



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

CONSEQUÊNCIAS DO COMBATE AO DESMATAMENTO PARA
A SAÚDE INFANTIL

Maurício Jackson Cardim Peres Silva

Nº de matrícula: 1313282

Orientador: Arthur Bragança

Dezembro de 2020



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO DE JANEIRO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE FINAL DE CURSO

CONSEQUÊNCIAS DO COMBATE AO DESMATAMENTO PARA
A SAÚDE INFANTIL

Maurício Jackson Cardim Peres Silva

Nº de matrícula: 1313282

Orientador: Arthur Bragança

Dezembro de 2020

Declaro que o presente trabalho é de minha autoria e que não recorri, para realizá-lo, a nenhuma forma de ajuda externa, exceto quando autorizado pelo professor tutor.

Maurício Jackson Cardim Peres Silva

As opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade única e exclusiva do autor.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	05
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	07
2.1 A Saúde Infantil e a Teoria da Origem Fetal das Doenças do Adulto.....	07
2.2 Desmatamento e Saúde Infantil.....	08
2.2.1 Desmatamento e Poluição do Ar.....	08
2.2.2 Desmatamento e Malária.....	09
2.2.3 Desmatamento e Renda.....	10
2.3 Determinantes do Desmatamento.....	10
3. DADOS.....	13
3.1 Desmatamento.....	13
3.2 Saúde Infantil.....	14
3.3 Outros Dados e Estatísticas Descritivas.....	15
4. ESTRATÉGIA EMPÍRICA.....	16
5. RESULTADOS.....	18
6. CONCLUSÃO.....	19
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
APÊNDICE.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	15
Tabela 2	18
Tabela 3	18

1. INTRODUÇÃO

O desmatamento tem pesadas consequências para o meio ambiente, na forma de diminuição de vegetação nativa, redução e deslocamento de espécies que perderam seu habitat natural, perda de biodiversidade e aumento na emissão de gases do efeito estufa. Além disso, a destruição da vegetação natural tem consequências danosas sobre a saúde da população em seu entorno, sobretudo devido à poluição do ar e ao aumento nos casos de malária.

A fumaça de queimadas contém toxinas, como PM_{10} , SO_2 e CO , que são prejudiciais ao nosso organismo. Currie et al. (2009), em experimento realizado em New Jersey, mostra que o aumento no nível de monóxido de carbono, CO , reduz o peso ao nascer e o tempo de gestação. Dessa forma, é possível que os indicadores de saúde infantil piorem com o aumento no número de queimadas.

O desmatamento também cria condições para a proliferação de espécies de mosquitos que transmitem a malária. As queimadas criam clareiras que permitem a maior penetração da luz solar e permitem a formação de poças d'água, habitat das larvas de mosquitos que transmitem a doença. A malária é transmitida da mãe para o feto, gerando riscos de partos prematuros e microcefalia.

No contexto atual de crise econômica e sucessivos cortes no orçamento e contingenciamentos, identificar se há externalidades do combate ao desmatamento sobre a saúde infantil é muito importante, visto que, um aumento no orçamento para políticas de preservação do meio ambiente poderia resultar em redução nos gastos com tratamentos no SUS. Assim, a existência ou não dessas externalidades influenciará no debate sobre orçamento federal e na decisão do governo sobre alocação de recursos para uma política de conservação ambiental.

Nesse trabalho, examino se variações no desmatamento provocadas por políticas de comando e controle estão correlacionadas com mudanças em taxas de saúde e mortalidade infantil. Primeiramente, construo um painel com dados agregados no nível do município dentro da Amazônia entre os anos de 2006 e 2016. Em seguida, construo variáveis de

saúde infantil e realizo regressões em dois estágios utilizando o método de variáveis instrumentais para resolver problemas de endogeneidade.

Verifico que o incremento no desmatamento de um município i no ano t tem forte correlação com a média da cobertura de nuvens do mesmo local no ano $t-1$. Assim, utilizo essa variável como instrumento no segundo estágio da regressão MQ2E, mas não encontro resultados estatisticamente significativos capazes de mostrar uma relação entre a queda do desmatamento e a melhora nas taxas de saúde e mortalidade infantil.

O restante desse trabalho está organizado da seguinte maneira: A próxima seção apresenta uma revisão da literatura sobre o tema, enquanto a seção 3 apresenta os dados utilizados, suas fontes e as estatísticas descritivas das variáveis dos modelos. A seção 4 trata da estratégia empírica de variáveis instrumentais adotada nesse trabalho. A seção 5 mostra os principais resultados encontrados e, finalmente, a seção 6 apresenta as conclusões.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O foco deste trabalho é investigar a relação entre o desmatamento e a saúde infantil, através da análise de farta quantidade de dados disponíveis sobre cobertura vegetal e saúde da população na região da Amazônia brasileira. Para a concretização dessa tarefa é importante analisar trabalhos anteriores que tratam sobre a saúde infantil e suas relações com o desmatamento.

