

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E APLICADAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

CAMILA MARIA PERNAMBUCO PEIXOTO DA SILVA

**ESTRESSE PRÉ-NATAL E OUTCOMES DE NASCIMENTO: EVIDÊNCIA DO  
SURTO DE MICROCEFALIA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Recife

2018

CAMILA MARIA PERNAMBUCO PEIXOTO DA SILVA

**ESTRESSE PRÉ-NATAL E OUTCOMES DE NASCIMENTO: EVIDÊNCIA DO  
SURTO DE MICROCEFALIA NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em  
Economia – PIMES/UFPE como último requisito para a  
obtenção do grau de Mestre em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Phd Yony de Sá Barreto Sampaio

Co-orientador: Prof<sup>o</sup> Phd Gustavo Ramos Sampaio

Recife

2018

Catálogo na Fonte  
Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

S586e Silva, Camila Maria Pernambuco Peixoto da  
Estresse pré-natal e outcomes de nascimento: evidência do surto de microcefalia no estado de Pernambuco / Camila Maria Pernambuco Peixoto da Silva. - 2018.  
54 folhas: il. 30 cm.

Orientador: Prof. Yony de Sá Barreto Sampaio, Ph.D e Coorientador Prof. Gustavo Ramos Sampaio, Ph.D  
Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2018.  
Inclui referências e apêndice.

1. Microcefalia. 2. Peso de nascimento. 3. Duração da gestação. I. Sampaio, Yony de Sá Barreto (Orientador). II. Sampaio, Gustavo Ramos (Coorientador). III. Título.

330 CDD ( 22.ed.) UFPE (CSA 2018–046)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO  
MESTRADO EM ECONOMIA DE:

**CAMILA MARIA PERNAMBUCO PEIXOTO DA SILVA**

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a Candidata Camila Maria Pernambuco Peixoto da Silva **APROVADA**.

Recife, 03/03/2017.

---

**Prof. Dr. Yony de Sá Barreto Sampaio**  
**Orientador**

---

**Prof. Dr. Gustavo Ramos Sampaio**  
**Examinador Interno**

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gisléia Benini Duarte**  
**Examinadora Externa/UFRPE**

“As pessoas que fazem parte da minha vida.”

## AGRADECIMENTOS

Foi uma batalha difícil, permeada de desafios e dificuldades, mas também foi uma batalha muito bonita, de superações de limitações que eu acreditava que tinha e ter superado-as me mostrou que confiar nos planos de Deus, acreditar no meu próprio potencial e ter uma rede de apoio é a chave pra alcançarmos o que quisermos. Então gostaria de fazer um agradecimento especial aos envolvidos nesse processo.

Primeiramente agradeço à Deus por me guiar e dar a força necessária para trilhar essa fase da minha vida.

Gostaria de agradecer também aos meus pais, que são minha base, por acreditarem nos meus planos, no meu potencial e me apoiarem tanto emocionalmente quanto financeiramente.

Aos meus parentes, como irmãs, avó, sobrinha, tios e primos por serem fonte de amor, apoio, união, companheirismo, admiração e incentivo.

Agradeço também ao meu amor e companheiro, Sávio, por me inspirar e estar comigo em cada momento do mestrado, por me apoiar, aconselhar e me encorajar.

Agradeço também ao meu orientador Yony Sampaio e meu Co-orientador Gustavo Sampaio por partilharem seus conhecimentos e acreditarem no meu trabalho.

Agradeço também ao professor Breno Sampaio pelos ensinamentos durante a matéria que serviu de base para a metodologia do presente trabalho. E ao professor Paulo Vaz pelas sugestões dadas para o aprimoramento da dissertação.

Agradeço aos meus amigos pela amizade e companheirismo.

Agradeço à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento do meu mestrado.

Agradeço também à Secretaria de Saúde de Pernambuco por disponibilizar os dados e permitir que o trabalho fosse concretizado.

“Nas grandes batalhas da vida,  
o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer.”

Mahatma Gandhi

## RESUMO

Esta dissertação tem como objetivo estimar o impacto do estresse pré-natal nos *outcomes* de nascimento. Para isso vai-se utilizar o surto de microcefalia como fonte exógena de estresse. Pretende-se avaliar o seu efeito no peso de nascimento e na duração da gestação, e posteriormente, analisar como esse impacto se comporta entre os trimestres de gestação. A estimação será através do método de difference-in-differences, utilizando os microdados de nascidos vivos (SINASC) de Pernambuco entre os anos de 2014 e 2016. Os resultados apontam que o estresse pré-natal decorrente do surto de microcefalia não teve impacto negativo nos resultados de nascimento. Algumas hipóteses foram apontadas como explicação para esses resultados, como a redução nos nascimentos após a data de corte e a atuação do governo em combater a epidemia do vírus da Zika e orientar a população. Outra explicação é o efeito transbordamento, decorrente do fato de Pernambuco ter sido o primeiro estado a apresentar casos da epidemia e conter o maior número deles. Sendo assim, pretende-se replicar o trabalho para outros estados a fim de mitigar esse efeito.

**Palavras-chave:** Microcefalia. Peso de nascimento. Duração da gestação. Difference-in-differences.

## ABSTRACT

This dissertation aims to estimate the impact of prenatal stress on birth outcomes. To achieve this, the microcephaly outbreak will be used as an exogenous source of stress. It is intended to evaluate its effect on birth weight and duration of gestation, and then, to analyze how this impact behaves between gestational trimesters. The estimation will be by difference-in-differences method, using the microdata of live births (SINASC) of Pernambuco between 2014 and 2016. The results indicate that the prenatal stress resulting from the microcephaly outbreak had no negative impact in outcomes. Some hypotheses were pointed out as an explanation for these results, such as the reduction in births after the cut-off date and the government's action in combat of the Zika epidemic and guiding the population. Another explanation is the spillover effect, due to the fact that Pernambuco was the first state to present cases of the epidemic and with the largest number of them. Thus, it is intended to replicate the work to other states in order to mitigate this effect.

**Keywords:** Microcephaly. Birth weight. Duration of gestation. Difference-in-differences.

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Estatísticas descritivas para tratados e controle, Pernambuco, 2014-2016.....                | 31 |
| Tabela 2 - Estatísticas descritivas para os dados à nível de município, Pernambuco, 2014-2016.....      | 34 |
| Tabela 3 - Descrições das variáveis observáveis.....                                                    | 36 |
| Tabela 4 - Resultados para o peso ao nascer, Pernambuco, 2014.....                                      | 37 |
| Tabela 5 - Resultados para a duração da gestação, Pernambuco, 2014-2016.....                            | 38 |
| Tabela 6 - Resultados do teste de falsificação para o peso ao nascer, Pernambuco, 2014 – 2016.....      | 43 |
| Tabela 7 - Resultados do teste de falsificação para a duração da gestação, Pernambuco, 2014 – 2016..... | 44 |
| Tabela 8 - Lista dos municípios tratados e de controle.....                                             | 50 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Peso médio diário para os tratados e controles, Pernambuco, 2014-2015.....                             | 14 |
| Figura 2 - Número de casos de microcefalia registrados no Sinasc, Pernambuco, 2010-2016.....                      | 24 |
| Figura 3 - Número de nascimentos por mês, Pernambuco, 2014-2016.....                                              | 41 |
| Figura 4 - Frequência de gestantes por número de consultas de pré-natal, Pernambuco, 17/02/2014 à 17/08/2016..... | 42 |

## SUMÁRIO

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>                                                       | <b>12</b> |
| <b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                                            | <b>16</b> |
| <b>2.1. Estresse pré-natal e outcomes de nascimento .....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>2.2. O surto de microcefalia de 2015 .....</b>                               | <b>24</b> |
| <b>3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA .....</b>                                              | <b>27</b> |
| <b>3.1. Modelo .....</b>                                                        | <b>27</b> |
| <b>3.2. Dados .....</b>                                                         | <b>30</b> |
| <b>4 RESULTADOS .....</b>                                                       | <b>36</b> |
| <b>5 TESTES DE ROBUSTEZ.....</b>                                                | <b>43</b> |
| <b>5.1. Teste de Falsificação.....</b>                                          | <b>43</b> |
| <b>6 CONCLUSÕES.....</b>                                                        | <b>45</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                        | <b>46</b> |
| <b>APÊNDICE A - Tabela 8 - Lista dos municípios tratados e de controle.....</b> | <b>50</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O surto de microcefalia, que ocorreu em 2015, tem sido objeto de estudo de diversos trabalhos na área da saúde, mas também tem ocupado espaço em outras áreas, como a econômica. Isso se deve ao fato de que esse acontecimento envolve o bem-estar dos agentes econômicos, gastos públicos, políticas públicas, alocação de recursos e de profissionais.

A anomalia gera consequências diretas para o recém-nascido em termos de desenvolvimento cognitivo e motor, mas também pode gerar consequências indiretas, decorrente do estresse da gestante em estar exposta à fatores que estejam correlacionados à anomalia e se reflete enquanto o bebê ainda está na barriga. A literatura médica afirma que níveis altos de estresse durante a gestação podem influenciar na saúde do bebê. E isso pode ser observado através de dois *outcomes*: o peso de nascimento e a duração na gestação.

É importante analisar esses resultados de nascimento, pois o peso ao nascer, obtido na primeira hora após o nascimento, e a duração da gestação refletem as condições nutricionais do recém-nascido e da gestante, sendo considerados indicadores apropriados de saúde individual. Eles influenciam o crescimento e o desenvolvimento da criança e, no longo prazo, repercutem nas condições de saúde do adulto.

Diversos trabalhos avaliam a relação causal do estresse nos resultados de nascimento, analisando eventos como desastres naturais (Glynn et al., 2001), ataques terroristas (Camacho, 2008; Domeque e Rodenas, 2014) e perda de parentes (Black et al., 2016).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do estresse durante a gestação em *outcomes* de nascimento, analisando o impacto do estresse provocado pelo surto de microcefalia no peso de nascimento e na duração da gestação para os municípios do estado de Pernambuco.

De 2010 a 2014, a microcefalia apresentou uma média de 9 casos por ano para Pernambuco. No entanto, em meados de setembro de 2015, os números aumentaram consideravelmente, denotando uma característica de epidemia, situação que nunca havia sido registrada antes para o país. No início, a causa do surto foi incerta, pois testes feitos atestaram que a patologia estava associada a um processo de infecção congênita, ou seja, passado de mãe para filho, mas exames para agentes que poderiam ser a causa da epidemia deram negativos, como, por exemplo, toxoplasmose, citomegalovírus e parvovírus.

Em novembro do mesmo ano, o estado registrou 229 casos de bebês nascidos com microcefalia. Esse aumento significativo fez o Ministério da Saúde decretar, em 11 de novembro, emergência em saúde pública nacional pelos casos de microcefalia, anunciando a gravidade da situação nos principais meios de comunicação e em escala nacional.

Ao fazer uma análise do histórico da gravidez dessas mães constatou-se que em 70% dos casos elas apresentavam sintomas de erupções na pele no início da gestação, sintomas que a princípio tinham sido associados aos da dengue. Então se coletou o líquido amniótico de gestantes, cujos bebês tinham sido diagnosticados com microcefalia por exame de ultrassom, e constatou-se a presença do vírus Zica e que ele era capaz de atravessar a placenta. Assim, em 17 de novembro, a Fiocruz notificou a presença do genoma do Zika Vírus em amostras de duas gestantes na Paraíba. Essa relação entre a epidemia do vírus do Zika com o surto de microcefalia que permitirá utilizar este surto como fonte exógena de estresse durante a gestação.

A distribuição dos casos suspeitos de microcefalia apresentou característica de dispersão, de modo que a epidemia inicialmente se espalhou para outros estados do Nordeste, como Bahia e Paraíba. E em seguida se alastrou para as outras regiões do país, como por exemplo, Goiás, Pará, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Entre 8/11/2015 e 02/12/2017, foram confirmados, para o Brasil, 3.037 casos relacionados com vírus, sendo 437 para Pernambuco. (Ministério da Saúde, 2018).

