recentemente, Arkhangelsky et al. (2021) propuseram utilizar o arcabouço do controle sintético e desenvolveram o método de diferenças em diferenças sintético.

Portanto, utiliza-se neste artigo o método de diferenças em diferenças sintético para estimar a relação causal entre o estresse causado nas gestantes em decorrência do rompimento da barragem de Brumadinho e redução observada na razão de sexo.

As estimações são aplicadas em seis especificações diferentes formadas pela combinação dos elementos de dois grupos. Um grupo se refere à definição dos municípios afetados, onde são utilizadas duas definições. Na primeira definição considera-se todos os municípios atingidos pelos rejeitos da barragem, enquanto que na segunda, apenas os nove municípios mais próximos. O outro se refere às três possibilidades de divisão do período gestacional. Utiliza-se o período todo da gestação, depois divide-se a gestação em duas metades e por fim em três trimestres.

Um ponto importante na aplicação em métodos que buscam construir uma unidade sintética é a definição das unidades candidatas a controle (*donor pool*). No caso específico deste artigo, conforme apresentado na seção sobre a base de dados, sabe-se que a razão de sexo apresenta uma alta variabilidade em municípios com uma quantidade baixa de

nascidos vivos. Esta alta variabilidade ao longo do tempo dificulta a identificação do efeito. Portanto, municípios com um número pequeno de nascidos vivos não são considerados como possíveis candidatos a controles. O número de nascidos vivos da unidade afetada depende tanto da definição da área afetada, todos os municípios ou apenas os mais próximos, como também da divisão do período gestacional adotada. A escolha do critério de corte dos municípios que compõem o grupo de controle baseia-se, portanto, no número de nascidos vivos. Para cada especificação citada acima, definiu-se que todo município que tiver um número de nascidos vivos igual ou superior a 80% do número de nascidos vivos da unidade tratada no primeiro período de tempo analisado é considerado no grupo de municípios candidatos a controle.

Outro ponto importante no método é a definição de quais variáveis serão utilizadas para a construção dos pesos da unidade sintética. É possível utilizar a própria variável de resultado defasada como também considerar algumas covariadas relevantes para a explicação da variável de resultado. No caso deste artigo, a razão de sexo, principal variável de interesse, é pouco explicada por variáveis de características das mães. Portanto, adota-se uma especificação apenas com as variáveis defasadas. Como a razão de sexo para a unidade tratada oscila ao longo do tempo analisado, a especificação vai utilizar defasagens para cada período do tempo.

Para verificar se os resultados encontrados são sensíveis ao critério de corte e dar mais robustez aos resultados encontrados, várias estimações com diferentes critérios de corte foram realizadas.

3.6 Resultados

3.6.1 Efeitos sobre a Razão de Sexo

Essa seção apresenta os principais resultados do artigo, a análise de possíveis efeitos do rompimento da barragem de Brumadinho sobre a razão de sexo dos nascidos vivos. A tabela 10 apresenta os resultados para as seis estimações, conforme apresentado na seção de estratégia empírica. Os resultados são expostos da seguinte maneira. As colunas (1) e (2) analisam o efeito do rompimento da barragem considerando o período da gravidez como um todo. Na coluna, (1) considera-se os nascidos vivos em todos os dezessete municípios atingidos pelos rejeitos da barragem como afetados pelo desastre, enquanto que na coluna (2) apenas os municípios mais próximos ao local de rompimento da barragem são considerados. Nas colunas (3) e (4) são apresentados os resultados das estimações com a divisão do período gestacional em dois, para todos os municípios atingidos e para os mais próximos, respectivamente. Por fim, utiliza-se a divisão em trimestres gestacionais nas colunas (5) e (6).

O resultado da coluna (1), apesar de apresentar um coeficiente negativo, não possui

significância estatística. Já analisando o efeito apenas nos municípios mais intensamente atingidos, coluna (2), nota-se uma redução na razão de sexo de quase dois pontos percentuais. Esse resultado corrobora a ideia de que em situações de estresse durante a gestação, a probabilidade de um nascido vivo ser menina aumenta devido ao maior número de abortos espontâneos de meninos. Portanto, ao comparar os dois resultados, destaca-se que a intensidade do estresse importa para a ocorrência do maior aumento de óbitos fetais masculinos.

As próximas duas colunas da tabela 10, colunas (3) e (4), analisam o efeito dividindo o período gestacional em dois. Apesar de não haver um consenso sobre o período mais sensível, alguns estudos encontram que a primeira metade da gestação é mais sensível (TORCHE, 2011; CATALANO et al., 2006). Os resultados encontrados neste artigo vão no mesmo sentido, apresentam evidências de uma redução na razão de sexo para a coorte afetada durante a primeira metade da gestação. Esse resultado ocorre mesmo quando todos os municípios afetados pelo rompimento da barragem são considerados. A magnitude do efeito é maior do que a magnitude encontrada na especificação considerando todo o período gestacional, dois pontos e meio percentuais na especificação com todos os municípios e quase cinco pontos percentuais para os municípios mais próximos. Essa maior magnitude é esperada, na medida em que essa especificação identifica melhor o período sensível ao choque. Como não se encontra resultado para a segunda metade da gestação, ao se analisar o período todo da gestação o efeito foi diluído. Importante destacar novamente o aumento do efeito da especificação com todos os municípios para a especificação com apenas os municípios mais próximos.

Nas colunas (5) e (6) são apresentados os resultados para a análise da divisão do período gestacional em três trimestres. Na coluna (5), onde são considerados todos os municípios, apenas durante o segundo trimestre de gestação encontra-se um efeito significativo do estresse causado pelo rompimento da barragem. O resultado indica uma redução de quase dois pontos percentuais na razão de sexo. Já os resultados da coluna (6) indicam uma redução da razão de sexo nos dois primeiros trimestres de mais de dois pontos percentuais. Os resultados destas duas especificações corroboram os resultados expostos nas colunas (3) e (4), de que os efeitos são mais sentidos no início e meio da gestação.

Importante comparar os resultados encontrados neste artigo com os resultados da literatura. É necessário enfatizar que existem os estudos que focam em choques que ocorrem de forma contínua ou ao longo de um determinado período de tempo e outros que focam em choques de evento único, como é o caso do presente artigo. Entre os estudos que analisam choques prolongados, Kemkes (2006) encontra uma redução de quase quatro pontos percentuais em função da Guerra Revolucionária da França (1792-1802), Valente (2015) reporta uma redução de quase dois pontos percentuais ao analisar conflitos civis no Nepal e Sanders e Stoecker (2011) estima uma redução de menos meio ponto percentual causada pela poluição do ar nos Estados Unidos.

Tabela 10 – Razão de Sexo

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0088 (0,0075)	-0,0184* (0,0098)				
1 ^a metade			-0,0250** (0,0120)	-0,0471*** (0,0152)		
2 ^a metade			-0,0002 (0,0116)	-0,0064 (0,0119)		
1 ^o trimestre					-0,0077 (0,0132)	-0,0377** (0,0148)
2 ^o trimestre					-0,0198* (0,0114)	-0,0243* (0,0146)
3 ^o trimestre					-0,0052 (0,0140)	0,0008 (0,0160)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Já considerando choques causados por eventos únicos, Peterka, Peterková e Likovský (2004) encontra uma redução de aproximadamente quatro pontos percentuais na razão de sexo após o desastre de Chernobyl e Torche (2011) reporta uma redução de quase seis pontos percentuais.

3.6.2 Seleção no útero ou origem fetal?

Na seção anterior foram apresentadas evidências de uma redução na razão de sexo em função do estresse causado pelo rompimento da barragem de Brumadinho. A redução se mostrou concentrada no início e meio da gestação, com mais intensidade naqueles municípios mais próximos ao local de rompimento da barragem. Nesta seção busca-se entender o principal mecanismo que explica essa redução. Impactos negativos em resultados de nascimento indicam que o principal canal de transmissão foi via o que preconiza a teoria da origem fetal, ou seja, a plasticidade do desenvolvimento fetal faz com que o feto se adapte à condição adversa levando a uma piora em alguns desfechos de nascimento. Já se forem observados impactos positivos sobre os desfechos de nascimento, o principal mecanismo que atuou na inversão da razão de sexo foi a seleção no útero. É importante ter em mente que estes dois possíveis mecanismos não são excludentes, podem atuar concomitantemente fazendo inclusive que nenhum efeito seja observado nos nascidos vivos, principalmente quando se olha para a média das medidas de nascimento.

Portanto, na sequência são apresentados resultados do impacto do rompimento

da barragem no peso ao nascer, probabilidade de nascer com baixo peso, tempo de gestação, probabilidade de nascer prematuro e crescimento intrauterino. Para cada uma destas medidas de nascimento são apresentados três conjuntos de resultados. Analisando o impacto nos nascidos vivos sem separação pelo sexo do nascido vivo, e analisando separadamente meninos e meninas

O primeiro desfecho de nascimento analisado é o peso ao nascer, principal característica de nascimento analisada na literatura. A tabela 27 apresenta as estimativas para todos os nascidos vivos, sem distinguir o sexo da criança. Nenhum resultado estatisticamente significativo foi encontrado. Este primeiro resultado indica que a coorte de nascidos vivos foi afetada simultaneamente pelos dois fenômenos. Interessante notar, que apesar dos coeficientes estimados não apresentarem significância estatística, percebe-se que o sinal é positivo nas estimações considerando todos os municípios e se torna negativo em quase todas as estimativas para o grupo de municípios mais próximos. Essa inversão do sinal alerta para uma possível influência da intensidade do choque para os resultados e mecanismos envolvidos.

Tabela 11 – Peso ao nascer

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	10,3558 (12,5916)	-11,4833 (18,9669)				
1ª metade			6,4833 (25,5558)	3,7458 (19,2389)		
2ª metade			5,7658 (18,7911)	-16,4129 (18,2552)		
1º trimestre					14,1598 (23,6537)	-2,6812 (19,5988)
2º trimestre					0,6305 (19,4857)	-13,2884 (19,1594)
3º trimestre					22,4683 (17,1436)	-0,4491 (20,3402)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

As próximas duas tabelas apresentam os resultados separados por sexo do nascido vivo. Novamente não se encontra nenhum resultado analisando o efeito apenas nos meninos. Mas interessante destacar que quase todos os coeficientes apresentados possuem valores negativos, com exceção dos dois coeficientes relativos ao terceiro trimestre, indicando uma possível maior sensibilidade dos meninos. Já na tabela 13, que apresenta os resultados

para as meninas, encontra-se um efeito positivo no peso ao nascer quando se olha para o conjunto de todos os municípios afetados e todo o período da gravidez (coluna 1). Esse resultado é uma primeira evidência de que as meninas podem ser mais impactadas pela seleção no útero do que pelo deslocamento da curva de saúde para a esquerda, que representaria uma piora na saúde da coorte.

Tabela 12 – Peso ao nascer - meninos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-8,2867 (19,8377)	-16,9520 (21,8327)				
1 ^a metade			-14,5309 (37,4340)	-14,4971 (26,3599)		
2 ^a metade			-15,2881 (21,0864)	-7,5783 (23,1188)		
1 ^o trimestre					-19,0278 (32,4648)	-21,4657 (29,0980)
2 ^o trimestre					-11,3454 (24,5260)	-29,6962 (22,2610)
3 ^o trimestre					5,3140 (20,6977)	6,0515 (26,7736)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Além de olhar para o peso médio ao nascer, é importante analisar também a probabilidade da criança nascer com baixo peso. Analisar o impacto no baixo é importante pois é possível que na média o efeito não seja muito perceptível ou que o efeito se concentre na cauda inferior da distribuição. Portanto, nas próximas três tabelas são apresentadas as estimativas para o impacto no peso ao nascer. No Apêndice 1 são apresentados os gráficos de densidade do peso ao nascer, comparando o peso antes do choque e após o choque. Apesar das curvas serem muito parecidas, é possível notar que a cauda inferior das crianças afetadas pelo rompimento da barragem é um pouco mais densa, indicando que o efeito negativo é mais concentrado nessa parte da distribuição.

Na tabela 28 nota-se um aumento na probabilidade de se nascer com baixo peso para aquelas crianças que estavam no terceiro trimestre de formação intrauterina e residiam nos municípios mais próximos ao rompimento da barragem. Apesar de ser um resultado relevante, este resultado não ajuda a entender o mecanismo que levou a uma redução da razão de sexo apresentada na seção anterior, pois não se encontra efeito na razão de sexo para os afetados durante o terceiro trimestre de gestação.

Tabela 13 – Peso ao nascer - Meninas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	25,0332* (13,4929)	-17,3648 (23,9579)				
1 ^a metade			25,1943 (27,9764)	20,1524 (24,6650)		
2 ^a metade			21,9364 (23,7469)	-9,2030 (22,0156)		
1 ^o trimestre					36,7373 (26,4958)	11,8873 (24,6901)
2 ^o trimestre					14,9658 (25,1279)	5,3288 (31,7848)
3 ^o trimestre					20,8245 (21,7865)	-11,1127 (32,2428)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 14 – Baixo peso ao nascer

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,0031 (0,0069)	0,0103 (0,0076)				
1 ^a metade			0,0028 (0,0105)	0,0080 (0,0094)		
2 ^a metade			-0,0005 (0,0067)	0,0115 (0,0079)		
1 ^o trimestre					-0,0043 (0,0086)	0,0084 (0,0112)
2 ^o trimestre					-0,0032 (0,0088)	0,0078 (0,0099)
3 ^o trimestre					0,0070 (0,0075)	0,0182* (0,0099)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Já quando se analisa os meninos de forma isolada, os resultados contribuem para um melhor entendimento do principal mecanismo que atua na redução da razão de sexo. Na tabela 15 nota-se um aumento na probabilidade de se nascer com baixo peso para os meninos afetados durante o segundo trimestre de desenvolvimento intrauterino. O

aumento na probabilidade foi de quase dois pontos percentuais considerando a totalidade dos municípios, coluna (5), e de um pouco mais de dois pontos e meio para os municípios mais próximos, coluna (6). Os resultados indicam um maior efeito do deslocamento negativo da distribuição de saúde para os meninos em comparação com a seleção no útero. Esse resultado se mostra de maneira mais clara na cauda inferior da distribuição. Portanto, não necessariamente ocorreu um deslocamento de toda a distribuição, é mais provável que a distribuição tenha ficado menos concentrada, apenas com a cauda inferior se deslocando para a esquerda.

Tabela 15 – Baixo peso ao nascer meninos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,0115 (0,0076)	0,0113 (0,0084)				
1ª metade			0,0202 (0,0129)	0,0177 (0,0112)		
2ª metade			0,0096 (0,0082)	0,0081 (0,0095)		
1º trimestre					0,0051 (0,0118)	0,0076 (0,0147)
2º trimestre					0,0175* (0,0096)	0,0241** (0,0113)
3º trimestre					0,0012 (0,0091)	0,0077 (0,0116)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Os resultados da análise isolada para as meninas são apresentados na tabela 16. O resultado é semelhante ao encontrado na tabela 28, com um aumento na probabilidade de nascimento com baixo se manifestando nas meninas afetadas no terceiro trimestre. Interessante destacar que ao comparar os resultados da tabela 15 e 16, nota-se que os efeitos se manifestam em momentos distintos do período da gravidez. Enquanto que para os meninos o início e meio da gravidez é um período mais sensível, para as meninas isso ocorre na fase final da gravidez.

Além da análise sobre o peso ao nascer, também verificou-se se o rompimento da barragem teve impacto no tempo de gestação, na probabilidade de nascimento prematuro e no crescimento intrauterino. Não foram encontrados resultados significativos para essas medidas. Isso reforça a ideia de atuação dos dois mecanismos na redução da razão de sexo. As tabelas com esses resultados são apresentadas no Apêndice 2.

