



QUEIMADAS, PREÇOS AGRÍCOLAS E DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

FIRES, AGRICULTURAL PRICES AND RESPIRATORY DISEASES

Autor(es): Geraldo Costa Junior

Filiação: UFF

E-mail : geraldocrjr@gmail.com

Grupo de Trabalho (GT): . GT4. Questão ambiental, agroecologia e sustentabilidade

Resumo

O impacto da poluição do ar na saúde humana tem sido amplamente estudado em todo o mundo. Estudos epidemiológicos têm observado a existência de correlação positiva entre a incidência de doenças respiratórias e a exposição a poluentes na atmosfera. O objetivo deste estudo é identificar a relação entre o número de queimadas no estado do Tocantins, a dinâmica dos preços agrícolas e o de número de internações por doenças respiratórias em unidades de saúde. Observa-se que um aumento de um desvio-padrão (16,58) no nível de concentração $PM_{2.5}$ leva ao aumento de 0,8472 na taxa de hospitalização por doenças respiratórias, ou 1,67% da média de hospitalização. Além disso, encontrou-se relação negativa entre a dinâmica do preço da cana-de-açúcar e as taxas de hospitalização por doenças respiratórias no estado. Os resultados encontrados apontam para a importância da avaliação espacial da incidência de doenças respiratórias e sua relação com o material particulado produzido pela combustão da biomassa.

Palavras-Chave: Queimadas. Material particulado. Internações por doenças respiratórias. Gestão em saúde.

Abstract

The impact of air pollution on human health has been widely studied around the world. Epidemiological studies have shown that the incidence of respiratory diseases and total and specific mortality rates related to exposure to pollutants in the atmosphere continue to increase. Our aim is to identify the relationship between the number of fires in the state of Tocantins, the dynamics of agricultural prices and the number of admissions for respiratory diseases in health care units. The research approach is quantitative, a type of exploratory descriptive research, having as population and sample all 139 municipalities in the state of Tocantins, using an econometric model. It was possible to observe that an increase of one standard deviation (16.58) in the $PM_{2.5}$ concentration level leads to an increase of 0.8472 in the rate of hospitalization for respiratory diseases, or 1.67% of the average hospitalization rate. Besides, an increase in sugar cane prices contributes to reduce the rate of hospitalization. The results found point to the importance of spatial assessment of the incidence of respiratory diseases and its relationship with the particulate matter produced by the combustion of biomass.

Keywords: Fires. Particulate matter. Hospitalizations for respiratory diseases. Health management.

1 Introdução

O impacto da poluição do ar na saúde humana tem sido amplamente estudado em todo o mundo. Estudos epidemiológicos têm demonstrado que a incidência de doenças respiratórias e taxas de mortalidade relacionadas à exposição a poluentes na atmosfera continuam aumentando (IGNOTTI et al., 2007). De acordo com a Associação Nacional dos Registradores de Pessoas Naturais do Brasil-ARPEN BRASIL, entre os anos de 2019 e 2021 ocorreram no Brasil cerca de 1.377.678 óbitos causados por doenças respiratórias, e destes, cerca de 5.530 óbitos somente no estado do Tocantins (ARPEN BRASIL, 2021).



Muitos destes poluentes – usualmente medidos pela concentração de matéria particulada $PM_{2.5}$ - são causados pelos incêndios florestais. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) apresenta comparativos do total de focos de queimadas ativos detectados por satélites com referências de cada mês desde o ano 1998 até os dias atuais. Os dados mostram que na região Norte do país a média anual é de 88.609 focos ativos. Já no estado do Tocantins, dentro deste mesmo período, foi registrada a média anual de 13.357 focos de incêndio em todo o território estadual (INPE, 2021).

Por outro lado, alguns estudos apontam que a origem desses incêndios está relacionada à produção agrícola, pois neste processo o manejo do fogo é considerado a solução mais rápida e econômica para a geração de renda na agricultura. O impacto dessas queimadas não apenas afeta diretamente os residentes em áreas predispostas a incêndios, mas também pode afetar os residentes a milhares de quilômetros a favor do vento por meio da inalação de fumaça (CASTRO et al., 2016; CORRÊA et al., 2020).