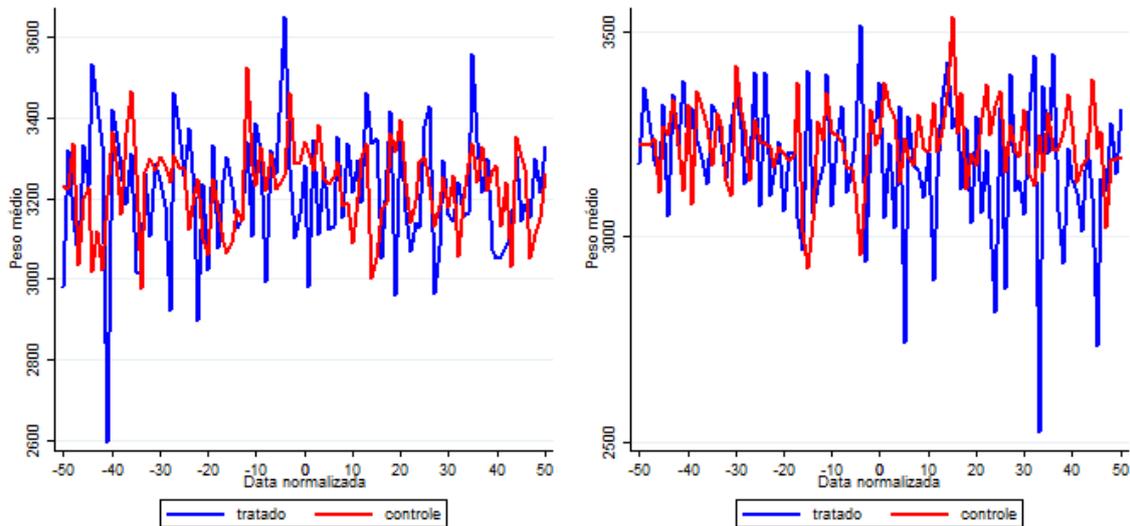
Para calcular a relação causal será utilizado o método de difference-in-differences, baseado no trabalho de Manacorda e Koppensteiner (2015). A data de corte será o dia 17 de novembro de 2015, que representa um corte aleatório no tempo. Os municípios que tiveram casos de microcefalia antes dessa data serão os grupos de tratamento, enquanto que os que não tiveram em nenhum momento da série serão os de controle.

É interessante observar a figura 1, que compara os pesos médios por dia para Pernambuco em 2014 e 2015. Para os dois casos, foi estabelecida uma data de corte em 17 de novembro de cada ano, normalizada para zero, e um intervalo de 50 dias para mais e para menos. Em 2014 percebe-se que, para a maior parte da série, os valores apresentaram uma variação constante, exceto pela queda significativa 40 dias antes da data de corte para o grupo dos tratados.

No ano de 2015, os valores apresentaram uma variação pequena no começo da série para os dois grupos. No entanto, para os tratados, após 17 de novembro, a variância aumentou

consideravelmente em decorrência da queda do peso, diferentemente de 2014. Apesar de não se poder afirmar com a figura que há efeito causal, os dados apontam para uma diferença de comportamento entre os anos e é interessante explorar os dados e buscar respostas para as possíveis causas.

Figura 1 – Peso médio diário para os tratados e controles, Pernambuco, 2014 e 2015.



Fonte: elaboração própria de acordo com dados do Sinasc. Ver Dados, seção 3.2

O trabalho pretende testar duas hipóteses. A primeira é a de que os municípios após sofrerem o tratamento se tornam um ambiente de maior estresse para as gestantes do que os de controle. A segunda hipótese a ser testada é a de que o impacto do estresse pré-natal atinge mais fortemente o primeiro trimestre de gestação, relativamente aos outros.

Os microdados são de 2014 e 2016. Dentre eles, pode-se encontrar dados que representam características da mãe, como nível de escolaridade, estado civil, idade e município de residência; características do recém-nascido, como peso de nascimento, teste de APGAR<sup>1</sup>; e características da gestação, como duração, número de consultas de pré-natal e tipo de parto.

Serão utilizados também as características do município, como população, número de enfermeiros, número de beneficiários do bolsa família e despesa com saúde. E com esses dados será estimada uma função escore de propensão<sup>2</sup>, que será incluída como um controle na

<sup>1</sup>Teste que é realizado no primeiro e quinto minuto de vida fora do útero, o qual avalia a frequência cardíaca, respiração, tônus muscular, reflexos e cor da pele do recém-nascido.

<sup>2</sup> Função obtida no primeiro estágio do Propensity Score Matching (PSM), na qual pareia as observações pelas características observáveis dos municípios, de modo que a diferença entre elas esteja somente no fato de uma receber tratamento e a outra não.

regressão. O diferencial deste método é poder controlar para características observáveis dos municípios que variam com o tempo.

Os resultados apontam que o estresse durante a gestação não impactou negativamente no peso de nascimento e na duração da gestação, de maneira que não houve diferença estatisticamente significativa entre os pesos dos recém-nascidos provenientes de municípios tratados e dos municípios não tratados após a data de corte. Algumas hipóteses foram levantadas para a discussão, como o efeito transbordamento, a redução na natalidade, a atuação do governo no controle do vetor e na orientação da sociedade. Além disso, foi feito um teste de falsificação para eliminar a possibilidade de outros eventos anteriores estarem influenciando no resultado. E pretende-se também estimar para outros estados quando os dados para estes estiverem disponíveis.

O próximo tópico fará uma revisão da literatura, destacando os artigos que servem como base para este trabalho, e se discorrerá sobre o surto de microcefalia. Na segunda serão mostrados a metodologia do trabalho e os dados. Na quarta seção os resultados serão apresentados. Logo após será mostrado o teste de robustez utilizado e por fim a conclusão. E por fim as referências e a seção de anexos.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Estresse pré-natal e *outcomes* de nascimento

O período gestacional é uma etapa bastante delicada na vida da mulher e requer inúmeros cuidados. Hábitos como fumar e ingerir bebidas alcoólicas devem ser evitados, pois geram consequências nocivas para o bebê, principalmente no que diz respeito à malformação. Por outro lado, fazer exercícios físicos e ter uma alimentação saudável devem ser estimulados.

Além desses fatores citados, a literatura médica tem se interessado cada vez mais no estudo do estresse durante a gestação. Isso acontece porque esse tipo de evento está associado aos resultados adversos na saúde da gestante, afetando a saúde mental, o sistema imunológico, cardíaco, entre outros.

O estresse durante a gravidez também pode manifestar-se no feto, através de alguns *outcomes*, dentre eles: o baixo peso de nascimento e a gestação prematura. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o primeiro é referente a um peso abaixo de 2,5 kg e o segundo a uma gravidez abaixo de 37 semanas. Segundo Wadhwa et al. (1993), isso acontece porque o estresse pré-natal aumenta a secreção do hormônio corticotrópico (CRH), que é responsável pela duração da gestação e pela maturação fetal. Além disso, o estresse experimentado no primeiro trimestre de gestação está associado a um pior desempenho desses *outcomes* relativamente aos outros trimestres (Glynn et al., 2001).

Wadhwa et al. (1993) faz um questionário durante a gestação para obter informações sobre estresse psicológico, fatores sócio-demográficos e práticas de saúde, incluindo medidas padronizadas usadas em pesquisas de estresse, de trabalhos anteriores e questões específicas sobre gravidez de acordo com o Programa Abrangente de Serviços Perinatais do Estado da Califórnia. Sua amostra inclui 90 mulheres adultas na maioria brancas, casadas, classe média alta e com emprego. e examina a relação entre o estresse pré-natal e *outcomes* de nascimento, como, peso de nascimento, idade gestacional, testes de APGAR do 1º e 5º minuto.

Encontra-se que 74,7% da amostra tiveram parto normal, que a média de peso foi de 3293,65 gramas e que 7,7% dos casos foram classificados como de baixo peso de nascimento. Além disso, observa-se que a duração média da gestação foi de 38,91 semanas, nas quais 13,2% foram prematuras. Outros *outcomes* como o teste APGAR do 1º minuto teve uma média de 8,07 pontos, enquanto o do 5º minuto teve uma de 8,95.

Dentre outros resultados encontra-se que os riscos biomédicos<sup>3</sup> estão negativamente relacionados com a duração da gestação e com o teste APGAR do 5º minuto. A ansiedade na gravidez também está negativamente relacionada com a duração da gravidez e positivamente com a incidência de parto prematuro. Já os eventos estressantes estão relacionados negativamente com o peso de nascimento e positivamente com o baixo peso de nascimento.

Por fim, após controlar para os riscos biomédicos, regressou-se os *outcomes* de nascimento em relação aos fatores de estresse e de ansiedade e encontrou que independente do risco, cada aumento unitário de eventos estressantes está associada a uma redução do peso em 55 gramas e que cada aumento unitário na ansiedade pré-natal está associada a uma redução da gestação em 3 dias.

Wadwha et al. (2003) aponta as limitações dos trabalhos na área médica anteriores aos dele, tais como o tamanho pequeno de amostra, uso inapropriado do design de estudo, controle inadequado de covariáveis como fatores de sócio-demográficos ou riscos biomédicos. Essa fraqueza metodológica prejudica na generalização dos resultados encontrados.

A literatura médica explora bastante a relação entre estresse pré-natal e os *outcomes* de nascimento, mas apresenta dificuldade em estabelecer o efeito causal. A principal limitação é o viés de seleção, pois as gestantes apresentam diferenças quanto às características genéticas, acesso ao sistema de saúde e aos recursos financeiros. Então, para resolver essa questão, pode-se utilizar eventos de natureza aleatória como fonte exógena de estresse, como ataques terroristas, terremotos, entre outros. Eles funcionam como quase-experimentos e por não estarem correlacionados com as características de quem recebe o tratamento, eles reduzem o risco do viés de variável omitida e fornecem uma relação causal, mesmo que não tenham sido criados em laboratórios (Meyer, 1995; Torche, 2011).

O trabalho de Camacho (2008) é a primeira tentativa de medir o efeito do estresse pré-natal decorrente do terrorismo em *outcomes* de nascimento. Também analisa em qual trimestre de gestação o estresse teve maior impacto. Para isso ela usa as explosões de minas terrestres como um choque de estresse exógeno. A autora fala da importância de utilizar esse tipo de evento para isolar o impacto do estresse nos resultados de nascimento do efeito de outros fatores nesses mesmos resultados.

---

<sup>3</sup> Complicações durante a gravidez como diabetes, eclampsia, morte fetal, herpes, entre outros.

Uma vantagem do trabalho apontada por ela é o conjunto grande de dados, que abrange aproximadamente 4 milhões de nascidos na Colômbia de 1998 a 2003, o que permite observar várias gestações da mesma mãe, dando poder estatístico. Isso acontece porque amostras de cross-section podem causar viés decorrente de heterogeneidades não-observadas com relação a dotações genéticas, comportamento dos pais e diferenças nas percepções de estresse. Então a comparação entre irmãos é o melhor caminho para lidar com esses aspectos não observados

O peso médio é de 3,153 gramas e 7,74% dos nascidos apresentaram baixo peso de nascimento. O trabalho encontra, utilizando o modelo de efeitos fixos de municípios, que a diferença média do peso entre crianças nascidas em municípios com e sem explosões de minas terrestres durante o início da gestação é de 7,5 gramas. Utilizando o modelo de efeitos fixos para mãe, a diferença média do peso entre crianças da mesma mãe nascidas no período em que não houve explosão e no que houve é de 8,7 gramas, resultado bem similar ao do modelo anterior.

Eccleston (2012) utiliza os ataques terroristas de 11 de setembro de 2001 como um choque psicológico substancial, pois fornece uma oportunidade de estimar o efeito causal da exposição da gestante ao estresse nos *outcomes* de nascimento. O estudo usa os registros dos nascidos entre 1995 e 2004 e dos estudantes dos anos 2003 a 2009 da escola pública de Nova York, cidade esta que foi a mais afetada.

Os *outcomes* analisados foram a saúde materna na gravidez, a saúde no nascimento e o desempenho escolar. A ideia é comparar os indivíduos da mesma cidade no tempo. Então o ataque terrorista separa quem nasceu após o evento, sendo assim exposto ao esse acontecimento estressante com quem nasceu antes, portanto não exposto.

A autora encontra que gestantes expostas ao ataque terrorista durante o primeiro ou segundo trimestre tiveram uma probabilidade entre 2% e 5% maior de sofrer um risco médico e foram 2% mais propensas a experimentar uma complicação no trabalho de parto em relação a quem não foi exposta. Além disso, encontra também que os nascidos expostos apresentaram entre 1 e 1,5 dias a menos de vida intrauterina, pesaram entre 8 e 19 gramas a menos e tiveram 0,1% a menos no resultado de teste APGAR do 5º minuto em relação aos nascidos antes desse evento. Ela percebe também que os nascidos do sexo feminino e do masculino foram afetados igualmente.

Uma possível crítica apresentada pela autora é a de que o ataque gerou uma poluição na cidade, de modo que pode ter afetado os *outcomes* de nascimento, prejudicando na estimação precisa do impacto do estresse pré-natal decorrente do ataque, pois torna difícil a separação do que foi decorrente da poluição do que foi decorrente do estresse. Desse modo, a autora excluiu as duas áreas mais afetadas pela poluição, que foi Manhattan e o Brooklyn ocidental.