De uma forma geral, o único resultado com estimativas significativas que ajudam

Tabela 16 – Baixo peso ao nascer meninas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0033 (0,0079)	0,0097 (0,0101)				
1 ^a metade			-0,0110 (0,0132)	-0,0087 (0,0131)		
2 ^a metade			0,0001 (0,0103)	0,0110 (0,0112)		
1 ^o trimestre					-0,0071 (0,0108)	-0,0067 (0,0151)
2 ^o trimestre					-0,0150 (0,0102)	-0,0147 (0,0136)
3 ^o trimestre					0,0113 (0,0112)	0,0341** (0,0141)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

a entender o mecanismo que atua na redução da razão de sexo é a probabilidade de baixo peso ao nascer nos meninos. Portanto, fica claro que os dois mecanismos atuam na redução da razão de sexo. Mas que encontra-se evidência de um aspecto pouco destacado na literatura, um choque negativo não necessariamente desloca toda a distribuição de saúde. Pode ocorrer um deslocamento mais acentuado na cauda inferior, ocasionando um aumento na dispersão da distribuição de saúde.

3.7 Análise de Robustez

Os resultados encontrados anteriormente indicam que o rompimento da barragem impactou a razão de sexo, com uma redução na proporção de meninos nascidos vivos. O critério de seleção dos municípios para compor o grupo de controle foi baseado no número de nascidos vivos. No entanto, o limite de corte é uma decisão arbitrária do pesquisador. É importante verificar a sensibilidade dos resultados a essa escolha. Portanto, nessa seção realiza-se uma série de estimações alterando esse conjunto para se ter uma ideia da sensibilidade dos resultados encontrados. Ainda para buscar uma maior robustez dos resultados, foi utilizado adicionalmente o método de controle sintético. Para cada especificação e limite de corte utilizando o método de diferenças em diferenças sintético, apresenta-se os resultados estimando pelo método de controle sintético.

Outra forma de obter uma maior confiabilidade dos resultados é realizar testes de placebo, criando uma data fictícia para o choque. Especificamente neste artigo, o maior desafio é mimetizar a oscilação natural da razão de sexo. Pela análise dos gráficos ??, ??

e ?? nota-se que, em um período próximo ao rompimento da barragem, a razão de sexo atingiu valores muito próximos aos valores observados pós choque, principalmente para as especificações que consideram todo o período gestacional e para aquelas que utilizam os trimestres de gestação. Para obter uma maior confiança de que o resultado encontrado foi causado pelo estresse provocado pelo rompimento da barragem e não apenas uma coincidência da razão de sexo ter oscilado para baixo no mesmo momento, estima-se uma série de testes de placebo reduzindo a data do choque.

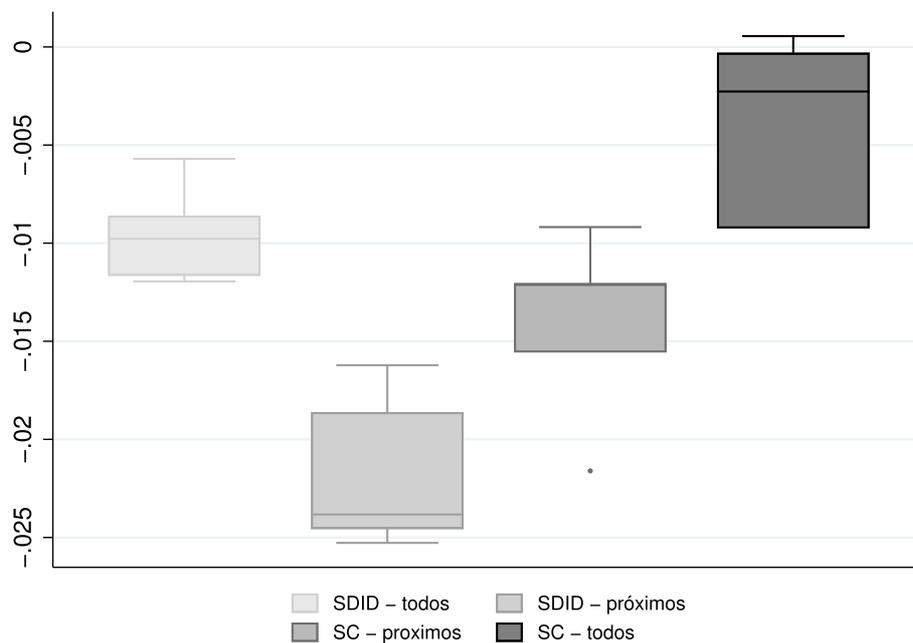
Primeiro são apresentados os resultados para a robustez alterando o limite de corte baseado no número de nascidos vivos e utilizando adicionalmente o método de controle sintético. Na figura 13 são apresentados os resultados para a análise de robustez considerando todo o período gestacional. Para resumir os resultados, apresenta-se a distribuição das estimativas para cada especificação, método de diferenças em diferenças sintético para todos os municípios e apenas para os mais próximos e método do controle sintético para todos os municípios e apenas os mais próximos. É possível notar, que, para as duas especificações utilizando o método de diferenças em diferenças todas as estimativas apresentam coeficientes negativos. O mesmo ocorre para o método de controle sintético aplicado apenas para os municípios mais próximos. O método de controle sintético aplicado para todos os municípios apresenta as estimativas com valores mais próximos de zero, inclusive com estimativas na cauda superior apresentando valores positivos. De uma forma geral os resultados mostram que as estimativas para os municípios mais próximos ao rompimento da barragem são robustas às mudanças no limite de corte dos municípios pelo número de nascidos vivos.

Mas além de olhar para a variabilidade das estimativas, é preciso analisar a significância estatística destas estimativas. Na figura 14 apresenta-se o percentual das estimativas que apresentaram coeficientes significativos a 10%. As estimativas considerando todos os municípios foram todas não significativas. Já quando se olha apenas para os municípios mais próximos, observa-se que quase a totalidade das estimativas utilizando o método de diferenças em diferenças sintético apresenta coeficientes significativos, enquanto que apenas 15% das estimativas com o método de controle sintético.

Os próximos dois gráficos apresentam a análise de robustez para as especificações considerando as duas metades da gestação. Para a primeira metade, todas as estimativas apresentam valores negativos. As estimativas para os municípios mais próximos ao local da barragem apresentam uma menor variabilidade, indicando que são menos sensíveis à definição dos municípios de controle.

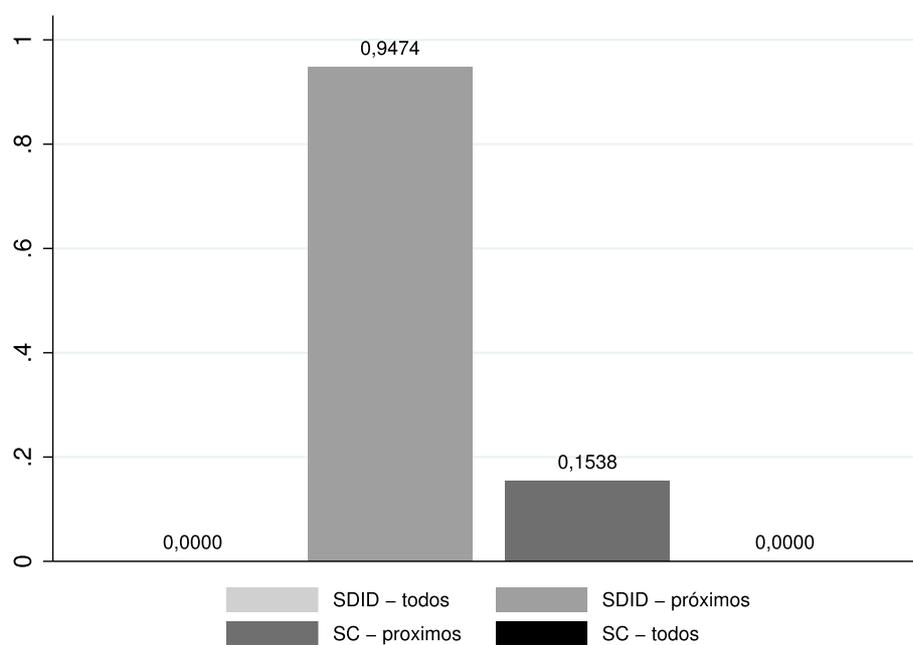
Considerando o nível de significância, os resultados mostram que para os municípios próximos o percentual de estimativas com significância a 10% atinge quase 85% nas estimativas pelo método de diferenças em diferenças e 100% pelo método de controle sintético.

Figura 13 – Robustez gravidez



Fonte: Elaborado pelo autor.

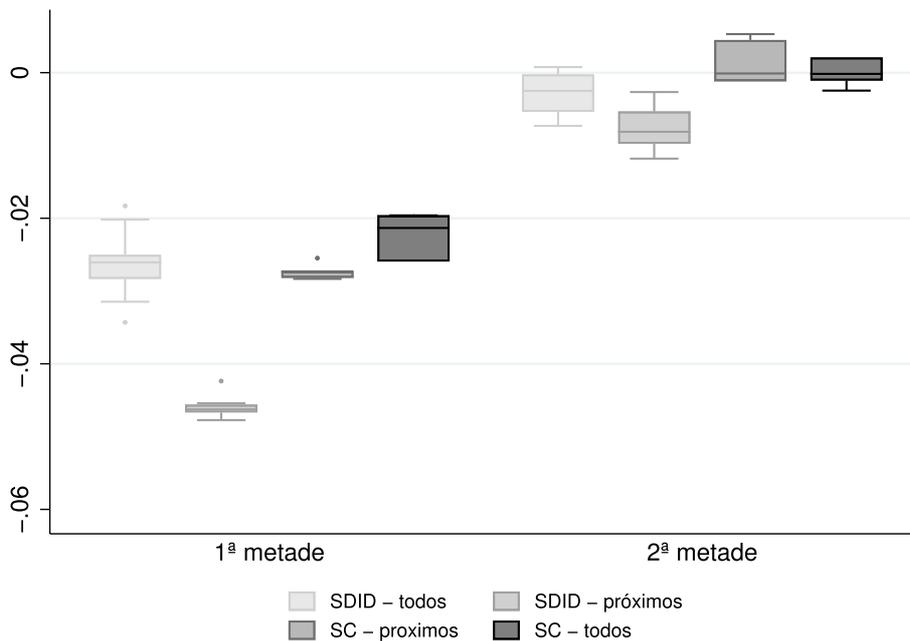
Figura 14 – Robustez gravidez - nível de significância



Fonte: Elaborado pelo autor.

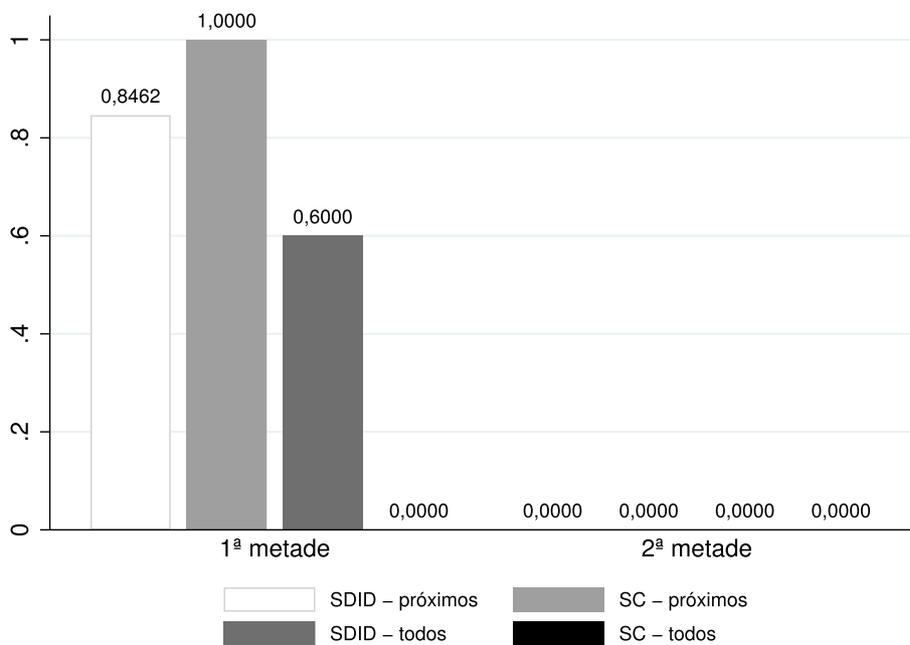
Os dois próximos gráficos trazem os resultados dos testes de robustez para a divisão do período gestacional em trimestres. O gráfico 17 mostra a distribuição dos coeficientes

Figura 15 – Robustez - 2 períodos gestacionais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Robustez - 2 períodos gestacionais - nível de significância

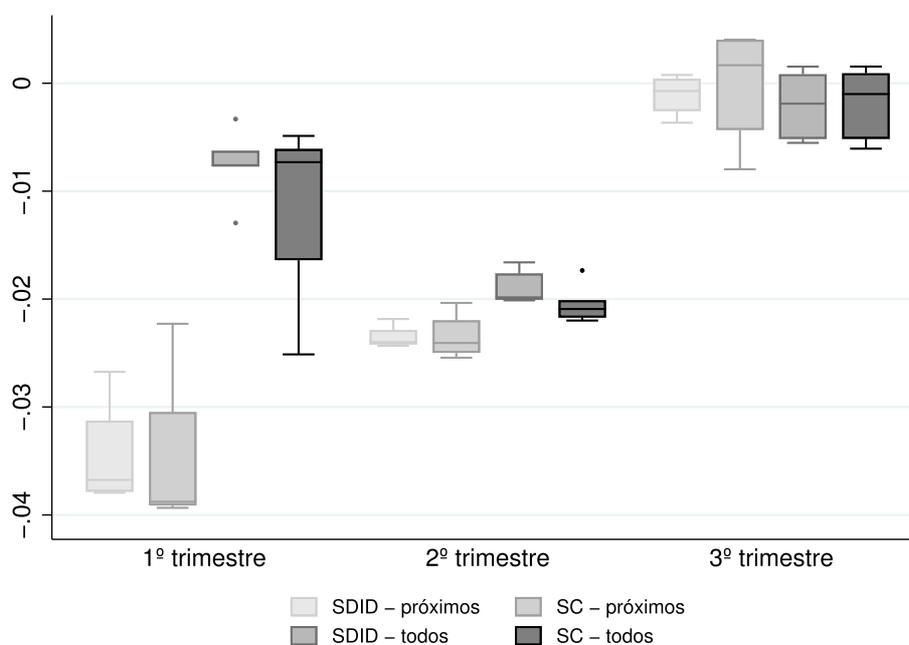


Fonte: Elaborado pelo autor.

estimados. Os resultados do primeiro trimestre mostram uma diferença grande entre as magnitudes das estimativas para o grupo de municípios mais próximos em comparação

com todos os municípios afetados. Para as estimativas do segundo trimestre, notas-se uma menor sensibilidade dos resultados à variações no critério de seleção dos municípios de controle. Já para o terceiro trimestre, as estimativas são todas próximas a zero.