2.1 A Saúde Infantil e a Teoria da Origem Fetal das Doenças do Adulto

Até meados do século XX acreditava-se no meio médico que os fetos estivessem protegidos de qualquer dano causado por substâncias ingeridas pela mãe. A placenta seria um filtro responsável por permitir a entrada de nutrientes no organismo do feto ao mesmo tempo em que bloquearia qualquer elemento prejudicial. Essa visão começou a mudar a partir dos anos 1960, quando bebês nasceram com diversos defeitos físicos devido ao fato de suas mães terem ingerido o medicamento talidomida durante o período de gestação. Estava claro que a placenta não impedia as toxinas de chegarem ao organismo do feto (ALMOND e CURRIE, 2011).

A partir daí uma extensa literatura surgiu discutindo como saúde fetal afeta a saúde e indicadores socioeconômicos dos indivíduos. Almond e Currie (2011) revisam a literatura sobre a teoria da origem fetal (também conhecida como Teoria de Barker). Os resultados dessa literatura indicam que exposições fetais podem levar a anormalidades graves e permanentes no momento do nascimento, bem como doenças que permanecem latentes no organismo até a fase adulta.

Um artigo seminal dessa literatura é Currie e Moretti (2007). Nesse trabalho, os autores comparam os resultados do nascimento de crianças nascidas de mães que são irmãs em meio milhão de registros de nascimento da Califórnia, permitindo assim controlar para fatores genéticos e ambientais comuns em membros de uma mesma família. Verificou-se que o baixo peso ao nascer tem impactos negativos estatisticamente significativos no desempenho escolar e na probabilidade de se viver em um bairro rico.

2.2 Desmatamento e Saúde Infantil

O desmatamento tem implicações danosas para a população que vive nos arredores da área afetada, e as grávidas estão no grupo mais vulnerável aos seus efeitos. Na literatura há indícios de três canais pelos quais o desmatamento pode afetar a saúde desses indivíduos. O primeiro mecanismo é a queimada, responsável pela liberação de gases tóxicos no ar. Um outro canal é o aumento nos casos de malária. As florestas desmatadas recebem mais luz solar e propiciam a proliferação de mosquitos transmissores da doença. Há também evidências de que alterações na renda da população empregada em atividades ligadas ao desmatamento podem afetar significativamente sua nutrição e cuidados com a saúde.

2.2.1 Desmatamento e Poluição do Ar

O combate ao desmatamento pode gerar melhorias nos índices de saúde infantil através da diminuição na emissão de gases tóxicos, como o monóxido de carbono (CO) e partículas PM10. Trabalhos anteriores na literatura sobre poluição do ar indicam que as substâncias liberadas nas queimadas têm efeitos nocivos sobre a saúde de fetos e recém-nascidos.

Currie, Neidell, e Schmeider (2009) examinam o efeito de três poluentes do ar sobre a saúde infantil em Nova Jersey nos anos 1990 combinando informação sobre endereço da mãe com o mapa de monitoramento da qualidade do ar e confirmam que o CO tem efeito significativo na saúde do feto mesmo a níveis baixos de poluição. Em particular, é estimado que o aumento em uma unidade na média de emissão de CO durante o último trimestre de gravidez aumenta em 8% o risco de baixo peso ao nascer.

Chay e Greenstone (2003) examinam os efeitos da poluição decorrente de partículas totais suspensas no ar sobre a saúde infantil utilizando as medidas de melhora na qualidade do ar introduzidas em 1970 nos Estados Unidos pelo *Clean Air Act*. A lei determinou que condados que não atendessem aos padrões nacionais de qualidade do ar fossem submetidos a regulamentações mais rígidas com respeito à emissão de poluentes. Foi estimado que um declínio de 1% no nível de partículas totais suspensas no ar gerou uma queda de 0,5% na taxa de mortalidade infantil. Como a maior parte desses efeitos

deveu-se a uma diminuição no número de mortes de crianças com menos de um mês de nascimento, sugere-se que a exposição pré-natal é um potencial mecanismo fisiopatológico.