O trabalho também encontra resultados estatisticamente significantes para os *outcomes* de performance escolar. Para as crianças de 6 anos, que foram expostas enquanto estavam no útero, os meninos foram entre 7% e 9% mais propensos a estarem em uma educação especial e de 15% a 18% mais suscetíveis a estarem no jardim de infância ao invés de estarem no primeiro grau. Para as meninas não se encontra nenhum efeito.

Analisando outra vertente da violência sobre a gestação, Brown (2014) foca no estudo do impacto da violência resultante dos crimes e conflitos decorrentes do narcotráfico, no México, nos *outcomes* de nascimento. Para representar esse tipo de violência, ele utiliza taxas de homicídio. E ele vai comparar nascidos antes e depois dos conflitos entre os anos de 2002 e 2009. Além disso, utiliza dados de irmãs para poder comparar e controlar para fatores como migração e fertilidade.

O autor encontra que crianças expostas no primeiro trimestre de gestação tem uma redução significativa de 75 gramas no peso ao nascer e um aumento substancial de 3-5% na probabilidade de ter um baixo peso de nascimento. Ademais, crianças com baixas condições socioeconômicas sofrem mais, nas quais os efeitos sobre peso de nascimento é o dobro.

Manacorda e Koppensteiner (2015) comenta que trabalhos que focam em eventos de violência extrema, como explosões de minas terrestres e ataques terroristas, acabam tendo um efeito indireto adicional nos resultados de nascimento e isso torna difícil a mensuração do impacto que é decorrente do estresse do que é proveniente de outros motivos, como por exemplo, deterioração dos padrões de vida, dificuldade no acesso aos serviços pré-natais ou redução na disponibilidade de comidas ricas em nutrientes.

Os autores sugerem também que eventos extremos não tem a capacidade de generalizar os resultados para outros países, já que são eventos particulares para alguns países, enquanto que o homicídio tem essa capacidade. Sendo assim, eles abordam o impacto do estresse pré-natal decorrente da exposição à violência, representada por homicídios, nos

resultados de nascimento. Eles testam a hipótese de que a exposição no primeiro trimestre de gestação pode acarretar num baixo peso de nascimento e numa gestação prematura e alegam que nos cálculos dos custos do crime esse tipo de acontecimento é ignorado.

Eles focam em municípios pequenos, principalmente rurais, nos quais o homicídio pode ser considerado exógeno, dado que é um evento raro e inesperado, sendo assim mais traumático, e comparam com a análise por bairros do município de Fortaleza, uma das cidades mais violentas no Brasil, na qual a violência pode ser considerada frequente e endêmica.

A base de dados que eles utilizam permite fazer uma relação entre o município de residência da mãe durante a gestação com o município de ocorrência do homicídio. O período de análise compreende os anos de 2000 a 2010. E a riqueza dos dados permite comparar como o impacto do evento estressante pode variar entre as diferentes características entre as mães, como nível educacional, frequência em consultas pré-natal, raça, entre outras.

Através do método de differences-in-differences entre municípios e no tempo, eles encontram que, para municípios pequenos, um homicídio extra durante o primeiro trimestre de gestação é responsável por um aumento de 8% na probabilidade de baixo peso de nascimento. Já para Fortaleza o valor encontrado é de 15% do valor para os municípios pequenos, corroborando com a ideia de que o efeito da violência é menor quando ela é endêmica.

O trabalho de Glynn et al. (2001) testa a hipótese de que o estresse que ocorre no início da gravidez tem um impacto maior na parte emocional e duracional da gestação. Para isso analisa-se o efeito de um terremoto de magnitude de 6.8 que ocorreu em Northridge, Califórnia, em 1994, que tem como vantagem sua natureza quase-experimental, situação na qual a ocorrência de um evento fortuito ou em larga escala imprevisto, permite formar grupos de tratamento e controle parecidos em diversos aspectos. Com uma amostra de 281 grávidas, baseia-se em duas variáveis de vulnerabilidade: respostas emocionais maternas ao stress, através de uma pesquisa; e duração da gestação. Além disso, comparam-se mulheres em diferentes níveis de gestação e também as que já haviam realizado o parto.

Então são feitas duas regressões, uma do momento do terremoto em relação à resposta psicológica com uma função quadrática e outra em relação à idade gestacional. Ele utiliza como testes de falsificação a regressão para momentos antes e depois do terremoto para saber

se outros fatores influenciam esses resultados, além do que controla a regressão para riscos obstétricos e concentração de CRH, hormônio responsável pela duração da gestação.

Encontra-se que o terremoto foi mais estressante para gestantes que estavam no primeiro trimestre de gravidez e menos no terceiro, indicando que o avanço da gestação pode atenuar os efeitos psicológicos do stress. Além do mais, mulheres que não foram expostas ao terremoto durante a gravidez tiveram uma gestação média maior. Encontram também que o risco obstétrico e concentração de CRH influenciam 24% da variância na idade gestacional no nascimento.

Simeonova (2011) investiga os efeitos da exposição aos desastres naturais nos resultados de nascimento para os Estados Unidos entre 1968 e 1988. Ele inovou ao estudar o efeito desses eventos na prematuridade, pois os trabalhos anteriores só tinham estudado o efeito de desastres naturais no peso de nascimento.

Com uma lista de 18 desastres, dentre eles avalanche, fortes tempestades, tornados, enchentes, vulcões, terremotos, ondas de calor e de frio, utiliza o número de mortos como medidor do impacto desses eventos. A estratégia de identificação baseia-se na imprevisibilidade do momento em que ocorre o evento climático, pois apesar de algumas localidades serem mais prováveis de terem desastres, não tem como saber o momento exato em que eles vão ocorrer. Assim a ideia é comparar municípios em que ocorreram e em que não ocorreram os desastres e também o mesmo município antes e depois do evento.

O autor controla para vários tipos de efeitos fixos, como de mês, de ano e de município. Ao testar para todos os tipos de desastres, ele encontra que uma exposição a elas no último trimestre de gestação gera uma redução, mas é muito pequena. Já uma exposição no segundo trimestre gera uma queda média equivalente a cerca de 1/10 de dia.

Analisando por tipo de desastre, para a duração da gestação, as tempestades agudas, ondas de calor e de frio não apresentaram significância para nenhum trimestre. Os outros desastres apresentaram efeito negativo no segundo trimestre de gestação, com destaque para as enchentes que tiveram impacto maior, resultando numa redução de dois dias na gestação. Para o peso de nascimento, apenas as ondas de frio não apresentaram resultado significativo. Os outros desastres apresentaram efeito negativo no segundo trimestre, no qual as enchentes apresentaram impacto maior. O autor elenca possíveis justificativas para o efeito ser pequeno em magnitude, como pode ser o caso da adaptação das pessoas a esses eventos já que existem

áreas com mais propensão a ocorrerem desastres naturais, das estimativas estarem viesadas para baixo por conta de erros de medida e porque é impossível saber quem é diretamente afetado pelo desastre natural.

Já Torche (2011) faz uma análise de impacto para um tipo de desastre natural. Ela usa o terremoto Tarapaca, que atingiu o norte do Chile em 2005, como fonte exógena de estresse maternal para avaliar o efeito dele nos pesos de nascimento em diferentes estágios da gestação.

A autora elenca as condições que garantem que o terremoto é um instrumento válido para o estresse maternal. Dentre elas pode-se destacar que a sua alocação é aleatória, pois apesar de alguns locais serem propensos a terem esse tipo de evento, não dá para prever quando e onde ocorrerá; ele induz estresse ao menos para alguns indivíduos da população, pois pesquisas mostram que aumenta a incidência de ataques cardíacos e mudanças na função do cérebro etc. Além disso, o desastre natural atende a condição de monotonicidade, pois não existem evidências de uma redução no estresse em decorrência do evento.

A autora utiliza o método de difference-in-differences entre regiões expostas e não expostas a esse evento estressante, analisando certificados de nascimento de 2004 a 2006. Ela encontra que fetos expostos durante o primeiro trimestre de gestação experimentam em média uma redução de 51 gramas. A probabilidade de baixo peso de nascimento aumenta de 4,6% a 6,5% no primeiro trimestre de gestação. Já em relação à idade gestacional, indica uma redução em um quinto de uma semana.

Segundo Torche (2011), esses resultados são robustos e consistentes. E indicam um aumento substancial na probabilidade de baixo peso de nascimento para mulheres que experimenta o estresse no primeiro trimestre de nascimento e não no final da gravidez e que isso é em parte devido a uma redução na gestação do que por outros motivos, como fatores que afetem o crescimento intrauterino.

Black et al. (2016) faz uma abordagem diferente dos trabalhos anteriormente citados, pois usa a morte dos pais da gestante como fonte exógena de estresse e analisa os efeitos disso tanto de curto prazo quanto de longo prazo. E utilizam dados da Noruega de 1967 a 2009 que envolvem peso de nascimento, teste APGAR, testes cognitivos, escolaridade, salários, entre outros.

Os próprios autores elencam algumas dificuldades ao abordar esse tema. A primeira é que, segundo eles, os pais da gestante podem ser fontes de recurso para a mesma ou podem morar com ela. Assim, a morte deles ou de um deles vai impactar no fornecimento de recursos financeiros e assim prejudicar a qualidade da gestação, de modo que vai influenciar nos *outcomes* de nascimento por outra via que não a do estresse emocional. Assim, se torna difícil separar o impacto nos resultados do que é decorrente do estresse em perder um parente do que é decorrente da perda de uma parcela da fonte de renda. Para resolver isso, eles só analisam as mães entre 25 e 45 anos, intervalo no qual geralmente se é mais independente financeiramente.

A segunda limitação é que indivíduos que perdem um parente geralmente não correspondem a uma amostra aleatória da população. Isso acontece porque em famílias de baixa renda os pais são mais propensos a morrerem mais cedo. Para contornar isso, utilizou-se efeito fixo de mãe comparando dois filhos nascidos de uma mesma, mas com a morte afetando somente um. Também controla para se a morte ocorre numa janela muito curta em torno da gravidez. Isso serve para isolar o efeito da morte durante a gravidez da que acontece num período perto dessa.

O trabalho sugere que mortes súbitas devido aos ataques cardíacos podem ser mais difíceis de lidar do que as de causa persistente como o câncer. Eles encontram resultado negativo e significativo para o teste APGAR. Encontraram também efeito negativo no peso de nascimento. Além disso, constatam que os efeitos são maiores para os meninos do que para as meninas. No entanto, não encontram evidência de efeitos em testes cognitivos, frequência escolar e salários.

Esses trabalhos citados fomentam as discussões sobre o estudo da relação entre estresse pré-natal e *outcomes* de nascimento e chamam a atenção para a importância de estudá-lo, expandindo para outras áreas além da médica, como a econômica. Isso acontece porque um baixo desempenho dos *outcomes* de nascimento gera efeitos tanto de curto, quanto de longo prazo. O primeiro compreende o aumento na mortalidade infantil e nas taxas de hospitalização. E este fato gera uma preocupação em relação à alocação de recursos por parte do governo, pois o aumento na necessidade de assistência médica ambulatorial e de internação gera custos financeiros para atender a essas demandas. (Almond et al., 2005). O segundo se refere aos efeitos associados às dificuldades neurológicas e cognitivas, o que afeta

o desempenho na escola e conseqüentemente no mercado de trabalho. (Bhutta et al., 2012; Black et al., 2007; Case, Ferting and Paxson, 2005; Oreopoulos, 2008).

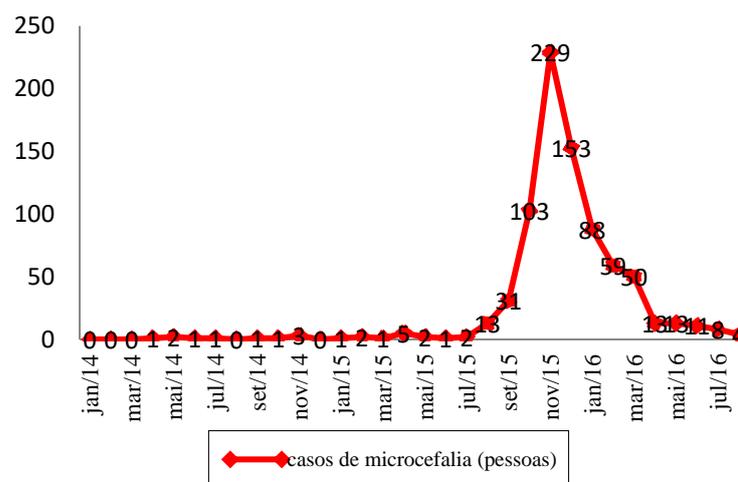
## 2.2. O surto de microcefalia de 2015

De acordo com a OMS, Organização Mundial da Saúde, a microcefalia apresenta uma etiologia complexa e multifatorial, podendo ocorrer devido a desordens genéticas, intoxicação química, uso de drogas, má nutrição durante a gestação e infecções transplacentais via bactéria ou virose; dentre elas a rubéola, o HIV, citomegalovírus e arboviroses como chikungunya, entre outras (Calvet et al., 2016). Além disso, não há registro na literatura de ter havido casos de epidemia de microcefalia.