Figura 17 – Robustez trimestres



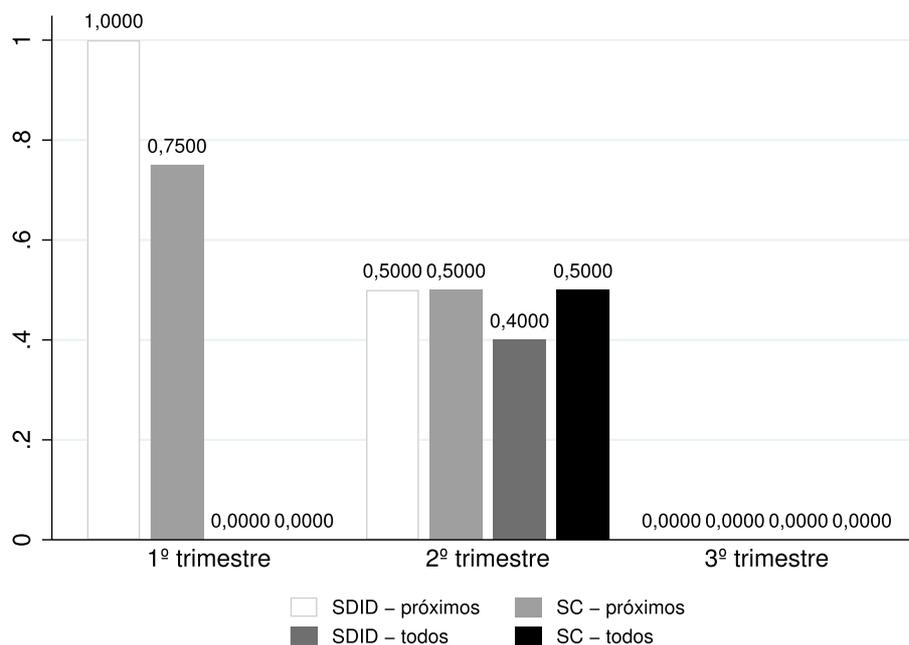
Fonte: Elaborado pelo autor.

O nível de significância das estimativas do gráfico anterior indica que os resultados encontrados para o primeiro trimestre de gestação quando se considera apenas os municípios mais próximos apresentam significância de 100% no método de diferenças em diferenças sintético e de 75% no método de controle sintético. Os resultados para o segundo trimestre são menos robustos apresentado 50% de significância em todas as estimações. Por fim, o terceiro trimestre não apresenta nenhuma estimativa significativa, o que evidencia a ausência de efeito no final da gestação.

Os próximos exercícios se referem à estimação de placebos com o intuito de verificar se a redução observada na razão de sexo no período pós choque pode ser interpretada como um efeito causal do rompimento da barragem ou apenas uma redução devido à oscilação natural da razão e que coincidiu com o rompimento da barragem. Estima-se, portanto, testes alterando a data do choque para datas anteriores ao choque, ou seja, criando-se choques placebos. Se os resultados destas estimativas forem não significativas, entende-se que os resultados encontrados neste artigo apontam para uma relação causal entre o rompimento da barragem e a redução da razão de sexo.

Foram estimadas uma série de placebos da seguinte maneira. Para cada uma das seis especificações regressiu-se no tempo até a metade do número de períodos de tempo

Figura 18 – Robustez trimestres - nível de significância



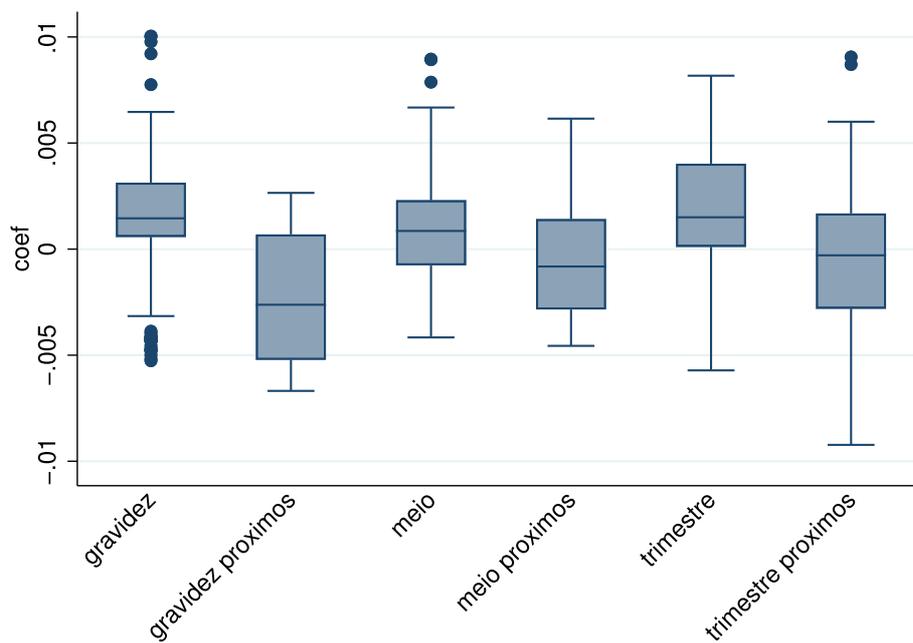
Fonte: Elaborado pelo autor.

pré choque. Por exemplo, quando se considera a gravidez como um todo, existem dez períodos pré choque. Portanto, foram criados cinco choques placebo, considerando um choque placebo no período anterior ao choque real, depois com dois períodos anteriores, e assim sucessivamente até o quinto período anterior ao choque. Para cada um desses placebos, foram estimadas regressões com todos os critérios de corte utilizados na robustez apresentada anteriormente.

O gráfico apresentado na figura 19 indica que para todas as seis especificações os valores estimados dos placebos se encontram perto de zero. Esse resultado indica que a redução observada na razão de sexo no período após o rompimento da barragem foi causada de fato pelo efeitos negativos do desastre.

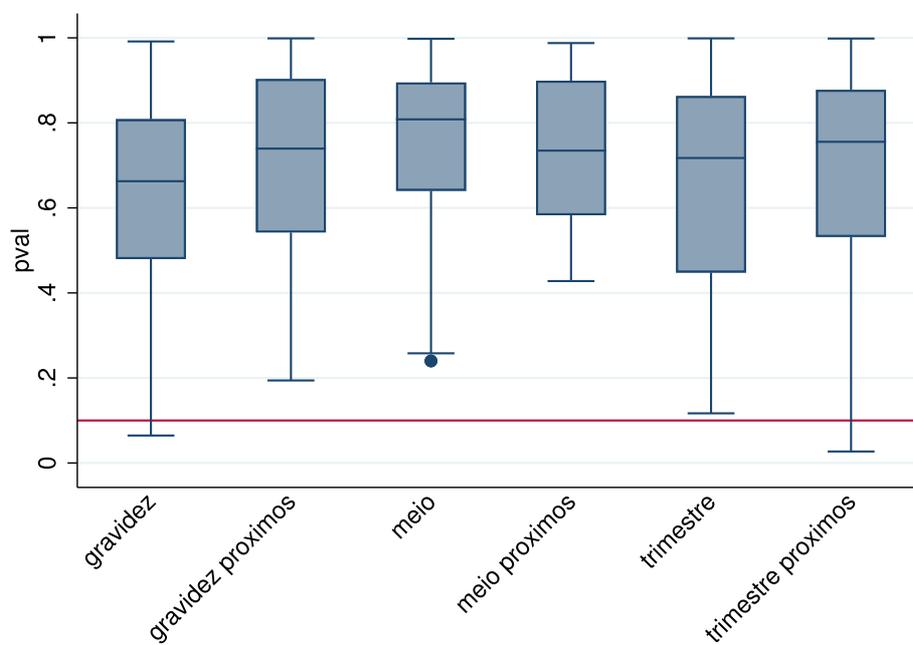
Para confirmar a ausência de efeitos nos testes placebo, no gráfico 20 são apresentados a distribuição dos p-valores das estimativas para cada especificação. A linha horizontal traçada no gráfico representa o limite de 10% do p-valor. Nota-se que apenas para a especificação de todo o período de gravidez e todos os municípios e para a especificação considerando trimestres de gestação e municípios próximos é que existem p-valores abaixo do limite. Para a especificação do período da gravidez foram encontradas três estimativas com p-valor abaixo de 0,10, o que representa 2,38% de todas as estimativas para esta especificação. Já para a especificação de trimestres apenas uma estimativa apresentou p-valor inferior a 0,10, representando 1,56% das estimativas.

Figura 19 – Robustez trimestres - nível de significância



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 20 – Robustez trimestres - nível de significância



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.8 Considerações Finais

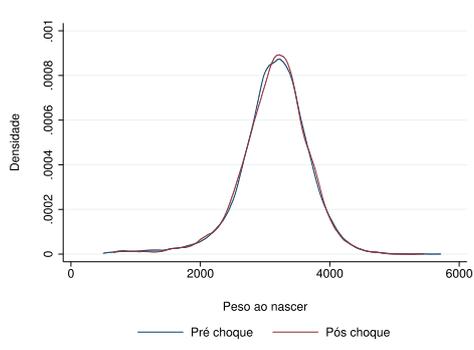
Os recentes casos de rompimento de barragens no Brasil trazem uma preocupação para além dos efeitos ambientais. A saúde da população atingida sofre efeitos negativos, tanto no que se refere à saúde física quanto à saúde mental.

Os resultados do artigo trazem evidências de um impacto negativo na razão de sexo da coorte de nascidos vivos afetadas pelo rompimento da barragem de Brumadinho durante a gestação. Reduções na razão de sexo são um sinal de problemas de saúde da mãe durante a gestação e são causadas pelo aumento de óbitos fetais masculino. Dois possíveis mecanismos atuam no aumento dos óbitos fetais masculinos. Por um lado pode ocorrer um deslocamento das condições de saúde dos fetos, sendo que um número maior de fetos masculinos ficam abaixo da linha de sobrevivência. Com isso, o resultado é um aumento dos óbitos masculinos e uma piora na saúde dos nascidos vivos. Por outro lado, argumenta-se que a distribuição de saúde dos fetos permanece constante, e a linha de sobrevivência é que se desloca. Dessa forma, novamente os fetos masculinos mais frágeis não sobrevivem, mas a coorte sobrevivente é positivamente selecionada. Os resultados do artigo indicam que ambos mecanismos atuam na redução da razão de sexo.

Importante destacar, que grande parte dos trabalhos que investigam o impacto de choques negativos no desenvolvimento fetal analisam apenas medidas de nascimento ou de saúde ao longo do ciclo de vida. A ausência de resultados significativos neste tipo de análise não significa ausência de impacto, pode ser que tenha havido um impacto na coorte atingida pelo choque, mas que os dois mecanismos atuem simultaneamente mascarando o efeito nas medidas observadas. Portanto, destaca-se a importância de analisar o efeito de choques negativos na razão de sexo.

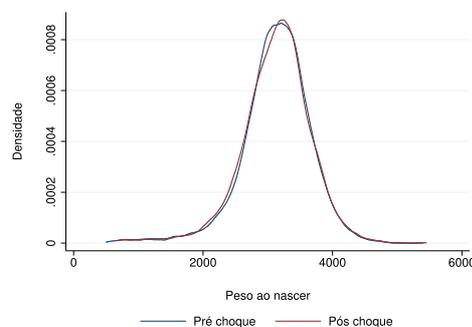
3.9 Apêndice 1

Figura 21 – Peso ao nascer



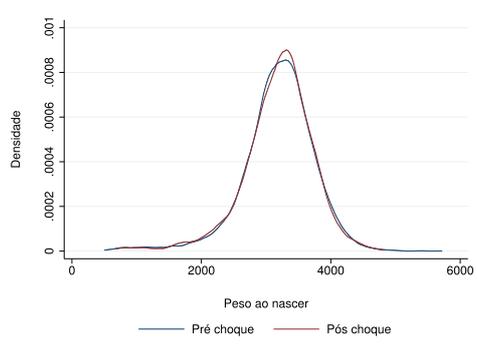
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22 – Peso ao nascer - municípios próximos



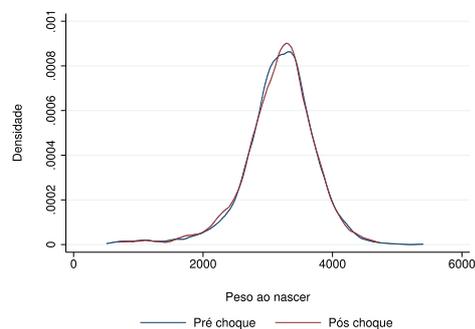
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 23 – Peso ao nascer



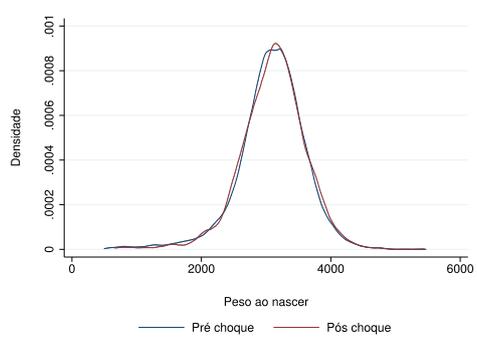
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 24 – Peso ao nascer - municípios próximos



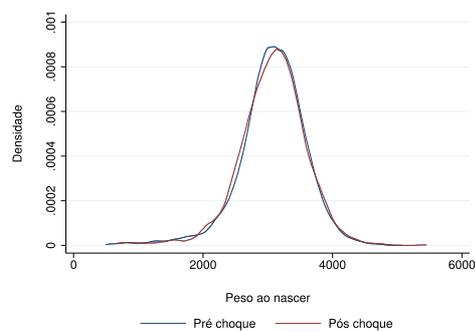
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 25 – Peso ao nascer



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 26 – Peso ao nascer - municípios próximos



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.10 Apêndice 2

Tabela 17 – Tempo de gestação

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,0170 (0,1133)	0,0055 (0,1756)				
1ª metade			0,0825 (0,1025)	-0,0358 (0,2264)		
2ª metade			0,0337 (0,0940)	-0,0279 (0,1335)		
1º trimestre					0,0735 (0,1540)	0,0311 (0,2080)
2º trimestre					0,0447 (0,1247)	0,1357 (0,1834)
3º trimestre					-0,0043 (0,1031)	0,0323 (0,1757)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 18 – Tempo de gestação meninos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0303 (0,1301)	0,0623 (0,1913)				
1ª metade			0,0152 (0,1180)	-0,0358 (0,2406)		
2ª metade			-0,0027 (0,0942)	0,0024 (0,1401)		
1º trimestre					-0,0017 (0,1576)	0,0629 (0,2120)
2º trimestre					-0,1064 (0,1396)	0,0877 (0,2227)
3º trimestre					-0,0550 (0,1125)	0,0745 (0,1844)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 19 – Tempo de gestação meninas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,0292 (0,1084)	-0,0639 (0,1737)				
1ª metade			0,0866 (0,1115)	-0,0118 (0,2252)		
2ª metade			0,0445 (0,1128)	-0,0567 (0,1549)		
1º trimestre					0,0366 (0,1740)	-0,0083 (0,2339)
2º trimestre					0,1014 (0,1503)	0,1349 (0,2282)
3º trimestre					0,0594 (0,1172)	-0,0135 (0,1923)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 20 – Prematuro

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0082 (0,0217)	0,0058 (0,0159)				
1ª metade			-0,0087 (0,0213)	0,0010 (0,0178)		
2ª metade			-0,0014 (0,0191)	0,0099 (0,0140)		
1º trimestre					-0,0130 (0,0283)	-0,0074 (0,0247)
2º trimestre					-0,0066 (0,0251)	-0,0056 (0,0245)
3º trimestre					0,0078 (0,0185)	0,0130 (0,0159)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 21 – Prematuro meninos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0093 (0,0241)	-0,0019 (0,0178)				
1 ^a metade			-0,0149 (0,0239)	-0,0059 (0,0207)		
2 ^a metade			0,0001 (0,0188)	0,0017 (0,0164)		
1 ^o trimestre					-0,0185 (0,0298)	-0,0189 (0,0285)
2 ^o trimestre					0,0013 (0,0263)	0,0000 (0,0270)
3 ^o trimestre					0,0115 (0,0182)	0,0091 (0,0180)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 22 – Prematuro meninas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,0079 (0,0212)	0,0115 (0,0165)				
1 ^a metade			-0,0176 (0,0226)	0,0006 (0,0201)		
2 ^a metade			-0,0106 (0,0208)	0,0143 (0,0173)		
1 ^o trimestre					-0,0143 (0,0288)	-0,0069 (0,0268)
2 ^o trimestre					-0,0221 (0,0264)	-0,0120 (0,0273)
3 ^o trimestre					-0,0020 (0,0202)	0,0199 (0,0198)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 23 – Crescimento intrauterino

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,0925 (0,3593)	-0,2819 (0,6226)				
1 ^a metade			-0,0445 (0,6349)	0,0820 (0,6127)		
2 ^a metade			0,0424 (0,5109)	-0,1037 (0,4950)		
1 ^o trimestre					-0,0728 (0,5578)	-0,0119 (0,6237)
2 ^o trimestre					-0,3356 (0,5700)	-0,4854 (0,5985)
3 ^o trimestre					0,2761 (0,4052)	0,1687 (0,6308)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 24 – Crescimento intrauterino meninos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	-0,5201 (0,4752)	-0,5408 (0,6961)				
1 ^a metade			-0,5382 (0,9253)	-0,1008 (0,7568)		
2 ^a metade			-0,5576 (0,5527)	-0,1671 (0,6020)		
1 ^o trimestre					-1,0531 (0,8218)	-0,4759 (0,8726)
2 ^o trimestre					-0,9395 (0,6303)	-1,0439 (0,7872)
3 ^o trimestre					-0,1151 (0,4810)	0,1921 (0,7144)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

Tabela 25 – Crescimento intrauterino meninas

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Gravidez	0,4583 (0,3849)	-0,3532 (0,6938)				
1 ^a metade			0,4862 (0,6996)	0,2589 (0,6552)		
2 ^a metade			0,5115 (0,6070)	-0,0927 (0,5696)		
1 ^o trimestre					0,8179 (0,6699)	0,1844 (0,7624)
2 ^o trimestre					0,3143 (0,7055)	-0,0658 (0,8401)
3 ^o trimestre					0,3674 (0,5225)	-0,1879 (0,9221)
Controles	76	134	63	105	90	168
Períodos pré choque	10	10	20	20	29	29

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%. Erros padrão entre parênteses.