2.2.2 Desmatamento e Malária

Os esforços contra o desmatamento também podem afetar os índices de saúde através da redução nos casos de malária. Segundo MacDonald e Mordecai (2019), o aumento no número de casos de malária no Brasil aconteceu ao mesmo tempo em que houve um crescimento na urbanização e no desmatamento na Amazônia a partir do fim dos anos 1960. Ainda assim, evidências de que o desmatamento causa esse aumento são ambíguas. Os autores apresentam a hipótese de que o motivo dessa ambiguidade é uma relação de causalidade simultânea entre desmatamento e malária: o desmatamento aumenta o número de casos de malária por meio de mecanismos ecológicos e a malária reduz o desmatamento através de mecanismos socioeconômicos.

Utilizando um grande conjunto de dados geoespaciais que abrange 795 municípios durante um período de 13 anos (2003 a 2015), os resultados sugerem que um incremento de 10% no desmatamento leva a um aumento de 3,3% na incidência da malária. Os efeitos são maiores nos estágios iniciais do desmatamento no interior da Amazônia, à medida que o habitat nas margens da floresta aumenta, propiciando as condições para o habitat e a sobrevivência dos mosquitos. Os efeitos diminuem à medida que a perda de vegetação progride e os assentamentos humanos tornam-se maiores e mais afastados da floresta (MACDONALD e MORDECAI, 2019).

Garg (2019) documenta o efeito da perda de cobertura florestal primária no aumento da incidência de malária e questiona se o declínio nas condições do ecossistema em países com grandes deficiências na aplicação da lei gera piora na saúde da população.

A conclusão do autor é consistente com os resultados do artigo visto anteriormente e nos diz que a perda de cobertura florestal primária aumenta a incidência da malária. Um declínio de 1% na cobertura florestal aumenta a incidência da malária em 1,85 pontos percentuais. O efeito é mais forte nas aldeias próximas às florestas, mas persiste em menor grau nos lugares mais distantes. Além disso, o tipo de floresta importa. A perda de

florestas primárias ricas em biodiversidade aumenta a incidência da malária, enquanto a perda de florestas secundárias, utilizadas para fins de exploração madeireira, não afeta a incidência da doença.

2.2.3 Desmatamento e Renda

Há ainda um terceiro canal pelo qual o combate ao desmatamento poderia influenciar a saúde infantil, a renda. Um aumento na renda familiar permitiria uma melhor alimentação por parte da mãe, gerando bebês mais saudáveis. Por outro lado, uma diminuição na renda leva a má nutrição na gravidez, o que ocasiona maiores riscos para a saúde do recém-nascido. Almond e Mazumder (2011), em experimento usando famílias árabes durante o mês do Ramadan, mostram que a exposição pré-natal ao jejum, comum no mês sagrado dos muçulmanos, leva a uma diminuição do peso ao nascer.

Em 2004, o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm) foi criado pelo governo federal visando reverter o quadro vigente de crescimento no desmatamento da Floresta amazônica. Ao oferecer crédito para projetos sustentáveis, o PPCDAm poderia contribuir para um aumento na renda da população local, o que resultaria em uma melhora na saúde pré-natal. Contudo, uma fiscalização mais rigorosa contra o desmatamento poderia acabar com a fonte de renda dos trabalhadores locais, reduzindo assim a renda na região. Portanto o efeito parece ser ambíguo.

Assunção, Gandour e Rocha (2015) investigam essa questão e não encontram efeito significativo do combate ao desmatamento sobre o PIB per capita nas regiões da Amazônia, sugerindo que não há um trade-off entre políticas de conservação e desenvolvimento local. Esse resultado é discutível, já que boa parte das atividades econômicas na região são ilegais e não entram no cálculo do PIB.

2.3 Determinantes do Desmatamento

De acordo com Assunção, Gandour e Rocha (2017), até o começo dos anos 2010 80% da Amazônia brasileira já havia sido derrubada. Apesar de o desmatamento estar mais associado à exploração madeireira, as queimadas são mais utilizadas na agricultura

e criação de gado. A conversão da vegetação original em terra cultivável e pasto é vista como a maneira mais rápida e prática de obter desenvolvimento econômico na região da Amazônia. Após a derrubada das árvores, queimadas são iniciadas resultando em uma camada de cinzas rica em nutrientes que torna o solo fértil e elimina temporariamente ervas daninhas e pragas.

Uma das estratégias mais importantes do PPCDAm foi a introdução do Sistema de Detecção do Desmatamento em Tempo Real (DETER), que permitiu uma maior agilidade na fiscalização contra a destruição ilegal da vegetação. Esse sistema localiza alterações na cobertura florestal com área maior do que 25 hectares através de sensores em satélites.¹ Em seguida, um alerta é enviado aos órgãos de fiscalização. Uma limitação do DETER é o fato de não ser possível identificar o desmatamento numa região enquanto a área estiver coberta por nuvens.