Recém-nascidos com essa anomalia apresentam um perímetro cefálico menor que dois ou mais desvios-padrão do que a média para a mesma idade, sexo e tempo de gestação. Ela é condição para um grande número de doenças associadas ao desenvolvimento cognitivo e motor do bebê. (Ministério da Saúde, 2015).

O gráfico 1 apresenta o número de casos de microcefalia em Pernambuco que foram registrados no Sinasc<sup>4</sup> de janeiro de 2010 à agosto de 2016, de acordo com a base do presente trabalho. De 2010 a 2014 a média de casos de microcefalia foi de 9 por ano para o estado de Pernambuco, sendo Recife, Petrolina e Paulista com mais casos, enquanto que Águas Belas, Amaraji e Belo Jardim foram alguns dos que apresentaram menos casos.

Figura 2 - Número de casos de microcefalia registrados no Sinasc, Pernambuco, 2010-2016.



Fonte: Elaboração própria através do Sinasc (DATASUS)

<sup>4</sup> Sistema de Informação de Nascidos Vivos (DATASUS)

Em 2015 houve um crescimento inesperado da anomalia, no qual só no mês de outubro foram registrados 103 casos no Sinasc, seguidos do mês de novembro com 229 casos, onde Recife, Jaboatão dos Guararapes e Olinda foram os que registraram mais casos na plataforma. Esse aumento significativo fez o Ministério da Saúde decretar, em 11 de novembro do mesmo ano, situação de emergência em saúde pública para os casos de microcefalia.

No início do surto a causa foi incerta, pois não havia correlação com histórico de doença genética na família. Em seguida, testes feitos atestaram que a patologia estava associada a um processo de infecção congênita, ou seja, passado de mãe para filho, mas exames para agentes que poderiam ser a causa da epidemia deram negativos.

No entanto, constatou-se que os primeiros meses de gestação das mães que tiveram filhos com microcefalia corresponderam ao período de maior circulação do vírus Zika na região Nordeste e ao fazer uma análise do histórico da gravidez dessas mães constatou-se que em 70% dos casos elas apresentavam sintomas de erupções na pele no início da gestação, sintomas que a princípio tinham sido associados a sintomas de dengue.

No dia 17 de novembro de 2015, a Fiocruz notificou que o Laboratório de Flavivírus do Instituto Oswaldo Cruz concluiu diagnósticos que constataram a presença do genoma do Zika vírus em amostras de duas gestantes da Paraíba, cujos fetos foram confirmados com microcefalia por meio de exames de ultrassonografia. O material genético (RNA) do vírus foi detectado em amostras de líquido amniótico, com o uso da técnica de RT-PCR em tempo real. (Ministério da Saúde, 2015)

A distribuição dos casos suspeitos não apresentou característica de dispersão, de modo que a epidemia inicialmente se espalhou para outros estados do Nordeste, de modo que nesta região Pernambuco, Paraíba e Bahia apresentaram o maior número casos. Em seguida se alastrou para as outras regiões do país, começando com uma suspeita em Goiás e depois se dispersando para outros estados, como Pará, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Entre 8/11/2015 e 02/12/2017, para o Brasil, foram notificados 15.150 casos suspeitos de alterações no crescimento e desenvolvimento possivelmente relacionadas à infecção pelo vírus Zika, dos quais 2.903 permaneceram em investigação e dos investigados, 3.037 foram confirmados<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Apresentam alterações indicativas de infecção congênita, como calcificações intracranianas, dilatação dos ventrículos cerebrais ou alterações de fossa posterior entre outros sinais clínicos observados por qualquer método de imagem ou identificação do vírus Zika em testes laboratoriais.

(Ministério da Saúde, 2018). Só para Pernambuco foram notificados 2473, sendo 437 confirmados.

### 3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

#### 3.1. Modelo

O Presente trabalho utilizará o método de *Difference-in-differences* (DD) para medir o impacto do estresse pré-natal nos *outcomes* de nascimento. Este modelo foi proposto por Heckman, Ichimura e Todd (1997, 1998).

Como o próprio nome diz, é um cálculo de dupla diferença. A primeira diferença é feita de duas formas: uma entre os grupos de tratamento e controle antes da intervenção e outra após da intervenção. Na segunda se calcula a diferença entre os dois resultados, ou seja, entre as duas diferenças encontradas. Assim, o que resulta é decorrente somente da intervenção. Considere  $T=\{1,0\}$  para quem recebe e quem não recebe o tratamento e  $t=\{0,1\}$  para os períodos antes e depois do evento. Assim, o estimador será representado por:

$$\beta_{DD} = \{E[Y|T = 1, t = 1] - E[Y|T = 0, t = 1]\} - \{E[Y|T = 1, t = 0] - E[Y|T = 0, t = 0]\}$$

Segundo Peixoto et al. (2012), o método apresenta três hipóteses básicas. A primeira é que as trajetórias temporais das variáveis de resultado entre os tratados e não tratados sejam parecidas antes do choque, pois o grupo de controle tem que representar o que ocorreria ao tratado caso não houvesse a intervenção. Assim, após a intervenção, a diferença que houver entre os dois será devido ao choque. Vale destacar que eles podem começar com posições iniciais diferentes, ou seja, podem ter valores médios diferentes antes da intervenção, assim, o que importará é terem variação temporal semelhante.

A segunda é que a composição dos grupos de tratamento e controle não varie de forma significativa entre os períodos antes e depois do choque. Isso é importante para se isolar o efeito do acontecimento exógeno. E a terceira é que os grupos de tratamento e controle não sejam afetados de forma diferente por mudanças de qualquer espécie que ocorram após o programa.

A vantagem de utilizar esse método é que ele é capaz de lidar com o viés de autosseleção decorrente de características não observáveis e que são invariantes no tempo, que podem influenciar na participação do evento. Além disso, outro ponto positivo é que ele também pode ser usado para dados agregados.

O primeiro passo é definir a variável que representará a ocorrência do evento, através de uma data de corte que dividirá o período entre antes e depois da ocorrência dele. Dessa forma, utilizou-se a data de 17 de novembro de 2015, que foi quando o Ministério da Saúde

confirmou para o país, através de meios de comunicação em escala nacional, a presença do Zica vírus no útero de algumas gestantes da Paraíba. Sendo esta a primeira confirmação no mundo da relação entre o vírus e a má formação congênita, denotando uma característica aleatória ao evento e tornando possível considerar o surto de microcefalia uma fonte exógena de estresse. Então, será construída uma variável dummy chamada tempo, que será igual a um para os nascimentos após essa data de corte e zero caso contrário.

O segundo passo é determinar quais serão os grupos de tratamento e de controle. Para isso será definida uma variável dummy chamada tratado, que será igual a um para os municípios que tiveram casos de microcefalia antes da data de corte, ou seja, do dia 17 de novembro de 2015 e será zero para os municípios em que nunca houve casos de microcefalia. Foram retirados dessa variável os municípios que foram controle antes da data de corte e depois se tornaram tratados, pois novo comportamento deles pode gerar estresse na gestante, dado que ele deixou de ser um ambiente seguro, por não ter casos da anomalia, e passou a ser um foco dela. E isso não representará o comportamento esperado de um município que faz parte do grupo de controle.

Isso se sustenta pelo fato de que naquela época foram encontradas evidências de que o surto de microcefalia teria sido decorrente da epidemia do vírus Zika. Desse modo, a gestante, ao saber que no seu município de residência houve casos de microcefalia antes de 17/11/2015, ficará preocupada com a possibilidade de também ser exposta ao vírus do Zica e assim gerar um bebê com microcefalia.

Então será testada a hipótese de que municípios com casos de microcefalia serão ambientes de maior estresse para as gestantes, de modo que os nascidos de mães residentes nesses municípios apresentarão pesos menores após o dia 17/11/2015, do que os nascidos de gestantes que viveram nas cidades que não apresentaram casos de microcefalia para o período de análise.

A segunda hipótese a ser testada é a de que o impacto do estresse pré-natal atinge mais fortemente o primeiro trimestre de gestação, relativamente aos outros. Para isso vai-se calcular em qual trimestre a gestação estava ao ser anunciada a relação entre o surto de microcefalia e a epidemia do vírus Zika e estimar o impacto por trimestre de gestação.

O modelo econométrico a ser estimado é:

$$Y_{imt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Tratado}_{im} + \beta_2 \text{Tempo}_{it} + \beta_3 (\text{Tratado} \times \text{Tempo}) + \beta_4 X_{imt} + d_m + d_{mn} + d_{mc} + u_{imt}$$

Onde  $Y_{imt}$  é o outcome de nascimento, isto é, o peso de nascimento do bebê e a duração da gestação para a mulher  $i$  no tempo  $t$  no município de residência  $m$ . *Tratado* é uma variável dummy que assume o valor 1 quando a mãe mora no município que teve caso de microcefalia antes do dia 17/11/2017 e 0 caso contrário. A variável *tempo* é uma dummy que é igual a 1 quando os nascimentos ocorrem após 17/11/2015.

Considerando que o surto de microcefalia não foi antecipado e assumindo que na ausência dele  $Y_{imt}$  variaria de forma parecida entre os tratados e não tratados, o parâmetro  $\beta_3$  representará o efeito causal do evento estressante nos *outcomes* de nascimento, chamado de estresse pré-natal, através da interação entre as variáveis: tratado e tempo. Além disso, na ausência de tratamento  $\beta_3$  seria estatisticamente indiferente de zero, pois as diferenças entre o grupo de tratamento e controle permaneceria constante ao longo do tempo (Meyer, 1995).

A variável  $X_{imt}$  inclui as características da mãe (escolaridade, cor, idade, e estado civil), do parto (se foi prematuro, número de consulta pré-natal, tipo de gravidez e o tipo de parto) e do município (população de 2014 a 2016, despesas com saúde de 2014 a 2016, número médio de beneficiários do bolsa família de 2014 a 2016 e o número de enfermeiros em 2014 a 2016).

As variáveis de município serão utilizadas para calcular o primeiro estágio do Propensity Score Matching (PSM). Este método usa uma medida de distância que mostra quais são as unidades no grupo de controle que possuem um número de características observáveis mais próximas das unidades do grupo de tratamento. Com isso será estimada a função score de propensão que calculará a probabilidade cada observação receber tratamento de acordo com essas variáveis.

Esta função é usada como controle de modo a reduzir as heterogeneidades entre os municípios em relação as características observáveis que variam no tempo. A ideia é parear os municípios tratados e os não tratados de acordo com as variáveis observáveis de modo que a diferença entre eles só esteja no fato de um receber tratamento e o outro não, ou seja, de um ter casos de microcefalia e o outro não.

Além disso, a equação inclui três tipos de efeito fixo, sendo o  $d_m$  de município,  $d_{mn}$  o de mês de nascimento e  $d_{mc}$  o de mês de concepção. Para construir esses dois últimos eu fiz de

acordo com Koppesteiner e Manacorda (2016), no qual eles enumeraram os meses de concepção que foram observados nos dados deles. No meu caso, essa variável vai de 1 para o primeiro mês de concepção observado (janeiro de 2014) à 27 (último mês de concepção, março de 2016). O de mês de nascimento vai de 1 (janeiro de 2014) à 32 (último mês de nascimento, agosto de 2016). Ao se colocar os dois efeitos fixos, não é necessário colocar o efeito fixo de ano, pois já está incorporado.

É feito um teste de robustez. Chamado de teste de falsificação, ou teste placebo, que é feito através de uma mudança na data de corte para 17/11/2014, 17/09/2015, 17/10/2015 e 17/12/2015. O teste de falsificação consiste em estipular datas de corte fictícias para testar se outros eventos podem estar influenciando os dados, como por exemplo, a sazonalidade.

### **3.2. Dados**

Os dados sobre nascidos vivos, utilizados no trabalho, são retirados do Sistema de Nascidos Vivos (SINASC) do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), dados esses que são coletados por ocasião do nascimento a partir da Declaração de Nascido Vivo. As informações são públicas e os microdados não incluem qualquer variável que permita a identificação, e o período de análise é de janeiro de 2014 à agosto de 2016. Ao todo são 382.688 observações.

No período de elaboração do artigo só tinham informações até 2014 para todos os estados no site. Uma solução foi solicitar diretamente os dados preliminares de 2015 e 2016 de Pernambuco para a secretaria de saúde do estado. Atualmente tem o ano de 2015 para todos os estados. Então quando for incluído o ano de 2016 o trabalho será reproduzido para abranger as outras unidades de federação.