4 UMA ANÁLISE DO PROJETO PARTO ADEQUADO

4.1 Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) alerta para as altas taxas de cesarianas praticadas em grande parte do mundo (OMS, 2015). Em todo o mundo, a média de cesarianas é de aproximadamente 21%. Esse número atinge valores de 43% na América Latina. No Brasil as cesarianas representam mais da metade dos partos realizados, e esse número fica ainda mais alarmante quando se olha para o setor de saúde suplementar, onde as taxas de cesarianas atingem valores em torno de 85%. A cesariana é um procedimento cirúrgico que quando realizada com indicações clínicas pode salvar a vida da mãe e do bebê (CHEN; TAN, 2019). No entanto, de acordo com a OMS, não existem justificativas clínicas para taxas superiores a 15% em uma população.

O principal problema desse alto número de cesarianas é que grande parte desses procedimentos são desnecessários do ponto de vista clínico. Um parto por via cesárea quando feito por outros motivos que não a estrita indicação clínica, pode trazer efeitos negativos para a mãe e para o bebê. Estudos apontam que os efeitos negativos para o bebê vão desde problemas de saúde até problemas de desenvolvimento cognitivo e não cognitivo.

O parto por via vaginal traz diversos benefícios para a mãe e para o bebê. A passagem pelo canal vaginal na hora do nascimento expõe a criança a bactérias e fungos que auxiliam na produção da microbiota do bebê, o que contribui para o sistema imunológico, prevenção de alergias e outros problemas de saúde e menor risco de obesidade infantil. As contrações inerentes ao trabalho de parto favorecem a compressão do tórax do bebê, auxiliando a expulsão do líquido amniótico dos pulmões, reduzindo a probabilidade de problemas respiratórios ao longo da vida. Outro ponto importante se refere à liberação de hormônios durante o trabalho de parto que apresentam um impacto positivo para o vínculo entre a mãe e o bebê, o aleitamento materno e a recuperação pós parto.

O parto por via cesárea quando agendado traz como principal consequência a antecipação do momento ideal do parto, sendo que o feto pode ainda não estar completamente maduro. Em função da antecipação do parto e da não passagem pelo canal vaginal, diversos problemas para a saúde e desenvolvimento infantil são apontados na literatura. Cardwell et al. (2008) em um estudo de meta análise mostram que crianças nascidas de cesariana apresentavam uma probabilidade 20% maior de desenvolver diabetes. Thavagnanam et al. (2008), também conduzindo uma meta análise, encontram uma associação negativa entre cesariana e asma em crianças. Alguns estudos trazem evidências da relação entre cesariana e obesidade infantil (AL-MUFTI; MCCARTHY; FISK, 1996; YUAN et al., 2016; LI; ZHOU; LIU, 2012; ROONEY; MATHIASON; SCHAUBERGER, 2011; ZHOU et al., 2020; GOMES et al., 2014). Deoni et al. (2019) usando imagens de ressonância

magnética apontam diferenças na estrutura cerebral de crianças nascidas de parto normal e por cesarianas. Polidano, Zhu e Bornstein (2017) encontram uma relação negativa entre cesariana e resultados em testes de matemática em crianças de 8 e 9 anos.

Considerando a alta incidência de cesarianas no mundo e principalmente no Brasil, diversas políticas foram implantadas para buscar uma redução dessas altas taxas. Diante deste cenário, chamado por alguns especialistas de epidemia de cesarianas, é importante buscar soluções para a redução nas taxas de cesarianas. Para entender os desafios para a redução nas excessivas taxas de cesarianas é importante analisar quais fatores mais contribuíram e contribuem para as taxas observadas atualmente.

Diversos estudos buscam compreender o que está por trás desse crescimento. Na literatura internacional vários fatores são apontados como responsáveis por esse aumento. Entre os principais, destacam-se a evolução das técnicas de cirurgia e anestesia com redução dos riscos pós-operatórios, fatores demográficos (MERCHANT; VILLAR; KESTLER, 2001; LINTON; PETERSON; WILLIAMS, 2004), sensação de maior segurança no parto cesáreo (AL-MUFTI; MCCARTHY; FISK, 1996), práticas de medicina defensiva (MURRAY, 2000), mudanças no sistema de saúde (GIFFORD et al., 2017), conveniência de agenda de mães e médicos (III, 1996; GANS; LEIGH; VARGANOVA, 2007), modelo de pagamento por procedimento e a assistência (SPETZ; SMITH; ENNIS, 2001) ao parto em centro obstétrico ao invés de em unidades lideradas por enfermeiras obstétricas ou obstetrias ou em centros de parto normal (BROCKLEHURST et al., 2011), comunitários (HODNETT; DOWNE; WALSH, 2012).

A literatura nacional também tem muito interesse em entender os motivos para o elevado número de cesáreas praticadas no país. Uma pesquisa conduzida no Estado do Rio de Janeiro traz um fato interessante para ajudar a elucidar esses fatores. Dias et al. (2008) destaca que no início da gestação 70% das entrevistadas diziam preferir o parto normal. No entanto, em 90% das entrevistadas o tipo de parto foi via cesariana. Esse resultado, indica uma possível interação com o sistema de saúde como um dos determinantes da escolha final pelo parto cesáreo.

Magalhães et al. (2019) avaliam os determinantes da realização de cesarianas no Brasil. Os autores indicam que a construção de hospitais públicos e aumento de leitos obstétricos para o SUS implicam em redução de taxas de cesarianas. Spetz, Smith e Ennis (2001) apontam para questões relacionadas ao modelo de remuneração dos profissionais de saúde. Barros et al. (2011) mostram que a conveniência das agendas dos médicos explica em grande parte a probabilidade de cesariana. Ponto semelhante é destacado em Magalhães et al. (2019) que evidenciam a maior probabilidade de ocorrência de cesarianas em dias úteis.

Considerando os fatores que contribuíram para o aumento das taxas de cesáreas, as políticas implementadas ao redor do mundo e alguns experimentos aleatórios podem

ser divididos em grupos de ações. Adota-se aqui a divisão apresentada em Chen et al. (2018), que classificam as ações em intervenções focadas nas gestantes ou suas famílias, intervenções focadas nos profissionais de saúde e intervenções focadas em organizações ou estabelecimentos de saúde.

A primeira classificação, de intervenções focadas nas gestantes ou suas famílias, tem como principais ações programas de suporte e preparação para o nascimento, informações durante o prenatal para os maridos das gestantes e diferentes formatos de intervenções educacionais. Para esse formato de intervenção, especificamente nas ações de suporte e preparação para o nascimento, destacam-se os trabalhos de Valiani, Haghghatdana e Ehsanpour (2014), Bastani et al. (2005), Feinberg et al. (2015), Rouhe et al. (2013), Masoumi et al. (2016), Wang, Li e Deng (2014), Bergström, Kieler e Waldenström (2010), Montgomery et al. (2007), Shorten et al. (2005), Saisto et al. (2001), Fenwick et al. (2015), Sharifirad et al. (2013). Os principais resultados observados para este grupo de ações indicam redução nas taxas de cesáreas. No entanto, a redução foi baixa, atingindo em torno de 2% e a qualidade das evidências são baixas, devido ao baixo número de participantes e uso de métodos não causais.

Considerando as ações focadas nos profissionais de saúde, Althabe et al. (2004) analisam um experimento aleatório implementado em hospitais da Argentina, Brasil, Cuba, Guatemala e México entre os anos de 1998 e 2000. O experimento consistia na implementação de diretrizes clínicas junto com segunda opinião obrigatória para indicar uma cesárea. Os resultados indicaram uma baixa redução nas taxas de cesáreas na ordem de 2%. Chaillet et al. (2015) conduzem um experimento aleatório no Canadá implementando diretrizes clínicas com monitoramento e *feedback* para as indicações de cesarianas e encontram quase 2% de redução no risco de cesarianas.

A última classificação analisada em Chen et al. (2018) é sobre intervenções focadas nas organizações ou estabelecimentos de saúde. As principais ações desse grupo de intervenções é no financiamento dos diferentes tipos de partos e na implementação de uma equipe de parto, com enfermeiras obstétricas e obstetra plantonista. Keeler e Fok (1996) analisam o impacto de uma política de equalização das taxas pagas por parto normal e cesariana. Os autores encontram um impacto limitado da política sobre a redução de cesarianas. Rosenstein et al. (2015) analisam o impacto da implementação de uma equipe destinada exclusivamente ao parto, com enfermeiras obstétricas e um médico dedicado apenas a essa função¹. Os resultados indicam um redução de aproximadamente 7% nas taxas de cesarianas para as gestantes que estavam na primeira gestação.

No Brasil, foi implementada uma política para evitar a marcação de cesarianas eletivas. A política foi implementada em junho de 2016, proibindo o agendamento de

¹ *laborist* em inglês. Weinstein (2003) define *laborist* como um médico que foca sua atuação exclusivamente na condução do trabalho de parto junto à gestante.

cesarianas antes de trinta e nove semanas de gestação e exigindo que, para o agendamento após as trinta e nove semanas, as gestantes sejam informadas sobre os riscos e benefícios do parto normal e cesáreo. Melo e Filho (2021) e Melo (2021) analisam os efeitos dessa política. Melo e Filho (2021) encontram uma redução de quase 3% nas taxas de cesarianas nos hospitais públicos para os partos de baixo risco. As evidências apontadas pelos autores sugerem que o principal mecanismo atuando na redução das taxas de cesarianas foi o componente informacional. Melo (2021) não encontra resultados significativos na redução das taxas de cesarianas, mas encontram uma alteração do agendamento de cesarianas entre trinta e sete e trinta e oito semanas para agendamento com tempo de gestação superior a trinta e nove semanas.

Diante desse cenário, de altas taxas de cesarianas e da dificuldade em reduzi-las, a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), juntamente com o Institute for Healthcare Improvement (IHI) e o Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE) e com o apoio da Ministério da Saúde, se organizaram para promover ações com o objetivo de melhorar a atenção ao parto e nascimento. Desta parceria surgiu o Projeto Parto Adequado. O Projeto Parto Adequado surge em um contexto de altas taxas de cesáreas praticadas no Brasil, principalmente no setor de saúde suplementar. O projeto foi implantado em 2015, quando as taxas de partos cesáreos atingiram o patamar de 57% na média nacional e quase 85% na saúde suplementar. O foco do projeto recaiu sobre hospitais privados, justamente em função das maiores taxas de cesarianas serem observadas nestes hospitais.

Este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos do Projeto Parto Adequado. O primeiro ponto a ser analisado é se o Projeto obteve sucesso no aumento da taxa de parto normal. Adicionalmente, investiga-se o impacto sobre o peso ao nascer e sobre o tempo de gestação, duas importantes medidas da saúde neonatal. Por fim, verifica-se se, nos casos em que o parto foi realizado por cesariana, houve alteração no percentual de cesarianas realizadas antes do início do trabalho de parto. Para estimar o efeito causal do Projeto Parto Adequado sobre as variáveis mencionadas no parágrafo anterior, é preciso se ter em mente que os hospitais participantes do Projeto não foram selecionados aleatoriamente. Portanto, é necessário utilizar métodos não experimentais. Utiliza-se neste artigo uma estimação por diferenças em diferenças sintético, comparando a evolução dos indicadores de interesse para os hospitais participantes do Projeto com um grupo de hospitais semelhantes ao longo de um período de tempo antes e depois da implementação do Projeto.

Os resultados encontrados apontam para um efeito do Projeto no aumento nas taxas de parto normal de mais de três pontos percentuais, o que representa mais de 25% de aumento em comparação com as taxas de 2014, ano imediatamente anterior à implementação do projeto. Com o intuito de verificar a focalização do projeto, ou seja, se a redução nas taxas de cesarianas ocorreu para o público que realmente não possuía indicação clínica, foi realizada uma estimação apenas para os partos de gestações de baixo risco. A definição de partos de baixo risco seguiu a definição utilizada em Melo e Filho

(2021) e Melo (2021). Para este grupo, o efeito foi mais elevado, em torno de cinco pontos percentuais, representando um crescimento de mais de 31% em comparação com os níveis de 2014.

Além do efeito sobre as taxas de parto normal, também foram encontrados efeitos no tempo de gestação e no peso ao nascer. Em relação ao tempo de gestação verifica-se um pequeno impacto de menos de um dia no aumento da gestação. No entanto, apesar de pequeno, evidências apontam que, para gestações com menos de quarenta semanas, cada dia a mais no útero é importante no processo de desenvolvimento fetal (DINIZ et al., 2020). O peso ao nascer aumento em aproximadamente dezessete gramas considerando todos os nascidos vivos e mas de trinta e cinco gramas para as crianças de parto de baixo risco. Não é possível determinar se o impacto positivo no peso ao nascer tem uma relação de causalidade com a redução das taxas de cesariana ou é resultado de um melhor cuidado com a gestante, fruto de ações do projeto. Na seção de resultados discute-se melhor essa questão, acredita-se que pelo menos parte do aumento do peso esteja relacionado com a redução das cesarianas. Mas é importante mencionar, que independente do fator que atuou no aumento observado no peso, é possível concluir que o excesso de cesarianas não está vinculada a indicações clínicas, pois caso contrário, uma redução na incidência desse procedimento não poderia vir acompanhada de melhoria na saúde do recém nascido. Outro ponto analisado no artigo é, se em caso de cesariana, o procedimento foi realizado antes do trabalho de parto. Os resultados indicam que apenas para os partos de baixo risco obteve-se uma redução nessa prática. Realizar a cesariana apenas quando a gestante entrou em trabalho de parto é importante, pois mesmo que o bebê não receba alguns dos benefícios do parto vaginal, sabe-se que o parto está sendo realizado no momento correto, com o bebê já totalmente maduro.