Usando a cobertura de nuvens em uma região como variável instrumental para medir o impacto causal de políticas de fiscalização, Assunção, Gandour e Rocha (2017) concluem que monitoramento e políticas de comando e controle tiveram um papel crucial na redução do desmatamento e de emissões de gases do efeito estufa.

CARRILLO et al (2018), visando obter uma estimativa das externalidades do desmatamento sobre saúde infantil, utilizam os municípios que menos se beneficiaram com a intervenção do PPCDAm como grupo de controle e comparam a diferença nos *birth outcomes* das crianças nascidas antes e depois da intervenção com as diferenças observadas no grupo de tratamento (municípios que mais se beneficiaram). Para essa estratégia funcionar é preciso que os grupos de tratamento e controle tenham a mesma tendência temporal na ausência de tratamento, não sejam afetados de forma heterogênea por mudanças que ocorram após o programa e a composição dos dois grupos não pode sofrer mudanças significativas entre os dois períodos.

Um problema na estratégia do artigo supracitado é a grande possibilidade de municípios com diferentes níveis de desmatamento pré-intervenção apresentarem tendências temporais distintas. Para contornar essa dificuldade e obter uma identificação

¹A partir de agosto de 2015 uma nova versão do DETER começa a operar tornando possível identificar áreas desmatadas inferiores a 25 hectares.

mais limpa do efeito do combate ao desmatamento sobre a saúde é possível usar a estratégia de variável instrumental adotada no artigo de Gandour et al. Além disso, há dados suficientes para tentar identificar quais dos mecanismos citados (poluição, malária e renda) são responsáveis por esse efeito.

3. DADOS

A minha análise utiliza dados em painel de 521 municípios da Amazônia Legal durante o período entre 2006 e 2016.² Esses dados são públicos e estão disponíveis em portais do governo federal. Dados anteriores a 2005 não foram incluídos pois até então o DETER estava em um estágio experimental.

3.1 Desmatamento

Nos anos 1970, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) começou a mapear o desmatamento em florestas tropicais com tecnologias de sensoriamento remoto e, desde 1988, vem produzindo taxas anuais de desmatamento na Amazônia através de satélites do Programa de Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (PRODES). Os satélites utilizados pelo INPE são capazes de detectar variação da cobertura vegetal onde houve desmatamento por corte raso em áreas contíguas superiores a 6,25 hectares.³

Aqui defino desmatamento como a extensão em km^2 de cobertura vegetal original removida no período de um ano, ou seja, o incremento na área total desmatada entre os anos $t-1$ e t . Os dados de aumento do desmatamento calculados pelo PRODES são disponibilizados anualmente no site do INPE como dados georreferenciados e dados agregados a nível do município.⁴

Para medir o efeito da variação do desmatamento sobre taxas de saúde e evitar vies de endogeneidade no modelo estimado é necessário o uso de um instrumento que afete as variáveis de saúde infantil apenas através do desmatamento. Assim, me baseio na estratégia empírica usada por Assunção, Gandour e Rocha (2017) e utilizo a cobertura de nuvens, medida pelo sistema DETER, como instrumento para a variável que mede o aumento na área desmatada.

² Amazônia Legal é uma divisão geopolítica que engloba nove estados do Brasil pertencentes à Bacia do Rio Amazonas.

³ Corte raso é aquele resultante da remoção completa da cobertura florestal em um curto intervalo de tempo. O desmatamento por Degradação Florestal é mais lento e difícil de detectar por satélite.

⁴ Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/OBT/assuntos/programas/amazonia/prodes> >

O DETER é um sistema de levantamento rápido de evidências de desmatamento e foi criado para dar suporte às ações de fiscalização e controle realizadas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Assim como o PRODES e a maioria dos sistemas que utilizam imagens de satélite, o DETER não é capaz de identificar alteração de cobertura vegetal em áreas cobertas por nuvens. Nesses locais há um menor número de alertas gerados para os aplicadores da lei, resultando em um menos multas ambientais e maior incremento em área desmatada por município (Assunção, Gandour e Rocha (2017)).

3.2 Saúde Infantil

Os dados de saúde infantil foram retirados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC), desenvolvido pelo DATASUS.⁵ O SINASC foi implantado oficialmente a partir de 1990 com o objetivo de coletar dados sobre os nascimentos informados em todo território nacional e fornecer dados sobre natalidade para todos os níveis do Sistema de Saúde. As informações retiradas do portal incluem a duração da gestação, o peso ao nascer e características maternas como estado civil, idade, escolaridade e município de residência. Também utilizo dados de óbitos infantis por residência, retirado do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Com base nessas informações, construo um painel com informações de nascimento por município e ano entre 2006 e 2016.