Os dados fornecem informações sobre a mãe, o recém-nascido e sobre a gestação. Com relação à mãe, fornece-se a idade, a escolaridade, o estado civil e o município de residência. Com relação ao recém-nascido, pode-se obter o peso de nascimento, a cor, o sexo e o resultado do teste Apgar de 1º e do 5º minuto. Pode-se também saber se o bebê apresenta alguma anomalia e qual o tipo. Para saber qual é o código da microcefalia é preciso consultar o Código Internacional de Doenças (CID-10), a qual corresponde ao código “Q02”.

Referente à gestação, contém informação sobre a duração dela em semanas, local de nascimento (hospital, outro estabelecimento de saúde, aldeia indígena, domicílio e outro), município e estado de ocorrência do parto, a quantidade de consultas pré-natal (0, entre 1 e 3,

4 e 6, 7 ou mais), tipo de parto (normal ou cesáreo) e tipo de gravidez (única, dupla, tripla ou mais).

Na base, o estado apresenta uma média em torno de 140.000 nascimentos por ano. Além disso, a ocorrência de microcefalia corresponde a uma média de 10 casos por ano antes de 2015. Já neste ano foram confirmados 543 casos e para o ano de 2016, até agosto foram confirmados 246.

Na tabela 1 pode-se ver algumas estatísticas descritivas separadas por grupos de tratado e de controle antes do choque, representado pelo dia 17/11/2015. Ademais, é possível visualizar a média e o desvio padrão para as variáveis que representam as características da mãe, do recém-nascido e da gestação.

De acordo com essa tabela, percebe-se que os dois grupos apresentam valores médios similares, o que indica que o grupo de controle é um bom contrafactual para o grupo dos tratados. Analisando as características da gestação, percebe-se que os dois grupos têm uma duração média de 38 semanas, onde 11% foi prematura, a maioria foi única e quase metade dos partos foi cesáreo. Além disso, aproximadamente 67% das gestantes compareceram a 7 ou mais consultas de pré-natal. Em relação às características dos recém-nascidos, praticamente metade são do sexo feminino e observa-se que a média dos pesos foi em torno de 3,2kg. Os bebês com peso baixo ao nascer representam em torno de 7% da base. Além do mais os testes apgar de primeiro e quinto minuto apresentaram uma média de aproximadamente 8 e 9 pontos, respectivamente.

Já no que se refere às características das gestantes, constata-se que a idade média foi de 25 anos, das quais 43% eram solteiras. Ademais, aproximadamente 50% apresentava entre 8 e 11 anos de escolaridade, seguido de 31% apresentando entre 4 e 7 anos. Já as que têm mais de 12 anos representavam 7% da amostra.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas para tratados e controle, Pernambuco, 2014-2016

| Características da gestação | Tratado |               | Controle |               |
|-----------------------------|---------|---------------|----------|---------------|
|                             | Média   | Desvio-padrão | Média    | Desvio-padrão |
| <b>Duração (semanas)</b>    | 38,55   | 2,35          | 38,63    | 2,41          |
| <b>Gestação prematura</b>   | 0,11    | 0,314         | 0,114    | 0,318         |
| <b>Consulta pré-natal</b>   |         |               |          |               |

|                                         |          |       |         |         |
|-----------------------------------------|----------|-------|---------|---------|
| 0                                       | 0,014    | 0,117 | 0,013   | 0,115   |
| 1 à 3                                   | 0,054    | 0,227 | 0,051   | 0,22    |
| 4 à 6                                   | 0,25     | 0,433 | 0,251   | 0,433   |
| maior que 7                             | 0,675    | 0,468 | 0,679   | 0,466   |
| <b>Tipo de gestação</b>                 |          |       |         |         |
| Única                                   | 0,982    | 0,131 | 0,982   | 0,133   |
| Dupla                                   | 0,016    | 0,126 | 0,016   | 0,127   |
| Tripla                                  | 0,0004   | 0,021 | 0,0003  | 0,018   |
| <b>Tipo de parto</b>                    |          |       |         |         |
| Normal                                  | 0,445    | 0,496 | 0,508   | 0,499   |
| Cesário                                 | 0,554    | 0,497 | 0,49    | 0,499   |
| <b>Características do recém-nascido</b> |          |       |         |         |
| <b>Peso (gramas)</b>                    | 3.229,40 | 548,7 | 3230,95 | 550,243 |
| <b>Baixo peso de nascimento</b>         | 0,074    | 0,262 | 0,073   | 0,261   |
| <b>Gênero</b>                           |          |       |         |         |
| Feminino                                | 0,484    | 0,49  | 0,49    | 0,49    |
| Masculino                               | 0,515    | 0,49  | 0,5     | 0,49    |
| <b>Apgar 1</b>                          | 8,37     | 1,384 | 8,285   | 1,358   |
| <b>Apgar 5</b>                          | 9,42     | 1,22  | 9,418   | 1,123   |
| <b>Características da mãe</b>           |          |       |         |         |
| <b>Idade (anos)</b>                     | 25       | 6,448 | 25      | 6,525   |
| <b>Cor</b>                              |          |       |         |         |
| Branca                                  | 0,25     | 0,433 | 0,18    | 0,386   |
| Preta                                   | 0,015    | 0,121 | 0,019   | 0,139   |
| Amarela                                 | 0,001    | 0,039 | 0,001   | 0,039   |
| Parda                                   | 0,714    | 0,451 | 0,762   | 0,425   |
| Indígena                                | 0,007    | 0,087 | 0,019   | 0,137   |
| <b>Estado civil</b>                     |          |       |         |         |
| Solteira                                | 0,437    | 0,496 | 0,43    | 0,495   |
| Casada                                  | 0,298    | 0,457 | 0,3     | 0,459   |
| separada                                | 0,006    | 0,07  | 0,005   | 0,075   |
| Viúva                                   | 0,002    | 0,049 | 0,002   | 0,048   |
| <b>Escolaridade (anos)</b>              |          |       |         |         |
| 0                                       | 0,016    | 0,126 | 0,018   | 0,133   |
| 1 à 3                                   | 0,069    | 0,255 | 0,079   | 0,271   |
| 4 à 7                                   | 0,31     | 0,46  | 0,314   | 0,464   |
| 8 à 11                                  | 0,518    | 0,499 | 0,501   | 0,5     |
| maior que 12                            | 0,072    | 0,259 | 0,0724  | 0,259   |

Fonte: elaboração própria a partir dos dados do Sinasc.

Dessa base foram obtidas as variáveis de resultado e as de controle. O primeiro caso será representado pelo peso de nascimento e pela duração da gestação. O grupo de controle será

representado por todos os outros dados, que são: o número de consultas pré-natal, o tipo de parto, o tipo de gestação, sexo do recém-nascido; a idade, a cor, o estado civil e o nível de escolaridade da mãe.

Como foi relatado na seção anterior, os municípios que apresentaram casos de microcefalia antes da data de corte, 17 de novembro de 2015, serão o grupo de tratamento<sup>6</sup>, enquanto que os municípios que não apresentam nenhum caso de microcefalia serão o grupo de controle. Desse modo, será utilizada a informação do município de residência para saber onde a mãe viveu durante sua gestação.

Poderia-se utilizar casos de Zika como variável independente, para captar o estresse decorrente do surto do vírus Zika (associado ao surto de microcefalia) nos *outcomes* de nascimento, mas muitos casos de dengue podem ter sido diagnosticados como de Zika, por conta de suas semelhanças nos sintomas. Assim, utilizar dados de microcefalia para definir os grupos de tratamento e controle dá uma informação mais segura e permite gerar municípios de tratamento e controle de maneira mais correta.

Igualmente, como a base informa também se a criança nasceu com microcefalia, associando essa informação com a do município de residência é possível observar em quais municípios houve casos de microcefalia para comparar os *outcomes* de nascimento das gestações que ocorreram nessas cidades com as que não ocorreram.

Pretende-se também avaliar o impacto do estresse pré-natal entre os trimestres de nascimento. Para isso, baseado no trabalho de Manacorda e Koppesteiner (2015), construiu-se uma variável chamada data de concepção que é representada pela subtração da duração da gestação em relação à data de nascimento. Assim, o trimestre em que a gestação está ao ter conhecimento da gravidade do surto de microcefalia é obtido através da diferença entre a data de corte e a data de concepção, de modo que quando essa diferença for de 90 dias, 180 e maior ou igual a 181 dias estará no primeiro, segundo e terceiro trimestre, respectivamente.

Para calcular a função escore de propensão da primeira fase do PSM é preciso escolher variáveis municipais observáveis que pareiem os municípios, de modo que a diferença entre eles seja o fato de uma parte receber o tratamento. Na base tem informações sobre a população de 2014 a 2016, a despesa com saúde de 2014 a 2016 em reais, o número de enfermeiros de 2014 a 2016 e o número médio de beneficiários de 2014 a 2016. O primeiro

---

<sup>6</sup> A seção Apêndice conterà a lista dos municípios tratados e os de controle.

foi retirado do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o segundo e terceiro do DATASUS e o quarto do Portal de Transparência do Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União. Na tabela 2 pode-se visualizar a média e o desvio-padrão para essas variáveis.

A base apresentou uma média de 50.638 habitantes por ano no estado de Pernambuco. Já a despesa com saúde possui uma média de R\$ 22.807.452. Além disso, pode-se observar uma média de 34 enfermeiros por ano e 6.105 beneficiários do bolsa família.

Vale destacar que, para os dados de enfermeiros, para calcular a média anual é preciso fazer interpolação linear, pois não há informação para todos os meses. Além disso, não há dados de despesa com saúde para Fernando de Noronha.

Uma questão que pode ser levantada é a de que não há a informação se a gestante é fumante ou ingeriu bebida alcoólica, o que está correlacionado com os *outcomes* de nascimento. No entanto, em um estudo feito por Marin et al. (2003) constatou-se que gestantes fumantes apresentam menor adesão ao pré-natal, pois comparecem a um menor número de consultas em relação às não fumantes. E a base do presente trabalho possui dados do número de consultas de pré-natal.

Uma possível crítica é a de que o surto de microcefalia começou durante o período em que o Brasil estava enfrentando uma crise econômica, e que os elevados níveis de desemprego decorrentes dela poderiam influenciar nos estresse pré-natal, de modo que se tornaria difícil desagregar o efeito do estresse decorrente da microcefalia, ao do decorrente do desemprego. No entanto esse problema pode ser resolvido ao se colocar efeito fixo que capte a questão temporal, no caso deste trabalho o efeito fixo de mês de concepção e de mês de nascimento.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas para os dados à nível de município

| <b>Variáveis municipais</b>    | <b>Média</b> | <b>Desvio-padrão</b> |
|--------------------------------|--------------|----------------------|
| <b>População (habitantes)</b>  |              |                      |
| 2014                           | 50149,875    | 135672,8             |
| 2015                           | 50773,06     | 136864,3             |
| 2016                           | 51126,97     | 137703,7             |
| <b>Despesa com saúde (R\$)</b> |              |                      |
| 2014                           | 22378692,90  | 7.21e+07             |
| 2015                           | 22629650,05  | 7.56e+07             |
| 2016                           | 23414014,45  | 7.67e+07             |

**Nº médio de enfermeiros (pessoas)**

|      |        |         |
|------|--------|---------|
| 2014 | 32     | 200     |
| 2015 | 33,685 | 207     |
| 2016 | 35,692 | 225,946 |

**Nº médio de beneficiários bolsa família (pessoas)**

|      |          |          |
|------|----------|----------|
| 2014 | 6254,003 | 11282,52 |
| 2015 | 6036,76  | 10078,16 |
| 2016 | 6105,822 | 10072,42 |

---

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, DATASUS e Portal da Transparência

## 4 RESULTADOS

Os resultados das estimações estão apresentados nesta seção e o objetivo é testar a hipótese de que o estresse durante a gestação pode prejudicar os *outcomes* de nascimento, como o peso ao nascer e a duração da gestação. Como dito em seções anteriores, utilizou-se o surto de microcefalia de 2015 para representar o evento estressante.

Para um melhor entendimento do que significa as variáveis, que serão citadas nas tabelas dos resultados, referentes às características observáveis, a tabela 3 retrata a descrição destas.