O artigo busca contribuir com a literatura em dois sentidos. Primeiro, apresentando evidências do êxito de um programa voltado para a redução das taxas de cesarianas. Segundo, ao mostrar que um programa que obtém êxito na redução de cesarianas, impacta positivamente na saúde neonatal. Aumento no peso ao nascer e no tempo de gestação tem impactos positivos na saúde ao longo do ciclo de vida do indivíduo, ocasionando aumento no nível de desenvolvimento humano da sociedade e reduzindo os gastos com saúde pública no médio e longo prazo. As limitações do artigo residem no fato de não ser possível definir o principal mecanismo do projeto Parto Adequado que contribuiu para a redução das cesarianas. O projeto é multifacetado, com ações em diversas áreas. No entanto, a ANS sugere que a principal ação do projeto foi a implementação de uma equipe de parto, com enfermeiras obstétrica e médico plantonista.

O artigo segue com a seguinte estrutura. Na seção 4.2 é apresentado o Projeto Parto Adequado, bem como informações sobre o processo de seleção dos hospitais participantes. Na seção 4.3, apresenta-se a base de dados utilizada no artigo, destacando a evolução dos indicadores avaliados ao longo do tempo para os hospitais selecionados no Projeto. A

seção 4.4 apresenta a estratégia empírica utilizada para avaliar o Projeto. A seção 4.5 traz os resultados do artigo e a seção 4.6 conclui o artigo.

4.2 Arcabouço Institucional

4.2.1 O Projeto

A necessidade de implementação de ações para reduzir o excesso de cesarianas no Brasil surgiu de uma decisão judicial decorrente de uma Ação Civil Pública ajuizada pelo Ministério Público Federal. Foi determinada que a ANS tomasse medidas buscando reduzir a incidência de cesarianas desnecessárias (TORRES, 2018). Um parecer da Advocacia-Geral da União determinou que a ANS elaborasse uma Resolução Normativa para estabelecer critérios de remuneração dos médicos a serem pagos pelas operadoras de forma proporcional e significativamente superior para o parto normal em relação à cesariana (SUPLEMENTAR, 2016). Ciente da complexidade e variedade de fatores que determinam o alto número de cesáreas no país, a ANS propôs a substituição da referida Resolução pela execução de um projeto com hospitais privados, envolvendo a elaboração de um programa com principal foco na mudança do modelo de atenção ao parto.

O Projeto Parto Adequado, portanto, é uma iniciativa conjunta da Agência Nacional de Saúde Suplementar, do Institute for Healthcare Improvement e do Hospital Israelita Albert Einstein, contando ainda com o apoio da Ministério da Saúde. O objetivo do programa é alterar o modelo de atenção ao parto com foco principal no aumento das taxas de parto normal. O projeto busca a adoção de modelos de atenção ao parto e nascimento que favoreçam qualidade dos serviços, valorizem o parto normal e contribuam para a redução dos riscos decorrentes de cesarianas desnecessárias. As ações do Projeto se iniciaram em 2015.

O Projeto Parto Adequado foca suas ações em quatro grupos de mudanças (ANS, 2016):

- lideranças: formar uma coalisão entre lideranças do setor de saúde alinhadas em torno da qualidade e segurança na atenção ao parto e nascimento;
- gestantes e famílias: informar e empoderar as gestantes e famílias para escolher o cuidado mais adequado garantindo a prontidão para o trabalho de parto;
- sistema de saúde: reorganizar o modelo de cuidado perinatal de modo a favorecer a evolução fisiológica do trabalho de parto;
- informação para melhoria contínua e aprendizagem: estruturar sistema de informação e coleta de dados que permita o aprendizado contínuo.

Dentre estes quatro grupos, destaca-se a reorganização do sistema de saúde com foco na assistência às gestantes como principal ação do projeto². Negrão (2017) destaca três modelos de organização das equipes de assistência ao parto propostos no PPA: i) parto realizado pelo plantonista do hospital; ii) parto realizado por médico pré-natalista do corpo clínico, com suporte de equipe multidisciplinar de plantão, fazendo o acompanhamento inicial da parturiente até a chegada de seu médico; e iii) parto assistido por um dos membros de uma equipe de médicos e enfermeiras, composta por três ou mais médicos e enfermeiras obstetras, em que a parturiente se vinculará à equipe, que terá sempre um médico e uma enfermeira obstetra de sobreaviso para realizar a assistência do trabalho de parto e o parto.

A introdução de uma equipe para assistir ao parto e não apenas o médico da gestante é apontada pela ANS como a principal iniciativa do projeto. Paralelamente à introdução de uma equipe para acompanhar o trabalho de parto, também foram estimuladas novas práticas profissionais, condizentes com um parto mais humanizado e menos intervencionista. Entre essas práticas destaca-se o uso de métodos não farmacológicos para a alívio da dor, estímulo a caminhadas durante o trabalho de parto, redução de procedimentos desnecessários e utilização de plano de parto.

Importante salientar, que a adoção de uma equipe de parto se destacou na revisão de literatura apresentada na introdução deste artigo como a política mais efetiva na redução das taxas de cesarianas.

4.2.2 Hospitais Participantes

A primeira fase do Projeto Parto Adequado contou com a participação de trinta e cinco hospitais. Estes hospitais foram divididos em quatro grupos de acordo com suas características: piloto Privado, piloto SUS, Seguidor e Colaborador.

O processo de seleção dos Hospitais Pilotos se baseou em informações do SINASC do ano de 2012 e utilizou os seguintes critérios. Primeiro foi realizada uma pré seleção de hospitais privados que prestam atendimento a beneficiários de plano privado de saúde. Dentre estes hospitais, foram filtrados os hospitais com mais de 500 partos ao ano, taxa de cesariana igual ou superior a 75% e pelo menos 50% dos leitos destinados ao atendimento a beneficiários de planos de saúde.

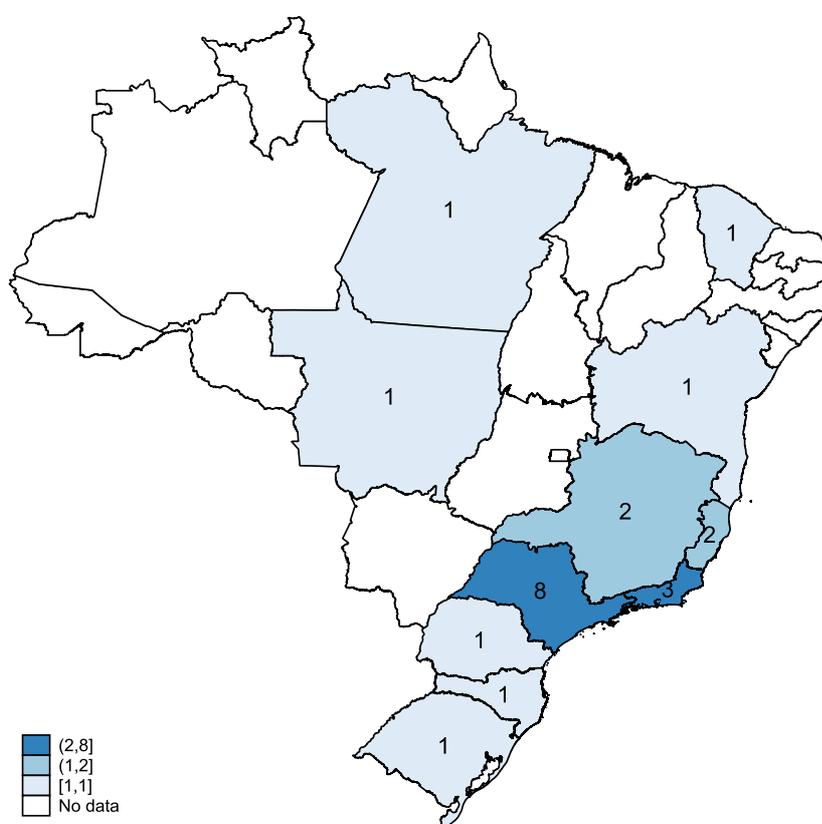
Ao fim do processo de seleção, vinte e seis hospitais foram selecionados para servirem de piloto na primeira fase do projeto. Destes, vinte e dois privados e quatro do SUS. Os Hospitais Privados e do SUS possuem características bem diferentes no tocante aos percentuais de partos normais.

² ANS. Partos vaginais crescem 76% com projeto Parto Adequado. Disponível em: <<http://www.ans.gov.br/aans/noticias-ans/qualidade-da-saude/3615-partos-vaginais-crescem-76-com-projeto-parto-adequado>>

Os Hospitais Privados Piloto possuem representatividade em todas as macro regiões administrativas do Brasil, no entanto, com uma concentração maior no Sudeste. O mapa apresentado na Figura 1 mostra a distribuição espacial destes hospitais por Unidade Federativa.

Os Hospitais seguidores formam um grupo de hospitais excedentes. O número de hospitais interessados em participar do Projeto foi maior do que a quantidade de vagas disponibilizadas para os hospitais piloto. Os hospitais seguidores participam de forma limitada do Projeto.

Figura 27 – Hospitais Privados



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3 Base de Dados

Para avaliar o impacto do Projeto Parto Adequado em desfechos relacionados ao nascimento, utiliza-se como fonte de informações, além da relação dos hospitais participantes, o Sistema de Informações do DATASUS. Especificamente, foram utilizadas informações de nascimento, de internações em UTI neonatal e de estabelecimentos de Saúde.

Os dados sobre nascimentos foram obtidos pelo Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC) do DATASUS para os anos de 2012 a 2016. O SINASC, contém informações importantes para a avaliação do Parto Adequado. Para cada nascido

vivo, o sistema fornece informações sobre as condições de nascimento e do parto, sobre características das mães e de gestações anteriores e em qual município e hospital ocorreu o parto. Os dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (cnes) permitem identificar se o hospital é público ou privado e informações sobre os leitos obstétricos.

O principal objetivo deste estudo é analisar o impacto do Projeto Parto Adequado no aumento na taxa de partos normais nos hospitais participantes do projeto. Adicionalmente, o artigo analisa o efeito do Projeto em algumas importantes medidas relacionadas ao nascimento, como tempo de gestação, peso ao nascer, e, em caso de parto cesáreo, se o parto foi realizado após o início do trabalho de parto. O objetivo de qualquer política voltada para a redução de cesarianas é reduzir as cesarianas desnecessárias, sem indicação clínica. Melo e Filho (2021) e Melo (2021) adotam uma classificação para nascimento de baixo risco. Seguindo os autores, adota-se neste artigo a mesma classificação com o intuito de analisar a focalização do programa. A definição de nascimento de baixo risco considera apenas os nascimentos com trinta e sete ou mais semanas de gestação, de um único bebê, posição cefálica e com as gestantes tendo mais de dezoito anos e menos de trinta e cinco anos.

A tabela 26 apresenta a evolução das taxas de partos normal para os hospitais participantes do projeto e para os demais hospitais privados. Para cada um desses grupos de hospitais são apresentadas as taxas considerando todos os partos ocorridos e também para os partos de gestação de baixo risco. Alguns pontos importantes merecem destaque nos dados apresentados. Primeiro, os hospitais do grupo de tratamento apresentam taxas de parto normal inferiores às taxas observadas nos hospitais do grupo de controle. Esse fato alerta para um viés de seleção para os os hospitais participantes do projeto o que deve ser levado em conta para a estratégia empírica. Outro ponto que merece destaque é que as taxas de parto normal apresentam um crescimento abrupto de 2014 para 2015, ano de implementação do projeto, nos hospitais participantes, enquanto que os hospitais do grupo controle apresentam uma variação mais modesta. Essa diferença entre o crescimento dos dois grupos indica um possível efeito positivo do projeto.

Tabela 26 – Taxas de parto normal

Ano	Grupo de tratamento		Grupo de controle	
	Baixo risco	Todos os partos	Baixo risco	Todos os partos
2011	0,1230	0,1143	0,3000	0,3596
2012	0,1280	0,1276	0,2718	0,3295
2013	0,1291	0,1275	0,2609	0,3155
2014	0,1588	0,1463	0,2667	0,3145
2015	0,2183	0,1921	0,2996	0,3324
2016	0,2368	0,2101	0,3025	0,3326

Fonte: SINASC, 2011-2016

A tabela 27 apresenta o peso médio ao nascer para cada grupo de hospitais e grupos de bebês. Nota-se um padrão na comparação entre bebês nascidos de gestação de baixo risco com todos os bebês. O peso médio ao nascer é sistematicamente superior para os bebês de nascimento de baixo risco. Outro ponto que merece destaque é que para o grupo de tratamento, há um salto no peso médio do ano de 2014 para o ano de 2015, enquanto que para o grupo de controle não esse fato não é observado. Novamente, essa diferenças entre os dois grupos indica que as ações do projeto impactaram positivamente no peso ao nascer.

Tabela 27 – Peso ao nascer

Ano	Grupo de tratamento		Grupo de controle	
	Baixo risco	Todos os partos	Baixo risco	Todos os partos
2011	3232,44	3124,15	3225,71	3192,62
2012	3222,81	3130,24	3225,35	3183,14
2013	3223,50	3128,61	3221,23	3179,37
2014	3237,93	3139,83	3225,40	3184,60
2015	3251,65	3152,99	3230,97	3186,24
2016	3263,90	3166,02	3236,13	3188,51

Fonte: SINASC, 2011-2016

Além do peso médio ao nascer, também é importante analisar a probabilidade de nascimento com baixo peso, definido como os nascimentos com peso abaixo de 2.500 gramas. Para essa medida nota-se que os bebês nascidos de parto de baixo risco apresentam uma probabilidade de nascimento com baixo peso bem inferior à totalidade dos nascimentos. Ressalta-se que não se observa uma alteração acentuada após a implantação do projeto, indicando que não houve mudanças nessa medida em função do projeto Parto Adequado.

Tabela 28 – Probabilidade de baixo peso ao nascer

Ano	Grupo de tratamento		Grupo de controle	
	Baixo risco	Todos os partos	Baixo risco	Todos os partos
2012	0,0293	0,0928	0,0356	0,0756
2013	0,0316	0,0986	0,0363	0,0763
2014	0,0293	0,0950	0,0353	0,0753
2015	0,0288	0,0978	0,0352	0,0763
2016	0,0271	0,0924	0,0343	0,0767

Fonte: SINASC, 2011-2016

A tabela 29 mostra a evolução do tempo de gestação, medido em semanas, para os dois grupos de hospital e dois recortes de partos. Nota-se um pequeno incremento no tempo de gestação para os hospitais do grupo de tratamento em comparação com a variação observada no grupo de controle. Interessante observar, que apesar do recorte

de gestações de baixo risco apresentar um maior tempo de gestação nos dois grupos de hospital, a diferença é pequena. Isso indica que a antecipação do parto por agendamento de cesariana ocorre independente de possíveis riscos na gestação.

Tabela 29 – Tempo de gestação

Ano	Grupo de tratamento		Grupo de controle	
	Baixo risco	Todos os partos	Baixo risco	Todos os partos
2011	38,68	38,00	39,09	38,52
2012	38,55	37,93	38,90	38,36
2013	38,63	38,00	38,91	38,39
2014	38,71	38,06	38,91	38,41
2015	38,83	38,17	38,95	38,45
2016	38,83	38,18	38,93	38,41

Fonte: SINASC, 2011-2016

A última medida analisada neste artigo se refere apenas para o partos realizados por cesariana. Um dos principais problemas das cesarianas desnecessárias é o agendamento por conveniência do médico ou da gestante. Com o parto agendado, é provável que o procedimento ocorra antes da gestante entrar em trabalho de parto. Os dados da tabela 30 trazem um dado preocupante. Nos hospitais tratados mas de 70% das cesarianas ocorrem antes da gestante entrar em trabalho de parto. Para os hospitais do grupo controle, o percentual é um pouco menor, mas ainda assim muito elevado, em torno de 60%. Interessante destacar que a partir de 2015 observa-se uma redução nestas taxas para todos os grupos, mas mais forte para os partos de baixo risco nos hospitais do grupo de tratamento.