Com os dados obtidos é possível calcular as taxas que serão utilizadas como variáveis dependentes no segundo estágio do modelo com variável instrumental: baixo peso ao nascer (peso entre 1500 e 2499g), muito baixo peso ao nascer (peso entre 1000 e 1499g), prematuridade (período de gestação entre 28 e 37 semanas), prematuridade extrema (período de gestação inferior a 28 semanas) e mortalidade infantil (número de óbitos de menores de um ano de idade, por mil nascidos vivos). Também calculo variáveis adicionais que serão usadas no segundo estágio do modelo: percentual de nascidos com mães que completaram o ensino médio, percentual de nascidos com mães adolescentes (menores de 20 anos de idade) e taxa de nascidos com mães casadas.

⁵ Disponível em: < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinasc/cnv/nvbr.def>>

3.3 Outros Dados e Estatísticas Descritivas

Dados referentes a preços de *commodities* agrícolas e clima são utilizados como controles, uma vez que é esperado uma correlação com o incremento do desmatamento. Assunção, Gandour e Rocha (2015) mostram que variações nos preços de produtos agrícolas e do gado têm impactos na remoção de cobertura vegetal em territórios dentro da Amazônia Legal. Os preços das *commodities* são endógenos à produção agrícola local e, portanto, à atividade de desmatamento local. Assim, sigo a mesma estratégia do artigo citado e utilizo os preços do gado de corte, soja, arroz, milho e cana-de-açúcar registrados na Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB-PR) entre 2006 e 2016.

Como as condições meteorológicas podem facilitar ou dificultar a atividade de desmatamento, dados de temperatura e precipitação médias para cada município da Amazônia Legal são utilizados com defasagem de 1 ano na construção do vetor de controles. Esses dados foram compilados por Matsuura e Wilmott (2018) e, posteriormente, agregados a nível municipal no artigo de Assunção, Gandour e Rocha (2017).

A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas na análise empírica deste trabalho. É possível notar que houve uma grande redução no desmatamento ao longo dos anos, embora haja grande variação entre os municípios. As variáveis de saúde não apresentaram grandes mudanças no período da amostra, com exceção da taxa de nascimentos prematuros, que registra um aumento a partir de 2011.

4. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não pode ser utilizado para encontrar uma relação entre as variáveis de saúde e desmatamento, pois é esperado que essa última variável seja endógena. Por isso, utilizo a média da cobertura de nuvens anual em cada município como instrumento para a variação anual no incremento do desmatamento e rodo regressões utilizando o método de Mínimos Quadrados em 2 Estágios (MQ2E).

Assunção, Gandour e Rocha (2017) mostram que a cobertura de nuvens detectada pelo DETER está correlacionada com a variação no desmatamento através de seu efeito sobre a alocação de agentes aplicadores da lei. Como os sistemas baseados em imagens de satélites não conseguem identificar desmatamento realizado em áreas cobertas por nuvens em um tempo t , alertas não são emitidos e há menor presença de fiscalização. Isso gera um maior nível de remoção de cobertura florestal em $t + 1$. Essa variação exógena no incremento do desmatamento será explorada na estratégia empírica deste trabalho.

A validade do instrumento fica ameaçada se houver correlação entre cobertura de nuvens e outras variáveis que também afetam o desmatamento, como características climáticas. A inclusão de dados sobre temperatura e precipitação anual de cada município resolve esse problema e permite que a restrição de exclusão da variável instrumental seja atendida.

No primeiro estágio, exploro a relação entre desmatamento e a cobertura de nuvens e estimo:

$$\text{Desmatamento}_{it} = \beta \text{Nuvens}_{it-1} + \theta Z_{it} + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde Desmatamento_{it} é o incremento na perda de cobertura vegetal medido pelo PRODES em cada município i e ano t ; Nuvens_{it-1} é média anual da cobertura de nuvens medida pelo DETER para cada município i e ano $t-1$; Z_{it} é o vetor de controles no nível municipal, incluindo precipitações e temperatura em $t-1$, preços de *commodities* e características maternas; α_i é o efeito fixo para os municípios e μ_t é o efeito fixo para o ano; ε_{it} é o erro.