Tabela 3 – Descrições das variáveis observáveis

| Nome da variável | Descrição                                        |
|------------------|--------------------------------------------------|
| idademae         | Idade da mãe                                     |
| prematuro        | Gestação com duração menor ou igual à 37 semanas |
| branca           | Raça/cor da mãe:branca                           |
| preta            | Raça/cor da mãe:preta                            |
| amarela          | Raça/cor da mãe:amarela                          |
| parda            | Raça/cor da mãe:parda                            |
| indígena         | Raça/cor da mãe:indígena                         |
| solteira         | Estado civil:solteira                            |
| casada           | Estado civil:casada                              |
| viuva            | Estado civil: viúva                              |
| sepdiv           | Estado civil:separada/divorciada                 |
| esc_0            | Nunca estudou                                    |
| esc_1a3          | Tem de 1 à 3 anos de estudo concluídos           |
| esc_4a7          | Tem de 4 à 7 anos de estudo concluídos           |
| esc_8a11         | Tem de 8 à 11 anos de estudo concluídos          |
| esc_12           | Tem mais de 12 anos de estudo concluídos         |
| única            | Gestação única                                   |
| dupla            | Gestação dupla                                   |
| tripla           | Gestação tripla                                  |
| natal_0          | Não fez consulta de pré-natal                    |
| natal_1a3        | Frequentou de 1 à 3 consultas de pré-natal       |
| natal_4a6        | Frequentou de 4 à 6 consultas de pré-natal       |
| natal_7          | Frequentou mais de 7 consultas de pré-natal      |
| normal           | Parto normal                                     |
| cesario          | Parto cesáreo                                    |
| FEP              | Função escore de propensão                       |

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Sinasc. Ver seção 3.2.

Na tabela 4 pode-se observar o resultado para o peso de nascimento através da estimação de um modelo de DD. A coluna (1) apresenta os resultados somente com os efeitos fixos e a (2) com efeitos fixos e controlando para as variáveis observáveis. Encontrou-se que os recém-nascidos, cujas mães viveram em municípios com casos de microcefalia antes de 17/11/2015, apresentaram peso 0,7% menor, mas esse resultado não foi estatisticamente significativo. Ao incluir as características observáveis na regressão, visando isolar o efeito do estresse, o coeficiente reduz para 0,4% e continua não significativo. Isso sugere que o surto não está afetando o estresse da gestante de modo a refletir nos pesos dos recém-nascidos. Vale destacar que como não foi encontrado resultado significativo estatisticamente, não é possível estimar o impacto de acordo com os trimestres de gestação.

Tabela 4 – Resultados para o peso ao nascer, Pernambuco, 2014-2016.

|                    | Peso ao nascer        |                          |
|--------------------|-----------------------|--------------------------|
|                    | (1)                   | (2)                      |
| Estresse pré-natal | -0.00710<br>(0.00457) | -0.00400<br>(0.00440)    |
| Tratado            | 0.00215<br>(0.0113)   | -0.0704<br>(0.0639)      |
| Tempo              | 0.0807***<br>(0.0111) | 0.0558***<br>(0.0107)    |
| Idademaec          |                       | 0.00178***<br>(0.000170) |
| Prematuro          |                       | -0.130***<br>(0.00398)   |
| Branca             |                       | -0.0254**<br>(0.0101)    |
| Preta              |                       | -0.0206*<br>(0.0123)     |
| Amarela            |                       | -0.0350<br>(0.0266)      |
| Parda              |                       | -0.0228**<br>(0.00988)   |
| indígena           |                       | 0.00167<br>(0.0143)      |
| Solteira           |                       | -0.00119<br>(0.00256)    |
| Casada             |                       | -0.00685**<br>(0.00290)  |
| viúva              |                       | -0.0156<br>(0.0201)      |
| Sepdiv             |                       | 0.00606<br>(0.0123)      |
| esc_0              |                       | -0.00183<br>(0.0121)     |
| esc_1a3            |                       | 0.00126<br>(0.00945)     |
| esc_4a7            |                       | -0.00288<br>(0.00882)    |
| esc_8a11           |                       | -0.00878<br>(0.00875)    |
| esc_12             |                       | -0.0194**                |

|                |        |           |
|----------------|--------|-----------|
|                |        | (0.00943) |
| única          |        | -0.00420  |
|                |        | (0.0360)  |
| Dupla          |        | -0.243*** |
|                |        | (0.0368)  |
| Tripla         |        | -0.355*** |
|                |        | (0.0825)  |
| natal_0        |        | 0.00825   |
|                |        | (0.0207)  |
| natal_1a3      |        | -0.0129   |
|                |        | (0.0190)  |
| natal_4a6      |        | 0.0275    |
|                |        | (0.0186)  |
| natal_7        |        | 0.0563*** |
|                |        | (0.0185)  |
| Normal         |        | 0.00230   |
|                |        | (0.0360)  |
| Cesareo        |        | 0.0286    |
|                |        | (0.0360)  |
| FEP            |        | -0.258    |
|                |        | (0.271)   |
| Efeitos fixos  | SIM    | SIM       |
| Obs.           | 37,663 | 37,625    |
| R <sup>2</sup> | 0.174  | 0.235     |

OBS: Erro-padrão entre parênteses; Coeficientes diferentes de zero são denotados por: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1; Peso de nascimento em escala logarítmica. Efeitos fixos: município, mês de concepção e mês de nascimento

A tabela 5 reporta o resultado da regressão para a duração da gestação. Percebe-se que na coluna (1) o estresse pré-natal teve um impacto negativo na duração da gestação e esse resultado foi significativo a um nível de 5%, só considerando os efeitos fixos na regressão. Quando se inclui os partos prematuros, o coeficiente cai um pouco, mas é significativo a um nível de 10%. No entanto, quando são incluídas outras características observáveis na equação, a mesma além de ter o coeficiente reduzido, perde significância. Os resultados apontam que o estresse decorrente do surto de microcefalia não se refletiu na duração da gestação. Vale destacar que como o encontrado resultado encontrado para esse *outcome* também não foi significativo estatisticamente, não é possível estimar o impacto de acordo com os trimestres de gestação

Tabela 5 - Resultados para a duração da gestação, Pernambuco, 2014-2016.

|                    | Duração da gestação |          |          |
|--------------------|---------------------|----------|----------|
|                    | (1)                 | (2)      | (3)      |
| Estresse pré-natal | -0.0614**           | -0.0518* | -0.0278  |
|                    | (0.0310)            | (0.0307) | (0.0262) |
| tratado            | -0.0253             | -0.325   | -0.273   |
|                    | (0.0770)            | (0.445)  | (0.380)  |
| tempo              | 1.453***            | 1.411*** | 1.072*** |
|                    | (0.0752)            | (0.0744) | (0.0637) |

|                |        |             |             |
|----------------|--------|-------------|-------------|
| idademae       |        | -0.00498*** | -0.00699*** |
|                |        | (0.00118)   | (0.00101)   |
| branca         |        | -0.0925     | -0.0647     |
|                |        | (0.0705)    | (0.0603)    |
| preta          |        | -0.148*     | -0.0621     |
|                |        | (0.0857)    | (0.0733)    |
| amarela        |        | -0.331*     | -0.144      |
|                |        | (0.186)     | (0.159)     |
| parda          |        | -0.0982     | -0.0444     |
|                |        | (0.0688)    | (0.0588)    |
| indigena       |        | -0.0701     | -0.00416    |
|                |        | (0.0992)    | (0.0848)    |
| solteira       |        | 0.00150     | -0.0241     |
|                |        | (0.0178)    | (0.0152)    |
| casada         |        | -0.0537***  | -0.0941***  |
|                |        | (0.0202)    | (0.0172)    |
| viuva          |        | 0.148       | 0.0506      |
|                |        | (0.140)     | (0.120)     |
| sepdiv         |        | -0.123      | -0.0874     |
|                |        | (0.0857)    | (0.0733)    |
| esc_0          |        | -0.0697     | -0.00161    |
|                |        | (0.0845)    | (0.0723)    |
| esc_1a3        |        | -0.0185     | 0.0457      |
|                |        | (0.0658)    | (0.0562)    |
| esc_4a7        |        | -0.0581     | -0.0375     |
|                |        | (0.0614)    | (0.0525)    |
| esc_8a11       |        | -0.0963     | -0.0874*    |
|                |        | (0.0609)    | (0.0521)    |
| esc_12         |        | -0.197***   | -0.237***   |
|                |        | (0.0657)    | (0.0561)    |
| unica          |        | -0.172      | -0.0682     |
|                |        | (0.251)     | (0.214)     |
| dupla          |        | -1.057***   | -0.487**    |
|                |        | (0.256)     | (0.219)     |
| tripla         |        | -2.898***   | -1.441***   |
|                |        | (0.574)     | (0.491)     |
| natal_0        |        | -0.131      | -0.132      |
|                |        | (0.144)     | (0.123)     |
| natal_1a3      |        | -0.340**    | -0.264**    |
|                |        | (0.132)     | (0.113)     |
| natal_4a6      |        | -0.0728     | -0.0619     |
|                |        | (0.129)     | (0.111)     |
| natal_7        |        | 0.260**     | 0.117       |
|                |        | (0.129)     | (0.110)     |
| normal         |        | 0.125       | 0.122       |
|                |        | (0.250)     | (0.214)     |
| cesareo        |        | 0.182       | 0.120       |
|                |        | (0.250)     | (0.214)     |
| pscore1416     |        | -1.114      | -0.719      |
|                |        | -1.889      | -1.616      |
| prematuro      |        |             | -2.783***   |
|                |        |             | (0.0237)    |
| Efeitos fixos  | SIM    | SIM         | SIM         |
| Obs.           | 37,676 | 37,625      | 37,625      |
| R <sup>2</sup> | 0.667  | 0.675       | 0.763       |

OBS: Erro-padrão entre parênteses; Coeficientes diferentes de zero são denotados por: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1.

Efeitos fixos: município, mês de concepção e mês de nascimento.

Diante desses resultados , algumas hipóteses podem ser levantadas. A primeira é que pode

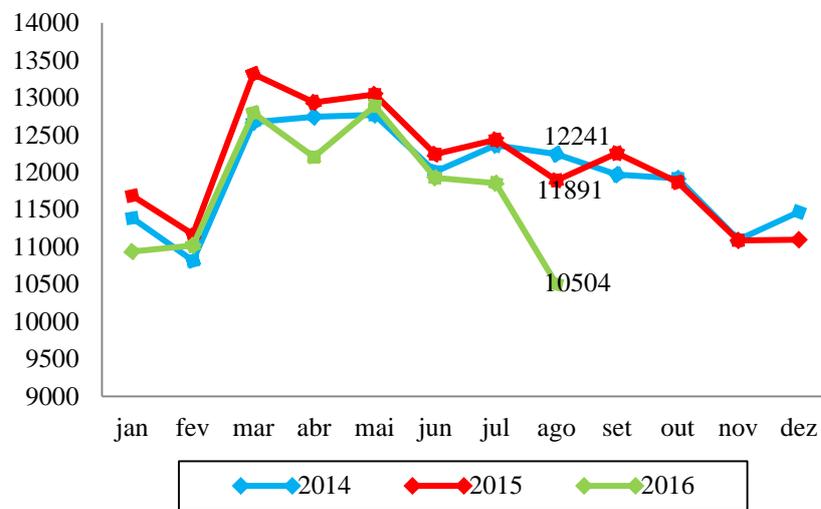
ter havido um efeito transbordamento, pois como Pernambuco, além de ter sido o primeiro estado a apresentar casos de microcefalia, foi o que teve o maior número de casos, assim sendo, o estresse decorrente de casos de microcefalia em um município pode ter afetado o estado psicológico das mães dos municípios vizinhos. Esse fato pode ter afetado o estresse nas mães de uma maneira geral para todos os municípios. Assim, não foi possível isolar o efeito nos municípios tratados em relação aos de controle.

Outro possível fator é que houve casos de gestantes que se mudaram de Pernambuco para fugir da epidemia. Não se sabe ao certo o percentual dessa amostra, mas a ausência dessas observações pode ter prejudicado os resultados, pois caso essas mães estivessem permanecido no estado, poderiam estar no grupo dos tratados e seus *outcomes* refletirem os resultados adversos do estresse durante a gestação.

Além disso, pode-se supor que, por medo de se expor às consequências do vírus do Zika, algumas mulheres podem ter evitado engravidar após o anúncio da possível relação entre o Zika e o surto de microcefalia. Ao observar o gráfico abaixo, é possível notar que para o mês de agosto, o ano de 2016 apresentou o menor número de nascimentos em relação aos de 2014 e 2015, exatamente nove meses após o anúncio da relação entre as epidemias.

Vale destacar que podem ter outros fatores envolvidos para as gestações serem adiadas, como a crise econômica e a instabilidade política, mas não se pode desconsiderar o papel relevante da epidemia do vírus Zika. Desse modo, essas gestantes ao terem optado por não engravidar ficaram fora do registro dos nascidos vivos, de modo que se o estresse tivesse impactado nos *outcomes* de nascimento dos filhos delas, esse resultado não foi considerado nos valores encontrados neste trabalho.

Figura 3 – Número de nascimentos por mês, Pernambuco, 2014-2016.