Tabela 30 – Cesárea antes do trabalho de parto

Ano	Grupo de tratamento		Grupo de controle	
	Baixo risco	Todos os partos	Baixo risco	Todos os partos
2011	0,7607	0,7641	0,5635	0,5476
2012	0,7750	0,7786	0,6199	0,5971
2013	0,7703	0,7764	0,6286	0,6097
2014	0,7558	0,7738	0,6307	0,6124
2015	0,7223	0,7525	0,6061	0,6020
2016	0,6723	0,7173	0,5896	0,5930

Fonte: SINASC, 2011-2016

4.4 Estratégia Empírica

O objetivo deste artigo é analisar o impacto do Projeto Parto Adequado nas taxas de cesarianas e em alguns desfechos de nascimento, como tempo de gestação e peso ao

nascer, e entre os partos realizados por via cesariana, analisar se houve impacto nos casos em que a cesariana ocorre antes do trabalho de parto iniciar. Mais especificamente, o interesse é comparar os hospitais participantes do projeto com uma situação hipotética de como seriam os resultados destes hospitais caso não tivessem participado do projeto. A situação ideal para avaliar o impacto de um programa é que estes hospitais tivessem sido aleatoriamente selecionados dentro do conjunto de hospitais no país e com isso seria possível comparar o desempenho dos hospitais participantes do programa com os hospitais não participantes. No entanto, como já mencionado na seção que descreve o Projeto Parto Adequado, os hospitais participantes não foram selecionados de forma aleatória, e portanto, é preciso estimar o efeito do programa com o uso de métodos não experimentais.

Utiliza-se, portanto, o método de diferenças em diferenças para comparar o desempenho dos hospitais participantes do projeto com aqueles que não participaram do projeto. Este método permite que mesmo que os hospitais tenham características e desempenhos diferentes, seja possível estimar o efeito causal do programa, pois compara-se a diferença entre os dois grupos de hospitais antes deles receberem as ações do projeto com a diferença entre os dois grupos após receberem as ações do projeto. Para a aplicação deste método é preciso que se tenha informações para pelo menos dois períodos no tempo, um momento antes do programa ter início e um período após. A principal hipótese de identificação deste método é que as trajetórias da variável de resultado que se quer medir sejam paralelas entre os dois grupos de hospitais antes do programa ser implementado.

Quando existem informações para um número maior de períodos de tempo antes do projeto ser iniciado é possível testar essa hipótese comparando a trajetória dos dois grupos de hospitais antes de receberem as ações do projeto. Os dados do SINASC permitem acompanhar o desempenho dos hospitais, tanto os participantes do projeto quanto os não participantes, por mais de um período de tempo antes do projeto ser implantado.

Como já mencionado na seção com a descrição do Projeto, os hospitais participantes são aqueles com altas taxas de cesarianas, são em sua maioria hospitais privados e não estão uniformemente espalhados por todo o território brasileiro. Portanto, fica nítido que os hospitais participantes do projeto formam um grupo diferente da média de hospitais do país. A trajetória das taxas de parto normal no grupo de hospitais participantes do Projeto pode apresentar um comportamento diferente daqueles não participantes. Na média os hospitais que participam do projeto apresentam piores taxas de parto normal do que o conjunto de hospitais que não participam.

Para lidar com a possível violação da hipótese de tendências paralelas, Arkhangelsky et al. (2021) propõem o método de diferenças em diferenças sintético. O método pondera de maneira diferente as unidades do grupo de controle visando encontrar uma unidade sintética cuja trajetória antes do momento da implantação de um programa seja paralela à trajetória das unidades tratadas.

Neste artigo utiliza-se, portanto, o método de diferenças em diferenças sintético, considerando como unidade de análise os hospitais. Mesmo obtendo uma unidade sintética com comportamento paralelo às unidades tratadas no período que antecede o início das ações do projeto, um possível fator de confundimento que pode ocorrer é a possível existência de outras políticas ocorrendo nos hospitais do grupo de controle. Para evitar que isso afete as estimativas, restringe-se o grupo de controle para conter apenas hospitais em municípios em que pelo menos exista um hospital tratado. A ideia de tal restrição é que se houver uma política municipal ou estadual, tanto os hospitais do grupo de tratamento quanto os hospitais do grupo de controle sejam afetados da mesma maneira. Na especificação do modelo foram utilizadas como covariadas informações relativas à idade e nível educacional da gestante.

Adicionalmente à especificação principal, foram testadas outras duas especificações para avaliar possíveis efeitos heterogêneos do projeto. Primeiro foi feito um recorte nas gestantes por nível de escolaridade e depois foi feita uma análise para os hospitais participantes do projeto com as mais altas taxas de cesarianas.

4.5 Resultados

4.5.1 Resultados Principais

Esta seção discute os resultados principais do artigo. Na tabela 31 são apresentados os resultados para os efeitos sobre a taxa de parto normal, sobre o peso ao nascer, a probabilidade de nascimento com baixo peso, tempo de gestação e, no caso de parto cesáreo, se o procedimento foi realizado antes da gestante entrar em trabalho de parto. Todas estas estimativas foram realizadas para dois grupos de gestantes. Primeiro, foram considerados todos os partos realizados no período de análise. Na sequência é feito um corte na população estudada. São analisados os efeitos apenas para os partos considerados de baixo risco.

A primeira coluna da tabela 31 apresenta o efeito do PPA sobre a taxa de parto normal. Os resultados indicam um aumento nas taxas de parto normal nos hospitais atendidos pelo projeto. Quando se considera todos os partos realizados no período, o aumento é de um pouco menos de 4 pontos percentuais na taxa de parto normal. Este aumento representa mais de 25% de aumento nas taxas de parto normal comparadas com o nível de 2014, ano imediatamente anterior ao projeto. Quando se analisa apenas os partos de baixo risco, o efeito sobre a taxa de parto normal apresenta uma magnitude mais elevada, de praticamente 5 pontos percentuais, representando mais de 31% em relação ao patamar de 2014. Este resultado indica que as ações do projeto foram bem focalizadas, exercendo um maior efeito sobre o público com menores indicações clínicas de parto cesáreo.

Os resultados observados mostram que o projeto foi bem sucedido no seu objetivo de reduzir as taxas de cesarianas. A magnitude do efeito encontrado é muito alta em comparação com outras políticas com mesmo objetivo. Melo e Filho (2021) e Melo (2021) analisaram os efeitos da principal política nacional voltada para a redução de cesarianas desnecessárias, de proibição de agendamento de cesarianas antes de 39 semanas de gestação. Melo (2021) não encontrou resultados significativos nas taxas de cesarianas, apenas um deslocamento no tempo gestacional das cesarianas. Já Melo e Filho (2021) encontraram um efeito de quase 3% na redução das taxas de cesarianas, no entanto apenas para hospitais públicos, onde as taxas de cesarianas são mais baixas em comparação com as taxas dos hospitais públicos.

Em comparação com a literatura internacional, conforme a breve revisão apresentada na introdução deste artigo, os achados apontam para efeitos na casa dos 2% nas políticas que obtiveram resultados. O único trabalho que apontou um efeito mais elevado analisou uma política que implementou uma equipe destinada exclusivamente ao parto, com enfermeiras obstétricas e um médico dedica apenas a essa função. Rosenstein et al. (2015) encontraram evidências de uma redução de aproximadamente 7 pontos percentuais nas taxas de cesarianas para as gestantes que estavam na primeira gravidez. Importante destacar, que o principal mecanismo apontado pela ANS para o êxito do projeto Parto Adequado foi a implantação de uma equipe de parto, com enfermeiras obstétricas e médico plantonista, ou seja, mecanismo semelhante ao apontado em Rosenstein et al. (2015). Apesar de serem necessárias maiores evidências, essa política desponta como uma importante ferramenta para a redução das cesarianas desnecessárias.

Tabela 31 – Efeitos do PPA - resultados principais

	Parto normal	Peso	Baixo peso	Tempo de gestação	Trabalho de parto
Todos os partos	.0366457** (.0106882)	17.02226* (9.571415)	.0033506 (.0061561)	.1126686** (.0389624)	-.0203193 (.0194949)
Baixo risco	.0499871** (.0125371)	35.55836** (9.978591)	-.0032756 (.0024365)	.1460719** (.0321923)	-.0387016* (.0200315)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%.

O próximo resultado apresentado avalia o impacto sobre o tempo de gestação, medido em semanas de gestação. Olhar para esse desfecho de nascimento é importante, pois uma das críticas ao excesso de cesarianas desnecessárias é que as cesarianas são realizadas por agendamento, não respeitando necessariamente o prazo correto de gestação. Nota-se um aumento do tempo de gestação de um pouco menos de um dia quando se considera todos os partos e de um dia quando se considera apenas as gestação de baixo risco. Apesar de parecer um impacto baixo, estudos apontam que para nascimento abaixo

de quarenta semanas, um dia a mais no útero é importante para o amadurecimento do bebê (DINIZ et al., 2020). Portanto, ao focar na redução de cesarianas agendadas, o projeto parto adequado foi capaz de aumentar a idade gestacional dos bebês nascidos nos hospitais participantes.

O Projeto Parto Adequado também apresentou resultados positivos em algumas medidas importantes de nascimento. O peso ao nascer, medida de nascimento mais analisada na literatura, foi impactada positivamente pelo projeto. Quando se analisa o efeito em todos os nascidos nos hospitais participantes do projeto, observa-se um crescimento de aproximadamente 17 gramas. Já para os bebês nascidos de gestações de baixo risco, o impacto no peso ao nascer foi maior, atingindo um aumento de mais de 35 gramas.

Apesar do foco do projeto ser na redução de cesarianas desnecessárias, é de se esperar que essa redução traga benefícios para a saúde do recém nascido. Não é possível determinar, com base nas informações obtidas neste artigo, que a melhoria observada no peso ao nascer é uma relação causal com a redução das cesarianas. As ações do projeto voltadas para as gestantes podem ter efeito em melhorias da qualidade do prenatal, impactando positivamente na saúde do bebê. No entanto, de acordo com as informações disponibilizadas pela ANS, as ações voltadas para a reorganização da equipe médica, principalmente com a implantação de uma equipe exclusiva para acompanhar todo o trabalho de parto, são as ações mais efetivas do projeto. Portanto, se o principal mecanismo do projeto for mesmo a melhoria no formato da equipe de parto, e não ações voltadas para a gestante, é de se esperar que pelo parte desse efeito positivo observado na saúde do bebê seja em função da redução das taxas de cesarianas. Esse resultado é importante destacar, pois não foi encontrado nos trabalhos que analisam o efeito da política nacional voltada para redução das cesáreas agendadas (MELO; FILHO, 2021; MELO, 2021). O efeito positivo encontrado no aumento do peso ao nascer não se repete quando se analisa a probabilidade de nascer com baixo peso. Esse fato reforça a ideia de que o principal efeito da redução de cesarianas desnecessárias se concentra em bebês saudáveis, que não necessitam de intervenções para o nascimento adequado.

A última coluna da tabela 31 avalia um ponto que pode estar relacionado à questão de cesarianas desnecessárias. A realização de cesarianas antes da gestante entrar em trabalho de parto. Um problema levantado pela literatura sobre essa questão é que em muitos casos a cesariana é agendada não esperando que a gestante entre em trabalho de parto. O fato de não entrar em trabalho de parto pode indicar que o bebê não está totalmente pronto para o nascimento. Os resultados da indicam um efeito significativo apenas para as gestações de baixo risco. Observou-se uma redução de quase 4 pontos percentuais nas cirurgias de cesarianas efetuadas antes da gestante entrar em trabalho de parto.

4.5.2 Efeitos Heterogêneos

Nesta seção, são realizadas duas análises para verificar possíveis efeitos heterogêneos do projeto. A primeira análise busca verificar se os efeitos das ações do projeto são sensíveis ao grau de escolaridade das gestantes. Foi realizado um filtro na base de dados mantendo apenas as gestantes com ensino superior completo. O nível educacional da gestante é apontado como um dos determinantes das taxas de cesarianas. Os resultados são apresentados na tabela 32.

O aumento das taxas de parto normal foram muito próximos aos observados nos resultados sem o filtro de educação das mães, tanto para a totalidade dos partos quanto para os partos de gestação de baixo risco. Esse resultado é interessante, pois uma das ações do projeto é voltada para a conscientização das gestantes e sua família. É de se esperar que ação de educação e orientação surta efeitos diferentes de acordo com o grau de escolaridade da gestante. Como os resultados do aumento das taxas de parto normal não são sensíveis em relação à escolaridade das mães, esse resultado reforça a ideia de que o principal mecanismo que atuou na redução da incidência do parto cesáreo está relacionado à organização de uma equipe voltada para o parto.

Tabela 32 – Efeitos Heterogêneos - Nível de escolaridade da gestante

	Parto normal	Peso	Baixo peso	Tempo de gestação	Trabalho de parto
Todos os partos	.0331651** (.0083721)	15.27697 (10.42939)	.005193 (.0067973)	.0939137** (.0469956)	-.0002661 (.0167278)
Baixo risco	.0439781** (.0179331)	33.93776** (12.04262)	-.0065514 (.0045489)	.1371904** (.0381676)	-.016725 (.0195756)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%.

Os demais resultados apresentados na tabela 32 também estão muito próximos aos resultados apontados na tabela 31. O peso ao nascer foi impactado positivamente pelas ações do projeto. A diferença entre os dois resultados é que para as gestantes de alta escolaridade, o coeficiente da estimação do efeito no peso considerando todos os partos não foi estatisticamente significativo. O tempo de gestação também aumentou, menos de um dia na estimativa com todos os partos e praticamente um dia para as gestações de baixo risco. Por fim, não foi encontrado efeitos para a realização de cesarianas antes do início do trabalho de parto.

A segunda análise de efeitos heterogêneos focou nos hospitais com as menores taxas de parto normal dentre os hospitais participantes do projeto. Estes hospitais possuem uma maior margem de crescimento das taxas de partos normal e por isso pode-se esperar um maior efeito das ações do projeto. Por outro lado, a menor incidência de parto normal nesses hospitais pode ocorrer devido às características dos estabelecimentos de saúde ou

corpo médico, o que pode representar uma maior resistência às mudanças sugeridas pelo projeto. Para essa análise, foram selecionados apenas os hospitais participantes do projeto com menos de 10% de parto normal em 2014.

Os resultados são apresentados na tabela 33. Os efeitos sobre as taxas de parto normal apresentam coeficientes maiores do que os coeficientes observados para as estimações com todos os hospitais participantes do projeto. Na primeira estimação, com todos os partos realizados nestes hospitais, o efeito foi de aproximadamente 4,5 pontos percentuais, quase 1 ponto percentual acima da estimativa para todos os hospitais. Já para os partos de gestações e baixo risco o efeito foi de aproximadamente 5,5 pontos percentuais, meio ponto percentual acima da estimativa com todos os hospitais.