Para identificar o efeito da variação no desmatamento sobre cada uma das variáveis de saúde, estimo o seguinte modelo MQ2E no segundo estágio:

$$y_{it} = \gamma \text{Desmatamento}_{it} + \delta Z_{it} + \varphi_i + \lambda_t + \xi_{it} \quad (2)$$

onde y_{it} é a variável de saúde de interesse no município i e ano t ; Desmatamento_{it} é o incremento na perda de cobertura vegetal instrumentado pela variável Nuvens_{it-1} ; Z_{it} é o vetor de controles no nível municipal, incluindo precipitações e temperatura em $t-1$, preços de *commodities* e características maternas; φ_i é o efeito fixo para os municípios e λ_t é o efeito fixo para o ano; ξ_{it} é o erro. Os erros padrão são clusterizados no nível do município em todas as regressões, tornando-os robustos à correlação serial.

5. RESULTADOS

A tabela 2 descreve o primeiro estágio da regressão MQ2E e mostra que o desmatamento tem forte correlação com a cobertura de nuvens, conforme esperado pelos resultados de Assunção, Gandour e Rocha (2017). Isso permite a utilização da cobertura de nuvens como um instrumento que gera uma variação exógena no desmatamento. É de se esperar que a fiscalização em si, de modo geral, tenha forte correlação com o desmatamento de diferentes maneiras: áreas com maior histórico de desmatamento podem ter mais fiscalização no período seguinte; áreas com mais recursos econômicos podem ter mais desmatamento e fiscalização, etc. Assim, não é possível usar o desmatamento como variável explicativa para os resultados em saúde sem o uso de um instrumento como a cobertura de nuvens.

Note-se que a regressão de primeiro estágio mantém sua robustez de resultados mesmo com a inclusão de controles de temperatura, chuva e do preço de *commodities* para aquele município.

A tabela 3 contém os resultados do segundo estágio da regressão MQ2E, no qual as variáveis dependentes são relacionadas a saúde infantil. Todas as especificações utilizam controles para o clima, preços de *commodities* agrícolas, características maternas e efeitos fixos. O erro padrão é clusterizado para o município.

O resultado da coluna 1 revela uma relação positiva entre o desmatamento e taxa de mortalidade infantil, contudo o coeficiente não é estatisticamente significativo. Os resultados dos modelos que utilizam prematuridade extrema, peso baixo e peso muito baixo ao nascer como variáveis dependentes também não são estatisticamente significativos a um nível de 5%. A coluna 3 mostra um coeficiente negativo e estatisticamente significativo para a taxa de nascimentos prematuros, refletindo o crescimento dessa variável a partir de 2011.

6. CONCLUSÃO

Com esse trabalho procurei expandir a literatura sobre a importância dos cuidados com a saúde infantil, tema de grande relevância para a definição de políticas públicas.

Seguindo a estratégia empírica adotada por Assunção, Gandour e Rocha (2017), mostrei que a cobertura de nuvens em um ano t é um bom instrumento para o desmatamento em $t+1$, mesmo após a adoção de controles. A lógica por trás desse resultado é o fato de uma maior cobertura de nuvens diminuir a capacidade de fiscalização das agências que combatem o desmatamento, gerando uma variação exógena na fiscalização, o que aumenta a destruição de cobertura vegetal.

Mesmo com um instrumento forte, porém, os modelos construídos no segundo estágio não foram capazes de mostrar relação significativa entre a queda do desmatamento e possíveis melhorias nas variáveis de saúde infantil. Trabalhos futuros que usem outras metodologias para investigar esse tema podem tentar esclarecer o resultado encontrado, bem como os possíveis canais pelos quais o desmatamento pode afetar a saúde infantil.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOND, Douglas, e BHASHKAR, Mazumder. "Health Capital and the Prenatal Environment: The Effect of Ramadan Observance during Pregnancy." *American Economic Journal: Applied Economics*, 3 (4): pp. 56-85, 2011.

ALMOND, Douglas e CURRIE, Janet. "Human Capital Development before Age Five," *Handbook of Labor Economics*, Elsevier, 2011.

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa; ROCHA, Rudi. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies. *Environment and Development Economics* 20 (6), 697-722, Dezembro 2015.

ASSUNÇÃO, Juliano; GANDOUR, Clarissa; ROCHA, Romero. DETERring Deforestation in the Amazon: Environmental Monitoring and Law Enforcement. *Climate Policy Initiative*, [s. l.], p. 1-50, Dezembro 2017.

CARRILLO, Bladimir; BRANCO, Danyelle; TRUJILLO, Juan.; LIMA, João. The Externalities of a Deforestation Control Policy in Infant Health: Evidence from Brazil. *Health, Econometrics and Data Group (HEDG) Working Papers* 17/09, HEDG, Department of Economics, University of York, 2017.