A exposição à matéria particulada na atmosfera ($PM_{2.5}$) pode ter diversas consequências para a saúde humana, podendo atingir os pulmões, contaminar a corrente sanguínea e atingir órgãos vitais (Kim e Kabir, 2015; Rocha e Sant’Anna, 2022). Assim, uma das possíveis consequências do aumento do número de casos de incêndio é a sobrecarga das unidades locais de saúde, que passam a lidar com uma demanda crescente de casos relacionados a doenças do trato respiratório. Esse aumento de demanda tem o potencial de sobrecarregar os sistemas públicos e privados de saúde, o que implica em maiores complicações para a administração desses serviços.

Neste sentido, este estudo se propõe a verificar se há relação entre a concentração de material particulado $PM_{2.5}$ detectado na atmosfera e o número de internações por doenças respiratórias no estado do Tocantins. Além disso, propõe-se verificar a existência do impacto dos preços agrícolas, usados neste caso como proxy para a atividade agrícola, sobre o número de internações por doenças respiratórias no estado. Utilizou-se, para este fim, um modelo de dados de regressão com efeitos fixos numa estrutura de dados em painel, abrangendo os 139 municípios tocantinenses entre janeiro de 2010 e dezembro de 2019.

Além desta introdução, este estudo traz na seção 2 os trabalhos relacionados mais relevantes. Na seção 3 é especificada a origem dos dados utilizados e as variáveis construídas a partir dos mesmos. Na seção 3 apresenta-se a metodologia utilizada para medir o impacto da concentração de $PM_{2.5}$ e dos preços agrícolas sobre as internações por doenças respiratórias. Na seção 4 faz-se uma breve análise descritiva dos dados e se apresenta os principais resultados do modelo. A seção 5 conclui este estudo.

2 Trabalhos Relacionados

Muito se estuda sobre os impactos das queimadas na região Norte e Centro-Oeste do país, principalmente sobre os efeitos desse mal na saúde humana. Em Silva et al (2010) foi analisado o efeito da exposição ao material particulado no surgimento de doenças do aparelho respiratório de crianças e idosos nos municípios do estado de Mato Grosso. O estudo observou que existem correlações estatisticamente significativas entre a predominância de internações por doenças respiratórias e o percentual de material particulado oriundos da queima de biomassa.



Um estudo realizado no município de Alta Floresta, elaborado por Carmo et al. (2010), investigou os efeitos de curto prazo da exposição ao material particulado de queimadas da Amazônia nos números diários de atendimento ambulatorial por doenças respiratórias de crianças e idosos. Foi encontrada relação entre a exposição ao material particulado com os aumentos nos atendimentos ambulatoriais por doenças respiratórias de crianças no 6º e 7º dias subsequentes à exposição. Mas em relação aos idosos, não foram encontradas associações significativas nos atendimentos.

Em Tangará da Serra, Jacobsen et al. (2014) investigaram o efeito da fumaça proveniente de queimadas sobre a saúde de crianças em idade escolar. Os autores concluíram que a exposição à fumaça teve efeitos significativos negativos sobre o pico de fluxo expiratório dos indivíduos analisados, sobretudo entre os indivíduos de menor idade.

Na capital de Mato Grosso, Cuiabá, Machin e Nascimento (2018) analisaram os efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças, através de um estudo de séries temporais com dados relacionados às internações por algumas doenças respiratórias. Também foram encontradas associações entre exposição e internações. Foi ainda relatado o aumento de custos acima dos R\$95 mil para o Sistema Único de Saúde, mostrando o impacto dessa relação na administração pública de saúde.

No estado de Rondônia, Filho et al. (2017) avaliaram a distribuição espacial dos focos de queimadas e a relacionaram com a mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares em idosos. Os autores não encontraram relação direta entre a taxa de mortalidade e a ocorrência de queimadas. Entretanto, os autores ressaltam que os poluentes emitidos na queima podem ser transportados por milhares de quilômetros das áreas de origem e influenciar a saúde de idosos.

Ainda em Rondônia, Barbosa e Lima (2020) realizaram o mesmo estudo na capital Porto Velho, analisando a tendência do desenvolvimento de patologias respiratórias e cardiológicas na população devido ao grande número de queimadas no estado. Os autores verificaram que uma das consequências das queimadas é o aumento do número de atendimentos nos hospitais da cidade, o que pode ser um fator de estrangulamento para administração hospitalar.

Em estudo que engloba toda a Amazônia Legal, área que envolve os estados do Acre, Rondônia, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Mato Grosso, Tocantins e a parte ocidental do Maranhão, Rocha e Sant'Anna (2022) investigaram a existência de relação entre poluição atmosférica, medida pela concentração de matéria particulada (PM_{2.5}) e a internação por doenças respiratórias. Os autores confirmaram a relação e ressaltaram que o efeito da poluição é mais forte entre idosos e crianças.