Este resultado mostra que os hospitais que estavam em piores condições em relação às taxas de parto normal exibiram um crescimento superior ao crescimento médio dos hospitais participantes do projeto. Portanto, além do projeto contribuir para o aumento da taxa de parto normal, ainda teve impacto na redução da dispersão destas taxas entre os hospitais. É importante destacar que além do crescimento em termos de pontos percentuais ter sido superior ao crescimento médio, este impacto é ainda maior se analisarmos a taxa de crescimento em relação aos valores observados em 2014. Para a totalidade dos partos, o crescimento observado foi de mais de 62%, enquanto que para os partos de baixo risco o crescimento na taxa de parto normal foi de mais de 92%.

Tabela 33 – Efeitos Heterogêneos - Alta incidência de cesarianas

	Parto normal	Peso	Baixo peso	Tempo de gestação	Trabalho de parto
Todos os partos	.0443967** (.0085635)	19.50454* (10.37371)	.0094826 (.0093393)	.1282752** (.0466637)	-.0002511 (.0289687)
Baixo risco	.0543406** (.01916)	55.08989** (27.68529)	.0000104 (.0045415)	.1526994* (.0884839)	-.0149278 (.0348997)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Nível de significância: ***1%, **5%, *10%.

4.6 Considerações Finais

As altas taxas de cesarianas realizadas no Brasil, especialmente no setor de saúde suplementar, representam um desafio para políticas públicas. Evidências apontadas pela OMS indicam que não existem justificativas clínicas para a prevalência de taxas tão elevadas como as verificadas no Brasil. O Projeto Parto Adequado é uma iniciativa conjunta da Agência Nacional de Saúde Suplementar, do Institute for Healthcare Improvement e do Hospital Israelita Albert Einstein, contando ainda com o apoio da Ministério da Saúde, com o objetivo de reduzir o número de cesarianas no Brasil.

O artigo buscou avaliar o efeito do Projeto Parto Adequado. Os resultados encontrados apontam para um efeito positivo do projeto na redução das cesarianas. Adicionalmente verificou-se um aumento no tempo de gestação e no peso ao nascer nos hospitais participantes. Outro ponto investigado no artigo se refere a possíveis efeitos heterogêneos em relação aos valores iniciais das taxas de cesarianas. Os hospitais com maiores taxas de cesarianas foram aqueles que apresentaram o maior efeito do projeto. Este resultado indica que além de reduzir as taxas de cesarianas nos hospitais participantes, o Projeto foi capaz de reduzir a desigualdade entre os hospitais.

As limitações do artigo residem no fato de não ser possível definir o principal mecanismo do projeto Parto Adequado que contribuiu para a redução das cesarianas. O projeto é multifacetado, com ações em diversas áreas. No entanto, a ANS sugere que a principal ação do projeto foi a implementação de uma equipe de parto, com enfermeiras obstétrica e médico plantonista.

Referências

- ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: A case study of the basque country. *American economic review*, v. 93, n. 1, p. 113–132, 2003.
- AIZER, A. Poverty, violence, and health the impact of domestic violence during pregnancy on newborn health. *Journal of Human resources*, University of Wisconsin Press, v. 46, n. 3, p. 518–538, 2011.
- AL-MUFTI, R.; MCCARTHY, A.; FISK, N. Obstetricians' personal choice and mode of delivery. *The Lancet*, Elsevier, v. 347, n. 9000, p. 544, 1996.
- ALMOND, D.; CURRIE, J. Killing me softly: The fetal origins hypothesis. *Journal of economic perspectives*, v. 25, n. 3, p. 153–72, 2011.
- ALMOND, D.; CURRIE, J.; DUQUE, V. Childhood circumstances and adult outcomes: Act ii. *Journal of Economic Literature*, v. 56, n. 4, p. 1360–1446, 2018.
- ALTHABE, F. et al. Mandatory second opinion to reduce rates of unnecessary caesarean sections in latin america: a cluster randomised controlled trial. *The Lancet*, Elsevier, v. 363, n. 9425, p. 1934–1940, 2004.
- ANSARI-LARI, M.; SAADAT, M. Changing sex ratio in iran, 1976–2000. *Journal of Epidemiology & Community Health*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 56, n. 8, p. 622–623, 2002.
- ARKHANGELSKY, D. et al. Synthetic difference-in-differences. *American Economic Review*, v. 111, n. 12, p. 4088–4118, 2021.
- ARMSTRONG, M.; PETTER, R.; PETTER, C. Why have so many tailings dams failed in recent years? *Resources Policy*, Elsevier, v. 63, p. 101412, 2019.
- BARKER, D. J. Fetal origins of coronary heart disease. *Bmj*, British Medical Journal Publishing Group, v. 311, n. 6998, p. 171–174, 1995.
- BARKER, D. J.; OSMOND, C. Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in england and wales. *The Lancet*, Elsevier, v. 327, n. 8489, p. 1077–1081, 1986.
- BARROS, A. J. et al. Patterns of deliveries in a brazilian birth cohort: almost universal cesarean sections for the better-off. *Revista de saude publica*, SciELO

- Brasil, v. 45, n. 4, p. 635–643, 2011.
- BAŞOĞLU, M. et al. Prevalence of posttraumatic stress disorder and comorbid depression in earthquake survivors in turkey: an epidemiological study. *Journal of Traumatic Stress: Official Publication of The International Society for Traumatic Stress Studies*, Wiley Online Library, v. 17, n. 2, p. 133–141, 2004.
- BASTANI, F. et al. A randomized controlled trial of the effects of applied relaxation training on reducing anxiety and perceived stress in pregnant women. *Journal of midwifery & women's health*, Elsevier, v. 50, n. 4, p. e36–e40, 2005.
- BERGSTROM, M.; KIELER, H.; WALDENSTROM, U. Psychoprophylaxis during labor: associations with labor-related outcomes and experience of childbirth. *Acta obstetricia et gynecologica Scandinavica*, Wiley Online Library, v. 89, n. 6, p. 794–800, 2010.
- BROCKLEHURST, P. et al. Perinatal and maternal outcomes by planned place of birth for healthy women with low risk pregnancies: the birthplace in england national prospective cohort study. *British Medical Journal (BMJ)*, BMJ Publishing Group, v. 343, p. d7400, 2011.
- BRUCKNER, T.; CATALANO, R. The sex ratio and age-specific male mortality: evidence for culling in utero. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, Wiley Online Library, v. 19, n. 6, p. 763–773, 2007.
- BRUCKNER, T. A.; CATALANO, R. Selection in utero and population health: theory and typology of research. *SSM-population health*, Elsevier, v. 5, p. 101–113, 2018.
- BRUCKNER, T. A. et al. Preterm birth and selection in utero among males following the november 2015 paris attacks. *International journal of epidemiology*, Oxford University Press, v. 48, n. 5, p. 1614–1622, 2019.
- CAO-LEI, L. et al. Prenatal stress and epigenetics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, 2017.
- CAO-LEI, L. et al. Prenatal stress and epigenetics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 117, p. 198–210, 2020.
- CARDWELL, C. R. et al. *Caesarean section is associated with an increased risk of childhood-onset type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis of observational studies*. [S.l.]: Springer, 2008. 726–735 p.
- CARPENTER, T.; GRECIAN, S.; REYNOLDS, R. Sex differences in early-life programming of the hypothalamic–pituitary–adrenal axis in humans suggest increased vulnerability in females: a systematic review. *Journal of developmental origins of health and disease*, Cambridge University Press, v. 8, n. 2, p. 244–255, 2017.
- CARR, V. J. et al. Psychosocial sequelae of the 1989 newcastle earthquake: I. community disaster experiences and psychological morbidity 6 months post-disaster. *Psychological Medicine*, Cambridge University Press, v. 25, n. 3, p. 539–555, 1995.
- CARRILLO, B. et al. Avoidable environmental disasters and infant health: Evidence from a mining dam collapse in brazil. *Health economics*, Wiley Online Library, v. 29, n. 12, p. 1786–1794, 2020.
- CASEN, E. National socio-economic characterization survey. *Ministry of Planning, Government of Chile (MIDEPLAN)*, Santiago de Chile, 2009.
- CATALANO, R.; BRUCKNER, T. Secondary sex ratios and male lifespan: damaged or culled cohorts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, National Acad Sciences, v. 103, n. 5, p. 1639–1643, 2006.

- CATALANO, R. et al. Exogenous shocks to the human sex ratio: the case of september 11, 2001 in new york city. *Human reproduction*, Oxford University Press England, v. 21, n. 12, p. 3127–3131, 2006.
- CATALANO, R.; YORIFUJI, T.; KAWACHI, I. Natural selection in utero: evidence from the great east japan earthquake. *American Journal of Human Biology*, Wiley Online Library, v. 25, n. 4, p. 555–559, 2013.
- CHAILLET, N. et al. A cluster-randomized trial to reduce cesarean delivery rates in quebec. *New England Journal of Medicine*, Mass Medical Soc, v. 372, n. 18, p. 1710–1721, 2015.
- CHANG, H.-L. et al. Psychiatric morbidity and pregnancy outcome in a disaster area of taiwan 921 earthquake. *Psychiatry and clinical neurosciences*, Wiley Online Library, v. 56, n. 2, p. 139–144, 2002.
- CHEN, H.; TAN, D. Cesarean section or natural childbirth? cesarean birth may damage your health. *Frontiers in psychology*, Frontiers Media SA, v. 10, p. 351, 2019.
- CHEN, I. et al. Non-clinical interventions for reducing unnecessary caesarean section. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, John Wiley & Sons, Ltd, n. 9, 2018.
- CONTRERAS, D.; GONZÁLEZ, S. Determinants of early child development in chile: Health, cognitive and demographic factors. *International Journal of Educational Development*, Elsevier, v. 40, p. 217–230, 2015.
- COUSSONS-READ, M. E. Effects of prenatal stress on pregnancy and human development: mechanisms and pathways. *Obstetric medicine*, SAGE Publications Sage UK: London, England, v. 6, n. 2, p. 52–57, 2013.
- CURRIE, J.; ROSSIN-SLATER, M. Weathering the storm: Hurricanes and birth outcomes. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 32, n. 3, p. 487–503, 2013.
- DAGNELIE, O.; LUCA, G. D. D.; MAYSTADT, J.-F. Violence, selection and infant mortality in congo. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 59, p. 153–177, 2018.
- DAI, W. et al. The incidence of post-traumatic stress disorder among survivors after earthquakes: a systematic review and meta-analysis. *BMC psychiatry*, BioMed Central, v. 16, n. 1, p. 1–11, 2016.
- DAVIS, D. L.; GOTTLIEB, M. B.; STAMPNITZKY, J. R. Reduced ratio of male to female births in several industrial countries: a sentinel health indicator? *Jama*, American Medical Association, v. 279, n. 13, p. 1018–1023, 1998.
- DAVIS, E. P.; SANDMAN, C. A. The timing of prenatal exposure to maternal cortisol and psychosocial stress is associated with human infant cognitive development. *Child development*, Wiley Online Library, v. 81, n. 1, p. 131–148, 2010.
- DEONI, S. C. et al. Cesarean delivery impacts infant brain development. *American Journal of Neuroradiology*, Am Soc Neuroradiology, v. 40, n. 1, p. 169–177, 2019.
- DIAS, M. A. B. et al. Trajetória das mulheres na definição pelo parto cesáreo: estudo de caso em duas unidades do sistema de saúde suplementar do estado do rio de janeiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, SciELO Brasil, v. 13, p. 1521–1534, 2008.
- DINIZ, C. S. G. et al. Dias potenciais de gravidez perdidos: uma medida inovadora da idade gestacional. *Revista de Saúde Pública*, SciELO Public Health, v. 54, p. 88, 2020.
- DIPIETRO, J. A. Maternal stress in pregnancy: considerations for fetal development. *Journal of adolescent health*, Elsevier, v. 51, n. 2, p. S3–S8, 2012.
- FAROOQUI, M. et al. Posttraumatic stress disorder: a serious post-earthquake complication. *Trends in psychiatry and psychotherapy*, SciELO Brasil, v. 39, p. 135–143, 2017.

- FEINBERG, M. E. et al. Effects of a psychosocial couple-based prevention program on adverse birth outcomes. *Maternal and child health journal*, Springer, v. 19, n. 1, p. 102–111, 2015.
- FENWICK, J. et al. Effects of a midwife psycho-education intervention to reduce childbirth fear on women's birth outcomes and postpartum psychological wellbeing. *BMC pregnancy and childbirth*, BioMed Central, v. 15, n. 1, p. 1–8, 2015.
- FORCHHAMMER, M. Timing of foetal growth spurts can explain sex ratio variation in polygynous mammals. *Ecology Letters*, Wiley Online Library, v. 3, n. 1, p. 1–4, 2000.
- FUKUDA, M. et al. The sex ratio at birth after recent major earthquakes in japan. *Early human development*, v. 123, p. 30–31, 2018.
- FUKUDA, M. et al. Decline in sex ratio at birth after kobe earthquake. *Human Reproduction (Oxford, England)*, v. 13, n. 8, p. 2321–2322, 1998.
- GABORY, A. et al. Placental contribution to the origins of sexual dimorphism in health and diseases: sex chromosomes and epigenetics. *Biology of sex differences*, BioMed Central, v. 4, n. 1, p. 1–14, 2013.
- GANS, J. S.; LEIGH, A.; VARGANOVA, E. Minding the shop: The case of obstetrics conferences. *Social Science & Medicine*, Elsevier, v. 65, n. 7, p. 1458–1465, 2007.
- GIFFORD, K. et al. *Medicaid Coverage of Pregnancy and Perinatal Benefits*. 2017.
- GLOVER, V.; O'CONNOR, T.; O'DONNELL, K. Prenatal stress and the programming of the hpa axis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Elsevier, v. 35, n. 1, p. 17–22, 2010.
- GLYNN, L. M. et al. When stress happens matters: effects of earthquake timing on stress responsivity in pregnancy. *American journal of obstetrics and gynecology*, Elsevier, v. 184, n. 4, p. 637–642, 2001.
- GOMES, D. R. et al. Nascimento por parto cesáreo e risco de excesso de peso aos seis anos de idade: resultados de uma coorte. Universidade Estadual de Feira de Santana, 2014.
- GRECH, V. Terrorist attacks and the male-to-female ratio at birth: The troubles in northern ireland, the rodney king riots, and the breivik and sandy hook shootings. *Early human development*, Elsevier, v. 91, n. 12, p. 837–840, 2015.
- GRECH, V.; MAMO, J. What is the sex ratio at birth? *Early Human Development*, Elsevier, v. 140, p. 104858, 2020.
- GRIENSVEN, F. V. et al. Mental health problems among adults in tsunami-affected areas in southern thailand. *Jama*, American Medical Association, v. 296, n. 5, p. 537–548, 2006.
- GUEST, F. L. et al. Os efeitos do estresse na função do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal em indivíduos com esquizofrenia. *Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)*, SciELO Brasil, v. 40, n. 1, p. 20–27, 2013.
- GUO, C. et al. Long-term effects of prenatal exposure to earthquake on adult schizophrenia. *The British Journal of Psychiatry*, Cambridge University Press, v. 215, n. 6, p. 730–735, 2019.
- HAMAMATSU, Y. et al. Impact of the 2011 earthquake on marriages, births and the secondary sex ratio in japan. *Journal of biosocial science*, Cambridge University Press, v. 46, n. 6, p. 830–841, 2014.
- HAMILTON, B. E. et al. The effect of hurricane katrina: births in the us gulf coast region, before and after the storm. 2009.