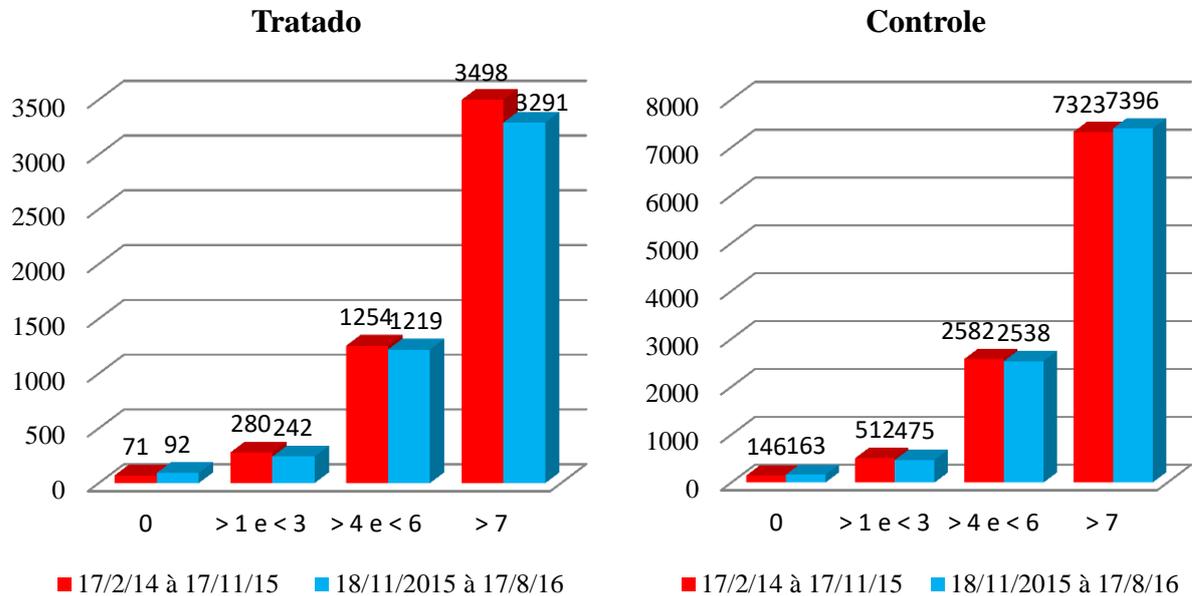


Pode-se alegar também que por conta da gravidade do surto, as mães passaram a se preocupar mais com os cuidados durante a gestação, de maneira a frequentar mais as consultas de pré-natal e a seguir rigorosamente as recomendações dos médicos. Isso poderia ter influenciado positivamente nos *outcomes* de nascimento, de modo que não houvesse diferenças significativas entre os *outcomes* dos municípios tratados e de controle. Insler et al. (1986) aborda a relação entre as consultas de pré-natal e os resultados de nascimento. Ele afirma que o cuidado pré-natal é uma ferramenta eficiente para melhorar os resultados da gravidez. E encontrou que as incidências de baixo peso ao nascer e de prematuridade extrema (<1000g) foram inversamente proporcionais à intensidade das idas às consultas de pré-natal.

No entanto, ao analisar a figura 2 abaixo, observa-se que, para os dois grupos de tratamento, a frequência de gestantes de acordo com o número de consultas de pré-natal foi similar para um intervalo de 9 meses antes e depois da data de corte. Isso sugere que o surto não fez um maior número de mães aumentarem as visitas às consultas. Desse modo, os resultados não significativos que foram encontrados na seção 4 podem ser decorrentes de outras causas que não essa.

Além disso, pode-se sugerir também que os esforços do Ministério da Saúde para o enfrentamento da epidemia podem ter surtido efeito no controle do estresse nas gestantes, de modo a tranquilizá-las e assim não houvesse diferenças consideráveis entre os *outcomes* dos grupos em análise.

Figura 4 – Frequência de gestantes por número de consultas de pré-natal, Pernambuco, 17/02/2014 à 17/08/2016.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Sinasc. Ver seção 3.2.

Para exemplificar, pode-se citar uma medida que o Ministério adotou, que foi o Plano Nacional de Enfrentamento à Microcefalia, apresentado em 5/12/2015. Esta iniciativa foi responsável pela mobilização e combate ao mosquito *Aedes aegypti*, fundamental para o controle do surto de microcefalia, através da mobilização de agentes de saúde para a orientação e controle do vetor nas residências. Consistiu inclusive no atendimento às pessoas e no desenvolvimento tecnológico, educacional e de pesquisa.

Vale destacar também que, pelo fato da OMS ter declarado emergência em saúde pública para os casos de microcefalia, o Brasil recebeu apoio financeiro internacional. Essa ação coordenada pode ter contribuído para a eficácia das ações do governo.

Por fim, quando os dados de 2016 para os outros estados brasileiros estiverem disponíveis no Sinasc pretende-se replicar as contas para o resto do país. Pretende-se testar a hipótese de que estados distantes geograficamente de Pernambuco e que tiveram menos incidência do surto de microcefalia consigam formar grupos de tratamento que apresentem diferenças significantes estatisticamente para os resultados de nascimento.

## 5 TESTES DE ROBUSTEZ

### 5.1. Teste de Falsificação

O teste de falsificação consistiu em estipular datas de corte fictícias para testar se outros eventos podem estar influenciando os dados, como por exemplo, a sazonalidade. Utilizou-se 17/11/2014, 17/09/2015, 17/10/2015 e 17/12/2015. A tabela abaixo apresenta o teste para o peso ao nascer. Observa-se que o resultado para os quatro casos não deu significativo. Isso é importante para defender que os resultados não sofrem com efeitos de eventos anteriores e posteriores ao choque. O mesmo argumento pode ser utilizado para os resultados da duração da gestação, apresentados na tabela 7.

Poderia ser alegado que como o número de casos de microcefalia aumentou antes de 17/11/2015, poderia ser que essa informação atípica da anomalia, que nunca havia se manifestado no Brasil em forma de surto, pudesse gerar rumores e influenciasse os níveis de estresse antes da data de corte proposta pelo presente trabalho. No entanto, como se pode observar, para os testes feitos em setembro e outubro do mesmo, os resultados não deram significantes. De modo que não houve efeito nos *outcomes* de nascimento antes de 17/11/2015.

Tabela 6 – Resultados do teste de falsificação para o peso ao nascer, Pernambuco, 2014 - 2016

| Peso ao nascer              |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| Corte em 17/11/2014         |                       |
| Estresse pré-natal          | 0.00358<br>(0.00850)  |
| Corte em 17/09/2015         |                       |
| Estresse pré-natal          | 0.00320<br>(0.00431)  |
| Corte em 17/10/2015         |                       |
| Estresse pré-natal          | -0.00409<br>(0.00435) |
| Corte em 17/12/2015         |                       |
| Estresse pré-natal          | -0.00157<br>(0.00450) |
| Características observáveis | SIM                   |
| Efeitos fixos               | SIM                   |

OBS: Erro-padrão entre parênteses; Coeficientes diferentes de zero são denotados por: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \*p<0.1. Características observáveis: gestação prematura, nº de consultas de pré-natal, população, despesa com saúde, nº de enfermeiras, nº de beneficiários do bolsa família, estado civil, escolaridade e cor da mãe. Efeitos fixos: município, mês de concepção e mês de nascimento.

Tabela 7 - Resultados do teste de falsificação para a duração da gestação, Pernambuco, 2014-2016

| Duração da gestação         |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| Corte em 17/11/2014         |                     |
| Estresse pré-natal          | 0.00554<br>(0.0506) |
| Corte em 17/09/2015         |                     |
| Estresse pré-natal          | -0.0264<br>0.0257   |
| Corte em 17/10/2015         |                     |
| Estresse pré-natal          | -0.0203<br>(0.0258) |
| Corte em 17/12/2015         |                     |
| Estresse pré-natal          | -0.0257<br>(0.0268) |
| Características observáveis | SIM                 |
| Efeitos fixos               | SIM                 |

OBS: Erro-padrão entre parênteses; Coeficientes diferentes de zero são denotados por: \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ .

Características observáveis: gestação prematura, nº de consultas de pré-natal, população, despesa com saúde, nº de enfermeiras, nº de beneficiários do bolsa família, estado civil, escolaridade e cor da mãe. Efeitos fixos: município, mês de concepção e mês de nascimento.

## 6 CONCLUSÕES

Através do método de Difference-in-differences, o trabalho estimou o impacto do estresse pré-natal nos *outcomes* de nascimento, utilizando o surto de microcefalia como fonte exógena de estresse. Vale destacar também o diferencial de utilizar a função escore de propensão como, controle na regressão, para controlar os efeitos decorrentes das variáveis observáveis que variam ao longo do tempo.

O trabalho abre uma discussão em torno do tema do surto de microcefalia através de outro prisma, que é o estresse decorrente desse evento e seu impacto nos *outcomes* de nascimento. Esse tema é importante, pois esse efeito secundário do surto pode prejudicar os recém-nascidos de maneira que suas consequências se manifestem tanto no curto prazo, como o aumento na mortalidade infantil e nas taxas de hospitalização; quanto no longo prazo, como as dificuldades neurológicas e cognitivas, que se refletirão negativamente nos desempenhos escolares, sociais e de mercado de trabalho. Além do que acarretam custos socioeconômicos significantes.

Uma série de trabalhos mostraram uma relação negativa entre o estresse durante a gestação e os *outcomes* de nascimento. No entanto, este trabalho não encontrou uma diferença estatisticamente significativa entre os *outcomes* de nascimento, após a data de corte, referentes às mães provenientes dos municípios tratados e não tratados no estado de Pernambuco. Esse resultado aponta que o estresse durante a gestação não teve impacto negativo no peso ao nascer e na duração da gestação.

Algumas hipóteses foram levantadas para justificar os resultados encontrados, como o efeito transbordamento, a redução na natalidade e a atuação do governo, coordenada com órgãos internacionais, para orientar a população e combater o vetor do vírus do Zika. Por fim, pretende-se replicar o trabalho para outros estados para explorar essa relação em outros contextos sociais e geográficos, particulares desses locais. Espera-se que estados distantes geograficamente e com menor incidência do surto não sofram com o efeito transbordamento de Pernambuco e apresentem resultados significantes.

## REFERÊNCIAS

- ALMOND, D.; CHAY, K.; LEE, D. The Costs of Low Birthweight. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 120, n.3, p. 1031-1083, 2005.
- ALMOND, D.; MAZUMDER B. Health Capital and the Prenatal Environment: The Effect of Ramadan Observance during Pregnancy. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 3, n. 4, p. 56-85, 2011.
- ANGRIST, J.; PINSCHKE J. Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion. Princeton: Princeton University Press, 2009.
- AIZER A.; TROUD L.; BUKA S. Maternal stress and child well-being: Evidence from siblings. Brown University, 2009
- ARAÚJO, D. M.; PEREIRA, N.L.; Kac, G. Anxiety during pregnancy, prematurity and low birth weight: a systematic literature review. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, p. 747-756, 2007.
- BEHRMAN J.R.; ROSENZWEIG M.R. Returns to Birthweight. *Review of Economic and Statistics*, v. 86, p. 586–601, 2004.
- BLACK, S.; DEVEREUX, P.; SALVANES, K. From the Cradle to the Labor Market? The Effect of Birth Weight on Adult Outcomes. *Quarterly Journal of Economics*, v. 122, n. 1 , p. 409-439, 2007.
- BLACK, S., DEVEREUX, P.; SALVANES, K. Does Grief Transfer across Generations? Bereavements during pregnancy and Child Outcomes. *American Economic Journal: Applied Economics*, v.8, n. 1, p. 193-223, 2016.
- BROWN, R. The Mexican Drug War and Early-Life Health: The Impact of Violence Crime on Birth Outcomes. Working Paper, University of Colorado Denver, 2015.
- CAMACHO, A. Stress and Birthweight: Evidence from Terrorist Attacks. *American Economic Review*, v. 98, n. 2, p. 511-515, 2008.
- CALVET, G.; AGUIAR, R. S.; MELO, A. S. et al. Detection and sequencing of Zika virus from amniotic fluid of fetuses with microcephaly in Brazil: a case study. *Lancet Infect*, 2016.

CASE A.; FERTIG A.; PAXSON C. 2005. The Lasting Impact of Childhood Health and Circumstance. *Journal of Health Economics*, v. 24, p. 365–89, 2005.

DUNCAN, B.; HANI M.; REES D. I. Prenatal Stress and Low Birth Weight: Evidence from the Super Bowl. *Institute for the Study of Labor (IZA)*, Discussion Paper, v. 9053, 2015.