CHAY, Kenneth e GREENSTONE, Michael. Air Quality, Infant Mortality, and the Clean Air Act of 1970. *MIT Department of Economics Working Paper* No. 04-08, Agosto 2003.

CURRIE, Janet. "Healthy, Wealthy, and Wise: Socioeconomic Status, Poor Health in Childhood, and Human Capital Development." *Journal of Economic Literature* 47 (1): pp. 87– 122, 2009.

GARG, Teevrat. Ecosystems and Human Health: The Local Benefits of Forest Cover in Indonesia, Outubro 2019.

INPE. Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Database, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Ministério da Ciência e Tecnologia, Outubro 2013.

MACDONALD, Andrew e MORDECAI, Erin. Amazon deforestation drives malaria transmission, and malaria burden reduces forest clearing. Proceedings of the National Academy of Sciences, Março 2019.

MATSUURA, Kenji e WILLMOTT, Cort. Terrestrial Precipitation and Air temperature: 1900-2017 Gridded Monthly Time Series (V5.01). Database, University of Delaware, Agosto 2018.

WOOLDRIDGE, Jeffrey. Introductory Econometrics: a Modern Approach (2ª ed.). Mason, Ohio: South-Western Cengage Learning, 2012.

APÊNDICE

Tabela 1: Estatísticas Descritivas

	2006 (N = 521)	2007 (N = 521)	2008 (N = 521)	2009 (N = 521)
Desmatamento				
Mediana	3.9	3.8	5.6	2.7
Média (Desvio Padrão)	20.55 (54.58)	21.63 (59.37)	24.76 (57.94)	11.76 (35.64)
Cobertura de Nuvens				
Mediana	0.602	0.363	0.605	0.481
Média (Desvio Padrão)	0.64 (0.09)	0.37 (0.06)	0.65 (0.16)	0.49 (0.23)
Taxa de Peso Baixo				
Mediana	0.054	0.055	0.055	0.057
Média (Desvio Padrão)	0.05 (0.02)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)
Taxa de Peso Muito Baixo				
Mediana	0.004	0.003	0.004	0.004
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.01 (0.01)
Taxa de Prematuros Extremos				
Mediana	0.002	0.001	0.002	0.002
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.01)	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)
Taxa de Prematuros				
Mediana	0.036	0.034	0.039	0.038
Média (Desvio Padrão)	0.05 (0.06)	0.05 (0.06)	0.05 (0.08)	0.05 (0.07)
% de Mães Casadas				
Mediana	0.233	0.229	0.21	0.198
Média (Desvio Padrão)	0.26 (0.14)	0.24 (0.13)	0.23 (0.13)	0.22 (0.12)
% de Mães Adolescentes				
Mediana	0.305	0.307	0.297	0.297
Média (Desvio Padrão)	0.30 (0.05)	0.30 (0.06)	0.30 (0.05)	0.29 (0.05)
% de Mães com Ensino Médio				
Mediana	0.061	0.062	0.068	0.076
Média (Desvio Padrão)	0.30 (0.05)	0.30 (0.06)	0.30 (0.05)	0.29 (0.05)
Temperatura				
Mediana	26.358	26.25	26.35	26.05
Média (Desvio Padrão)	26.21 (1.17)	26.03 (1.22)	26.23 (1.13)	25.81 (1.28)
Chuva				
Mediana	2455.7	3153.3	3120.1	3075.5
Média (Desvio Padrão)	6,248.32 (11,053.11)	7,492.65 (13,490.26)	7,057.06 (12,329.82)	7,414.34 (13,202.58)

Tabela 1: Estatísticas Descritivas (continuação)