- HICKS, L. M. et al. Does prenatal maternal distress contribute to sex differences in child psychopathology? *Current psychiatry reports*, Springer, v. 21, n. 2, p. 7, 2019.
- HODNETT, E. D.; DOWNE, S.; WALSH, D. Alternative versus conventional institutional settings for birth. *Cochrane database of systematic reviews*, John Wiley & Sons, Ltd, n. 8, 2012.
- HOLZMAN, C. et al. Second trimester corticotropin-releasing hormone levels in relation to preterm delivery and ethnicity. *Obstetrics & Gynecology*, Elsevier, v. 97, n. 5, p. 657–663, 2001.
- HUIZINK, A. C.; MULDER, E. J.; BUITELAAR, J. K. Prenatal stress and risk for psychopathology: specific effects or induction of general susceptibility? *Psychological bulletin*, American Psychological Association, v. 130, n. 1, p. 115, 2004.
- III, H. S. B. Physician demand for leisure: implications for cesarean section rates. *Journal of Health Economics*, Elsevier, v. 15, n. 2, p. 233–242, 1996.
- INOUE, Y.; MIZOUE, T. A preliminary analysis of the secondary sex ratio decline after the covid-19 pandemic in japan. *American Journal of Human Biology*, Wiley Online Library, p. eajhb, 2022.
- JAMES, W. H.; GRECH, V. Can sex ratios at birth be used in the assessment of public health, and in the identification of causes of selected pathologies? *Early human development*, Elsevier, v. 118, p. 15–21, 2018.
- KEELER, E. B.; FOK, T. Equalizing physician fees had little effect on cesarean rates. *Medical Care Research and Review*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 53, n. 4, p. 465–471, 1996.
- KEMKES, A. Secondary sex ratio variation during stressful times: the impact of the french revolutionary wars on a german parish (1787–1802). *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association*, Wiley Online Library, v. 18, n. 6, p. 806–821, 2006.
- KHASHAN, A. S. et al. Reduced infant birthweight consequent upon maternal exposure to severe life events. *Psychosomatic medicine*, LWW, v. 70, n. 6, p. 688–694, 2008.
- KING, S. et al. Using natural disasters to study the effects of prenatal maternal stress on child health and development. *Birth Defects Research Part C: Embryo Today: Reviews*, Wiley Online Library, v. 96, n. 4, p. 273–288, 2012.
- KING, S.; LAPLANTE, D. P. The effects of prenatal maternal stress on children's cognitive development: Project ice storm. *Stress*, Taylor & Francis, v. 8, n. 1, p. 35–45, 2005.
- LAPLANTE, D. P. et al. Stress during pregnancy affects general intellectual and language functioning in human toddlers. *Pediatric research*, Nature Publishing Group, v. 56, n. 3, p. 400–410, 2004.
- LAPLANTE, D. P. et al. Project ice storm: Prenatal maternal stress affects cognitive and linguistic functioning in 51/2-year-old children. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, Elsevier, v. 47, n. 9, p. 1063–1072, 2008.
- LEDERMAN, S. A. et al. The effects of the world trade center event on birth outcomes among term deliveries at three lower manhattan hospitals. *Environmental health perspectives*, National Institute of Environmental Health Science, v. 112, n. 17, p. 1772–1778, 2004.
- LEE, A. et al. Prenatal and postnatal stress and asthma in children: temporal-and sex-specific associations. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Elsevier, v. 138, n. 3, p. 740–747, 2016.

- LI, H.-t.; ZHOU, Y.-b.; LIU, J.-m. Cesarean section might moderately increase offspring obesity risk. *The American journal of clinical nutrition*, Oxford University Press, v. 96, n. 1, p. 215–216, 2012.
- LINTON, A.; PETERSON, M. R.; WILLIAMS, T. V. Effects of maternal characteristics on cesarean delivery rates among us department of defense healthcare beneficiaries, 1996–2002. *Birth*, Wiley Online Library, v. 31, n. 1, p. 3–11, 2004.
- LIU, A. et al. An epidemiologic study of posttraumatic stress disorder in flood victims in hunan china. *The Canadian Journal of Psychiatry*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 51, n. 6, p. 350–354, 2006.
- MAGALHÃES, M. M. et al. *Os determinantes da realização de cesárias no Brasil*. [S.l.], 2019.
- MASOUMI, S. Z. et al. Effect of training preparation for childbirth on fear of normal vaginal delivery and choosing the type of delivery among pregnant women in hamadan, iran: a randomized controlled trial. *Journal of family & reproductive health*, Tehran University of Medical Sciences, v. 10, n. 3, p. 115, 2016.
- MASUKUME, G. et al. The terrorist attacks and the human live birth sex ratio: a systematic review and meta-analysis. *Acta Medica (Hradec Kralove)*, Charles University, Karolinum Press, v. 60, n. 2, p. 59–65, 2017.
- MAYORGA, C. Desastre de Brumadinho e os impactos na saĂmental. *CiĂe Cultura*, scieloec, v. 72, p. 06 – 08, 04 2020. ISSN 0009-6725. DisponĂvel em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252020000200003&nrm=iso>.
- MAYORGA, C. Desastre de brumadinho e os impactos na saĂde mental. *CiĂncia e Cultura*, Sociedade Brasileira para o Progresso da CiĂncia, v. 72, n. 2, p. 06–08, 2020.
- MELO, C.; FILHO, N. M. The effects of a national policy to reduce elective c-sections in brazil. *CENTRO*, 2021.
- MELO, L. Restricting the timing of elective cs: evidence from brazil. *Estudos EconĂmicos (SĂo Paulo)*, SciELO Brasil, v. 51, p. 245–283, 2021.
- MERCHANT, K. M.; VILLAR, J.; KESTLER, E. Maternal height and newborn size relative to risk of intrapartum caesarean delivery and perinatal distress. *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*, Elsevier, v. 108, n. 7, p. 689–696, 2001.
- MIRANDA, D. M. et al. Impactos fĂsicos e psicolĂgicos na populaĂĂo de brumadinho apĂs rompimento da barragem de rejeitos. *Rev. mĂd. Minas Gerais*, p. 31212–31212, 2021.
- MONTGOMERY, A. A. et al. Two decision aids for mode of delivery among women with previous caesarean section: randomised controlled trial. *Bmj*, British Medical Journal Publishing Group, v. 334, n. 7607, p. 1305, 2007.
- MREJEN, M.; PERELMAN, J.; MACHADO, D. C. Environmental disasters and birth outcomes: Impact of a tailings dam breakage in brazil. *Social Science & Medicine*, Elsevier, v. 250, p. 112868, 2020.
- MURRAY, S. F. Relation between private health insurance and high rates of caesarean section in chile: qualitative and quantitative study. *Bmj*, British Medical Journal Publishing Group, v. 321, n. 7275, p. 1501–1505, 2000.
- NEGRĂO, A. C. B. M. Iniciativas para diminuir o nĂmero de cesĂreas excessivas no brasil: Projeto parto adequado. 2017.
- NERIA, Y.; NANDI, A.; GALEA, S. Post-traumatic stress disorder following disasters: a systematic review. *Psychological medicine*, Cambridge University Press, v. 38, n. 4, p. 467–480, 2008.

- NOAL, D. d. S. et al. Desastre da vale: o desafio do cuidado em saúde mental e atenção psicossocial no sus. *Saúde em Debate*, SciELO Public Health, v. 44, p. 353–363, 2021.
- NOAL, D. d. S.; RABELO, I. V. M.; CHACHAMOVICH, E. O impacto na saúde mental dos afetados após o rompimento da barragem da vale. *Cadernos de Saúde Pública*, SciELO Brasil, v. 35, 2019.
- NOGHANIBEHAMBARI, H. In utero exposure to natural disasters and later-life mortality: Evidence from earthquakes in the early twentieth century. *Social Science & Medicine*, Elsevier, v. 307, p. 115189, 2022.
- ÖNDER, E. et al. Prevalence of psychiatric disorders three years after the 1999 earthquake in turkey: Marmara earthquake survey (mes). *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, Springer, v. 41, n. 11, p. 868–874, 2006.
- PEIXOTO, S. V.; ASMUS, C. I. R. F. O desastre de brumadinho e os possíveis impactos na saúde. *Ciência e Cultura*, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, v. 72, n. 2, p. 43–46, 2020.
- PERSSON, P.; ROSSIN-SLATER, M. Family ruptures, stress, and the mental health of the next generation. *American economic review*, v. 108, n. 4-5, p. 1214–52, 2018.
- PETERKA, M.; PETERKOVÁ, R.; LIKOVSKÝ, Z. Chernobyl: prenatal loss of four hundred male fetuses in the czech republic. *Reproductive Toxicology*, Elsevier, v. 18, n. 1, p. 75–79, 2004.
- POLIDANO, C.; ZHU, A.; BORNSTEIN, J. C. The relation between cesarean birth and child cognitive development. *Scientific reports*, Nature Publishing Group, v. 7, n. 1, p. 1–10, 2017.
- RONALD, A.; PENNELL, C. E.; WHITEHOUSE, A. J. Prenatal maternal stress associated with adhd and autistic traits in early childhood. *Frontiers in psychology*, Frontiers, v. 1, p. 223, 2011.
- ROONEY, B. L.; MATHIASON, M. A.; SCHAUBERGER, C. W. Predictors of obesity in childhood, adolescence, and adulthood in a birth cohort. *Maternal and child health journal*, Springer, v. 15, n. 8, p. 1166–1175, 2011.
- ROSENFELD, C. S. Sex-specific placental responses in fetal development. *Endocrinology*, Oxford University Press, v. 156, n. 10, p. 3422–3434, 2015.
- ROSENSTEIN, M. G. et al. The association of expanded access to a collaborative midwifery and laborist model with cesarean delivery rates. *Obstetrics and gynecology*, NIH Public Access, v. 126, n. 4, p. 716, 2015.
- ROUHE, H. et al. Obstetric outcome after intervention for severe fear of childbirth in nulliparous women—randomised trial. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, Wiley Online Library, v. 120, n. 1, p. 75–84, 2013.
- SAISTO, T. et al. A randomized controlled trial of intervention in fear of childbirth. *Obstetrics & Gynecology*, Elsevier, v. 98, n. 5, p. 820–826, 2001.
- SANDERS, N. J.; STOECKER, C. F. *Where have all the young men gone? Using gender ratios to measure fetal death rates.* [S.l.], 2011.
- SANDMAN, C. A.; GLYNN, L. M.; DAVIS, E. P. Is there a viability–vulnerability tradeoff? sex differences in fetal programming. *Journal of psychosomatic research*, Elsevier, v. 75, n. 4, p. 327–335, 2013.
- SCHETTER, C. D. Psychological science on pregnancy: stress processes, biopsychosocial models, and emerging research issues. *Annual review of psychology*, Annual Reviews, v. 62, p. 531–558, 2011.

- SHARIFIRAD, G. et al. A survey on the effects of husbands' education of pregnant women on knowledge, attitude, and reducing elective cesarean section. *Journal of education and health promotion*, Wolters Kluwer–Medknow Publications, v. 2, 2013.
- SHORTEN, A. et al. Making choices for childbirth: a randomized controlled trial of a decision-aid for informed birth after cesarean a. *Birth*, Wiley Online Library, v. 32, n. 4, p. 252–261, 2005.
- SPETZ, J.; SMITH, M. W.; ENNIS, S. F. Physician incentives and the timing of cesarean sections: evidence from california. *Medical care*, JSTOR, p. 536–550, 2001.
- STEVENSON, K.; LILLYCROP, K. A.; SILVER, M. J. Fetal programming and epigenetics. *Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research*, Elsevier BV, v. 13, p. 1–6, 2020.
- SUPLEMENTAR, A. N. de S. *Cartilha nova organização do cuidado ao parto e nascimento para melhores resultados de saúde: Projeto Parto Adequado-fase 1*. [S.l.]: Agência Nacional de Saúde Suplementar, Sociedade Beneficente Israelita . . . , 2016.
- SUTHERLAND, S.; BRUNWASSER, S. M. Sex differences in vulnerability to prenatal stress: a review of the recent literature. *Current psychiatry reports*, Springer, v. 20, n. 11, p. 102, 2018.
- TAN, C. E. et al. The impact of the wenchuan earthquake on birth outcomes. *PLoS One*, Public Library of Science San Francisco, USA, v. 4, n. 12, p. e8200, 2009.
- THAVAGNANAM, S. et al. A meta-analysis of the association between caesarean section and childhood asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, Wiley Online Library, v. 38, n. 4, p. 629–633, 2008.
- THOMPSON, F. et al. Severe impacts of the brumadinho dam failure (minas gerais, brazil) on the water quality of the paraopeba river. *Science of the Total Environment*, Elsevier, v. 705, p. 135914, 2020.
- THOMPSON, R. A. Stress and child development. *The Future of Children*, JSTOR, p. 41–59, 2014.
- TONG, V. T.; ZOTTI, M. E.; HSIA, J. Impact of the red river catastrophic flood on women giving birth in north dakota, 1994–2000. *Maternal and child health journal*, Springer, v. 15, n. 3, p. 281–288, 2011.
- TORCHE, F. The effect of maternal stress on birth outcomes: exploiting a natural experiment. *Demography*, Springer, v. 48, n. 4, p. 1473–1491, 2011.
- TORCHE, F.; KLEINHAUS, K. Prenatal stress, gestational age and secondary sex ratio: the sex-specific effects of exposure to a natural disaster in early pregnancy. *Human reproduction*, Oxford University Press, v. 27, n. 2, p. 558–567, 2012.
- TORRES, J. A. Translação de conhecimento científico e regulação assistencial no setor suplementar de saúde no brasil: o caso do projeto parto adequado. Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), 2018.
- TRIVERS, R. L.; WILLARD, D. E. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 179, n. 4068, p. 90–92, 1973.
- VALENTE, C. Civil conflict, gender-specific fetal loss, and selection: a new test of the trivers–willard hypothesis. *Journal of health economics*, Elsevier, v. 39, p. 31–50, 2015.
- VALIANI, M.; HAGHIGHATDANA, Z.; EHSANPOUR, S. Comparison of childbirth training workshop effects on knowledge, attitude, and delivery method between mothers and couples groups referring to isfahan health centers in iran. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, Wolters Kluwer–Medknow Publications, v. 19, n. 6, p. 653, 2014.

- WADHWA, P. D. et al. Maternal corticotropin-releasing hormone levels in the early third trimester predict length of gestation in human pregnancy. *American journal of obstetrics and gynecology*, Elsevier, v. 179, n. 4, p. 1079–1085, 1998.
- WANG, X.; LI, G.-Y.; DENG, M.-L. Pelvic floor muscle training as a persistent nursing intervention: effect on delivery outcome and pelvic floor myodynamia. *International Journal of Nursing Sciences*, Elsevier, v. 1, n. 1, p. 48–52, 2014.
- WATERLAND, R. A.; MICHELS, K. B. Epigenetic epidemiology of the developmental origins hypothesis. *Annu. Rev. Nutr.*, Annual Reviews, v. 27, p. 363–388, 2007.
- WEINSTEIN, L. The laborist: a new focus of practice for the obstetrician. *American journal of obstetrics and gynecology*, Elsevier, v. 188, n. 2, p. 310–312, 2003.
- XIONG, X. et al. Exposure to hurricane katrina, post-traumatic stress disorder and birth outcomes. *The American journal of the medical sciences*, Elsevier, v. 336, n. 2, p. 111–115, 2008.
- YUAN, C. et al. Association between cesarean birth and risk of obesity in offspring in childhood, adolescence, and early adulthood. *JAMA pediatrics*, American Medical Association, v. 170, n. 11, p. e162385–e162385, 2016.
- ZHOU, Y. et al. Association of cesarean birth with body mass index trajectories in adolescence. *International journal of environmental research and public health*, MDPI, v. 17, n. 6, p. 2003, 2020.
- ZHU, Z.; CAO, F.; LI, X. Epigenetic programming and fetal metabolic programming. *Frontiers in Endocrinology*, Frontiers, v. 10, p. 764, 2019.
- ZORN, B. et al. Decline in sex ratio at birth after 10-day war in slovenia: brief communication. *Human Reproduction*, Oxford University Press, v. 17, n. 12, p. 3173–3177, 2002.