ECCLESTON, M. In Utero Exposure to Maternal Stress: Effects of 9/11 on Birth and Early Schooling Outcomes in New York City. Mimeo. Cambridge, United States: Harvard University, 2012

FIGLIO, D. N.; GURYAN, J.; KARBOWNIK, K.; ROTH, J. The effects of poor neonatal health on children's cognitive development (Tech. Rep.). *National Bureau of Economic Research*, 2013.

KOPPENSTEINER M. F.; MANACORDA, M. Violence and birth outcomes: Evidence from homicides in Brazil. *Journal of Development Economics*, v. 119, p. 16–33, 2016

FRIJTERS P.; JOHNSTON D. W.; LORDAN G.; SHIELDS M.A. Exploring the relationship between macroeconomic conditions and problem drinking as captured by Google searches in the US. *Social Science & Medicine*, v. 84, p. 61–68, 2013.

GLYNN, L. M.; WADHWA P. D.; DUNKEL-SCHETTER C.; CHICZ-DEMET A.; SANDMAN C. When Stress Happens Matters: Effects of Earthquake Timing on Stress Responsivity in Pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 184, n. 4, p. 637-42, 2001.

HECKMAN, J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator. *Review of Economic Studies*, v. 65, p. 261-294, 1998.

INSLER V.; LARHOLT K.; HAGAY Z. J; BALY R.; BAR-DAVID G.; MEIZNER I. et al. The impact of prenatal care on the outcome of pregnancy. *European Journal of Obstetrics and Gynecology and Reproductive Biology*, v. 1986, n. 23, p. 211-23, 1986.

KELLY E. The Scourge of Asian Flu: In Utero Exposure to Pandemic Influenza and the Development of a Cohort of British Children. *Institute for Fiscal Studies*, Working Paper 09/17, University College London, 2009.

KHANDKER, S. R.; KOOLWAL, G. B.; SAMAD, H. A. Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices. Washington: The World Bank, 2010.

- KRAMER M. S. Determinants of low birth weight: methodological assessment and meta-analysis. *Bull World Health Organ*, v. 65, p. 663-737, 1987.
- MANSOUR, H.; REES, D. Armed Conflict and Birthweight: Evidence from the al-Aqsa Intifada. *Journal of Development Economics*, v. 99, p. 190-99, 2012.
- MARIN, G. H.; DELGADO L.; SAGER G.; VISENTÍN S.; AZZARO S.; TOZZI M. Consequences of smoking during pregnancy for mother and child. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, v. 3, n. 2, p. 159-64, 2003.
- MARINHO F.; ARAÚJO V. E.; PORTO D.L. et al. Microcefalia no Brasil: Prevalência e caracterização dos casos a partir do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (Sinasc), 2000-2015. *Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde*. V. 25, p. 701-712, 2016.
- MEYER, B. Natural and quasi-experiments in economics. *Journal of Business and Economic Statistics*. v. 13, n. 2, p. 151-161, 1995.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Protocolo de vigilância e resposta à ocorrência de microcefalia e/ou alterações do sistema nervoso central (SNC) [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/marco/10/microcefalia-protocolo-vigilancia-resposta-v2-10mar2016.pdf>>. Acesso em 10/12/2016.
- MONCUSO, R.; A., SCHETTER, C. D.; RINI, C. M.; ROESCH S. C.; HOBEL C. J. Maternal prenatal anxiety and corticotropin-releasing hormone associated with timing of delivery. *Psychosomatic Medicine*, v. 66, n. 5, p. 762–769, 2004.
- OLIVEIRA C. S.; COSTA V. P. F. Microcephaly and Zika virus. *Jornal de Pediatria (Rio de Janeiro)*, v. 92, n. 2, p. 103–105, 2016.
- OREOPOULOS A.; PADWAL R.; KALANTER-ZADEH K.; FONAROW G.C.; NORRIS C.M.; MCALISTER F.A. Body mass index and mortality in heart failure: a meta-analysis. *American Heart Journal*, v. 156, p. 13-22, 2008.
- PEIXOTO B.; PINTO C. C.; FOGUEL M. N.; BARROS R. P. Avaliação econômica de projetos sociais. São Paulo: Dinâmica Gráfica e Editora, 2012.

QUINTANA-DOMEQUE C.; RODENAS P. Fear in the Womb: The Effects of Terrorism on Birth Outcomes in Spain. Mimeo, University of Oxford, 2014.

ROSENBAUM, P.; RUBIN, D. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70, p. 41-55, 1983.

SCHWANDT H. The Lasting Legacy of Seasonal Influenza: In-utero Exposure and Human Capital Development. Mimeo, 2015.

SIMEONOVA, E. Out of Sight, Out of Mind? Natural Disasters and Pregnancy Outcomes in the USA. *CESifo Economic Studies*, v. 57, n. 3, p. 403-431, 2011

SKOGAN, W.; MAXFIELD M. Coping with Crime: Individual and Neighborhood Reactions. Beverly Hills, CA: Sage Publications, 1981.

TORCHE F. The effect of maternal stress on birth *outcomes*: exploiting a natural experiment. *Demography*, v. 48, n. 4, p. 1473–1491, 2011

VICTORA C.G.; BARROS A.J.; AXELSON H. et al. How changes in coverage effect equity in maternal and child health interventions in 35 Countdown to 2015 countries: an analysis of national surveys. *Lancet*, v. 380, p. 1149–56, 2012.

WADHWA, P. D.; CURT A.; SANDMAN C. A.; PORTO M.; DUNKEL-SCHETTER C. and GARITE T. J. 1993. The Association Between Prenatal Stress and Infant Birth Weight and Gestational Age at Birth: A Prospective Investigation. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 169, p. 858-65, 1993.

WADHWA P. D.; PORTO M.; GARITE T. J.; CHICZ-DEMET A.; SANDMAN C. A. Maternal corticotropin-releasing hormone levels in the early third trimester predict length of gestation in human pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, v. 179, p. 1079–1085, 1998.

## APÊNDICE A

Tabela 8 - Lista dos municípios tratados e de controle

| <b>Município</b>        | <b>Tratado</b> | <b>Controle</b> |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| Abreu e Lima            |                |                 |
| Afogados da Ingazeira   |                |                 |
| Afrânio                 |                |                 |
| Agrestina               |                |                 |
| Água Preta              |                | X               |
| Águas Belas             |                |                 |
| Alagoinha               |                | X               |
| Aliança                 |                |                 |
| Altinho                 |                |                 |
| Amaraji                 |                | X               |
| Angelim                 |                | X               |
| Araçoiaba               |                |                 |
| Araripina               |                |                 |
| Arcoverde               |                |                 |
| Barra de Guabiraba      | X              |                 |
| Barreiros               |                | X               |
| Belém de Maria          |                | X               |
| Belém do São Francisco  |                | X               |
| Belo Jardim             |                |                 |
| Betânia                 |                | X               |
| Bezerros                |                |                 |
| Bodocó                  |                |                 |
| Bom Conselho            |                |                 |
| Bom Jardim              |                |                 |
| Bonito                  |                |                 |
| Brejão                  |                | X               |
| Brejinho                |                |                 |
| Brejo da Madre de Deus  |                |                 |
| Buenos Aires            |                | X               |
| Buíque                  |                |                 |
| Cabo de Santo Agostinho |                |                 |
| Cabrobó                 |                | X               |
| Cachoeirinha            |                | X               |
| Caetés                  |                |                 |
| Caçado                  |                | X               |
| Calumbi                 |                |                 |
| Camaragibe              |                |                 |
| Camocim de São Félix    |                | X               |
| Camutanga               |                |                 |
| Canhotinho              |                | X               |

|                      |   |   |
|----------------------|---|---|
| Capoeiras            |   | X |
| Carnaíba             |   |   |
| Carnaubeira da Penha |   | X |
| Carpina              |   |   |
| Caruaru              |   |   |
| Casinhas             |   | X |
| Catende              |   |   |
| Cedro                |   | X |
| Chã de Alegria       |   |   |
| Chã Grande           | X |   |
| Condado              |   |   |
| Correntes            |   | X |
| Cortês               |   |   |
| Cumaru               |   |   |
| Cupira               |   |   |
| Custódia             | X |   |
| Dormentes            |   |   |
| Escada               |   |   |
| Exu                  |   |   |
| Feira Nova           | X |   |
| Fernando de Noronha  |   | X |
| Ferreiros            |   |   |
| Flores               |   |   |
| Floresta             |   |   |
| Frei Miguelinho      | X |   |
| Gameleira            |   |   |
| Garanhuns            |   |   |
| Glória do Goitá      | X |   |
| Goiana               |   |   |
| Granito              |   |   |
| Gravatá              |   |   |
| Iati                 |   | X |
| Ibimirim             | X |   |
| Ibirajuba            |   |   |
| Igarassu             |   |   |
| Iguaraci             |   | X |
| Inajá                | X |   |
| Ingazeira            |   |   |
| Ipojuca              |   |   |
| Ipubi                |   |   |
| Itacuruba            |   | X |
| Itaíba               | X |   |
| Ilha de Itamaracá    |   |   |
| Itambé               |   |   |
| Itapetim             |   | X |
| Itapissuma           |   |   |

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Itaquitinga             |   |   |
| Jaboatão dos Guararapes |   |   |
| Jaqueira                |   | X |
| Jataúba                 |   | X |
| Jatobá                  |   | X |
| João Alfredo            |   |   |
| Joaquim Nabuco          |   | X |
| Jucati                  |   | X |
| Jupi                    |   |   |
| Jurema                  |   | X |
| Lagoa do Carro          | X |   |
| Lagoa de Itaenga        |   |   |
| Lagoa do Ouro           |   |   |
| Lagoa dos Gatos         |   | X |
| Lagoa Grande            |   | X |
| Lajedo                  |   |   |
| Limoeiro                |   |   |
| Macaparana              |   |   |
| Machados                |   | X |
| Manari                  |   | X |
| Maraial                 |   | X |
| Mirandiba               |   |   |
| Moreno                  |   |   |
| Nazaré da Mata          |   |   |
| Olinda                  |   |   |
| Orobó                   |   |   |
| Orocó                   |   |   |
| Ouricuri                |   |   |
| Palmares                |   |   |
| Palmeirinha             |   | X |
| Panelas                 |   |   |
| Paranatama              |   | X |
| Parnamirim              |   |   |
| Passira                 |   |   |
| Paudalho                |   |   |
| Paulista                |   |   |
| Pedra                   |   | X |
| Pesqueira               |   |   |
| Petrolândia             |   |   |
| Petrolina               |   |   |
| Poção                   |   | X |
| Pombos                  |   |   |
| Primavera               |   |   |
| Quipapá                 |   | X |
| Quixaba                 | X |   |
| Recife                  |   |   |

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
| Riacho das Almas          |   |   |
| Ribeirão                  |   |   |
| Rio Formoso               |   |   |
| Sairé                     |   | X |
| Salgadinho                |   | X |
| Salgueiro                 |   |   |
| Saloá                     |   |   |
| Sanharó                   |   |   |
| Santa Cruz                |   |   |
| Santa Cruz da Baixa Verde |   | X |
| Santa Cruz do Capibaribe  | X |   |
| Santa Filomena            |   |   |
| Santa Maria da Boa Vista  |   |   |
| Santa Maria do Cambucá    |   | X |
| Santa Terezinha           |   | X |
| São Benedito do Sul       |   | X |
| São Bento do Una          |   |   |
| São Caitano               |   |   |
| São João                  |   | X |
| São Joaquim do Monte      |   | X |
| São José da Coroa Grande  |   |   |
| São José do Belmonte      |   |   |
| São José do Egito         |   | X |
| São Lourenço da Mata      |   |   |
| São Vicente Ferrer        |   |   |
| Serra Talhada             |   |   |
| Serrita                   |   |   |
| Sertânia                  |   |   |
| Sirinhaém                 |   |   |
| Moreilândia               |   |   |
| Solidão                   |   | X |
| Surubim                   |   |   |
| Tabira                    | X |   |
| Tacaimbó                  | X |   |
| Tacaratu                  |   |   |
| Tamandaré                 |   |   |
| Taquaritinga do Norte     |   | X |
| Terezinha                 |   | X |
| Terra Nova                | X |   |
| Timbaúba                  |   |   |
| Toritama                  | X |   |
| Tracunhaém                |   | X |
| Trindade                  |   |   |
| Triunfo                   |   |   |
| Tupanatinga               |   | X |
| Tuparetama                |   | X |

|                        |   |   |
|------------------------|---|---|
| Venturosa              |   |   |
| Verdejante             |   | X |
| Vertente do Lério      | X |   |
| Vertentes              |   |   |
| Vicência               |   |   |
| Vitória de Santo Antão |   |   |
| Xexéu                  | X |   |

---

Fonte: elaboração própria a partir de dados do IBGE