	2010 (N = 521)	2011 (N = 521)	2012 (N = 521)	2013 (N = 521)
Desmatamento				
Mediana	3.4	2.2	1.3	1.5
Média (Desvio Padrão)	11.71 (28.20)	10.54 (26.60)	8.21 (20.68)	10.08 (28.60)
Cobertura de Nuvens				
Mediana	0.594	0.443	0.502	0.333
Média (Desvio Padrão)	0.58 (0.23)	0.49 (0.25)	0.50 (0.20)	0.35 (0.20)
Taxa de Peso Baixo				
Mediana	0.058	0.056	0.058	0.06
Média (Desvio Padrão)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)
Taxa de Peso Muito Baixo				
Mediana	0.004	0.004	0.004	0.004
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.01)	0.01 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)
Taxa de Prematuros Extremos				
Mediana	0.002	0.003	0.003	0.003
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.00)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)
Taxa de Prematuros				
Mediana	0.045	0.091	0.114	0.113
Média (Desvio Padrão)	0.05 (0.06)	0.09 (0.04)	0.11 (0.04)	0.11 (0.04)
% de Mães Casadas				
Mediana	0.197	0.176	0.167	0.172
Média (Desvio Padrão)	0.22 (0.13)	0.20 (0.11)	0.19 (0.11)	0.19 (0.11)
% de Mães Adolescentes				
Mediana	0.294	0.291	0.29	0.288
Média (Desvio Padrão)	0.29 (0.05)	0.29 (0.06)	0.29 (0.06)	0.28 (0.06)
% de Mães com Ensino Médio				
Mediana	0.084	0.06	0.051	0.054
Média (Desvio Padrão)	0.29 (0.05)	0.29 (0.06)	0.29 (0.06)	0.28 (0.06)
Temperatura				
Mediana	26.175	26.725	26.442	26.325
Média (Desvio Padrão)	26.00 (1.21)	26.52 (1.32)	26.21 (1.21)	26.12 (1.28)
Chuva				
Mediana	2692.6	2230.8	2745.3	2734.6
Média (Desvio Padrão)	7,393.37 (13,541.04)	6,523.51 (11,698.45)	7,083.98 (12,458.37)	6,910.93 (12,468.96)

Tabela 1: Estatísticas Descritivas (continuação)

	2014 (N = 521)	2015 (N = 521)	2016 (N = 521)
Desmatamento			
Mediana	1.8	1.7	1.7
Média (Desvio Padrão)	9.54 (24.13)	11.54 (31.61)	13.68 (39.28)
Cobertura de Nuvens			
Mediana	0.381	0.429	0.456
Média (Desvio Padrão)	0.37 (0.21)	0.45 (0.27)	0.48 (0.24)
Taxa de Peso Baixo			
Mediana	0.058	0.058	0.061
Média (Desvio Padrão)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)	0.06 (0.02)
Taxa de Peso Muito Baixo			
Mediana	0.004	0.004	0.004
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.01 (0.01)
Taxa de Prematuros Extremos			
Mediana	0.003	0.004	0.003
Média (Desvio Padrão)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)	0.00 (0.01)
Taxa de Prematuros			
Mediana	0.109	0.105	0.106
Média (Desvio Padrão)	0.11 (0.04)	0.10 (0.04)	0.10 (0.04)
% de Mães Casadas			
Mediana	0.167	0.171	0.17
Média (Desvio Padrão)	0.19 (0.11)	0.19 (0.11)	0.19 (0.11)
% de Mães Adolescentes			
Mediana	0.286	0.282	0.277
Média (Desvio Padrão)	0.28 (0.06)	0.28 (0.06)	0.27 (0.06)
% de Mães com Ensino Médio			
Mediana	0.058	0.063	0.068
Média (Desvio Padrão)	0.28 (0.06)	0.28 (0.06)	0.27 (0.06)
Temperatura			
Mediana	26.4	26.225	26.4
Média (Desvio Padrão)	26.20 (1.30)	25.96 (1.38)	26.21 (1.26)
Chuva			
Mediana	2765.3	3013.4	2630.1
Média (Desvio Padrão)	7,033.55 (12,666.44)	7,164.13 (12,486.65)	6,678.01 (12,447.33)

Tabela 2: Primeiro estágio da regressão MQ2E

	<i>Dependent variable:</i>
	Desmatamento
'Cobertura de nuvens t-1'	11.347*** (2.198)
weather_temp_1	3.158*** (0.938)
weather_rain_1	-0.001** (0.0002)
priceWgtNdx_brzls1_cassava	-1.079 (1.373)
priceWgtNdx_brzls2_cassava	-0.323 (1.053)
priceWgtNdx_brzls1_cattle	-0.179* (0.097)
priceWgtNdx_brzls2_cattle	0.115 5,731
R ²	0.027
Adjusted R ²	-0.073
F Statistic	8.152*** (df = 18; 5192)
<i>Note:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

Tabela 2: Segundo estágio da regressão MQ2E

	Mortalidade Infantil	Prematuros	Prematuridade extrema	Peso baixo	Peso muito baixo
Desmatamento	0,000057 (0,000093)	-0,004242*** (0,000957)	0,000055 (0,000053)	-0,000403* (0,000196)	-0,000056 (0,000049)
Usa efeito fixos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Usa controles	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Número de municípios	521	521	521	521	521
Número de observações	5193	5731	5731	5731	5731