Furtado et al. (2017) analisaram a correlação entre as queimadas e o aumento do número de doenças respiratórias em Minas Gerais. Não foi possível estabelecer uma relação direta entre as queimadas e as doenças no sistema respiratório. O principal motivo por esse resultado foi em função das internações se concentrarem em diferente época do maior número de queimadas e também por não se ter o motivo das internações.

Doenças Respiratórias e Atividade Agrícola

Existem alguns estudos na literatura que relacionam a ocorrência de queimadas e a atividade agrícola. Neste sentido, Ramos et al. (2019) avaliaram o impacto das emissões da queima da cana-de-açúcar sobre o número de internações hospitalares por doenças respiratórias



em Presidente Prudente-SP. Foi constatado que durante o período de queima da cana-de-açúcar houve um maior número de internações por doenças respiratórias, principalmente de pneumonia, resultado este semelhante com a maioria dos estudos levantados.

Rangel e Vogl (2019) estudaram a exposição de gestantes nos últimos três meses de gravidez à fumaça proveniente de queimadas relacionadas à colheita da cana-de-açúcar no estado de São Paulo. Os autores identificaram que uma maior exposição traz efeitos significativos sobre o peso do bebê ao nascer, o tempo gestacional e o risco de morte fetal.

No estado do Rio de Janeiro, mais precisamente no município de Campos dos Goytacazes, Castro e Ribeiro (2017) estudaram o impacto das queimadas no setor de cana-de-açúcar na saúde respiratória de alunos da região. Foi avaliado a saúde respiratória de escolares na cidade e levantar os indicadores de poluição da região originados de queimadas. A pesquisa mostrou um elevado número de escolares com quadro de asma na cidade, principalmente no período de queimadas.

Saiani e Perosa (2016) estudaram o efeito da introdução da mecanização da colheita (em substituição a queimadas) sobre a saúde da população em municípios do estado de São Paulo. Os autores encontraram resultados que sugerem uma relação negativa e significativa entre queimadas e internações por problemas respiratórios, ficando evidente o impacto positivo da mecanização da colheita sobre a saúde respiratória dos moradores, principalmente nos idosos, que são mais suscetíveis a sofrer por tais patologias.

Em estudo semelhante, Nicolella e Belluzo (2015) investigaram o impacto da redução das queimadas pré-colheita nas lavouras de cana do estado de São Paulo sobre a saúde da população e constataram que, com a diminuição das queimadas, um aumento na área colhida está associado a uma redução no número de internações por doenças respiratórias.

3 Dados e Metodologia

Base de dados e variáveis

Os dados analisados neste estudo compreendem o universo dos 139 municípios do estado do Tocantins. O período de análise vai de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. Os dados utilizados neste estudo são coletados de bases de dados diferentes.

Os dados referentes às internações por doenças respiratórias foram obtidos através do Sistema de Informações Hospitalares (SIH/DATASUS), provido pelo Ministério da Saúde. O sistema leva em conta todas as internações hospitalares cobertas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), seja em hospitais públicos ou privados. Como nem todos os municípios do estado do Tocantins têm hospitais, as internações foram contabilizadas com base no município de origem do paciente.

Os dados referentes às variáveis de poluição e climáticas, isto é, a concentração de matéria particulada (PM_{2.5}), temperatura, precipitação e umidade relativa do ar foram obtidas através do Sistema de Informações Ambientais Integrado à Saúde (SISAM), provido por uma iniciativa conjunta entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Fiocruz e o Ministério da Saúde. Os dados disponibilizados pelo SISAM têm frequência diária. Para este



estudo, foram computadas as médias mensais para cada município do estado no período analisado.

Para o cálculo dos preços reais ponderados, utilizou-se os preços mensais do arroz, feijão, cana-de-açúcar, milho e soja do estado do Paraná, providos pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado do Paraná (SEAB-PR). A ponderação foi feita a partir dos dados de área plantada de cada commodity em cada município, em cada ano. Os dados de área plantada foram obtidos da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), fornecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE). A Tabela 1 reporta as variáveis utilizadas neste estudo, suas descrições e origens.

Tabela 1 – Variáveis utilizadas, descrição e origem.

Variável	Descrição	Origem
Internações por doenças respiratórias (por 100.000 habitantes)	Média mensal, tendo como critério de seleção capítulo X da CID- 10, que se refere a doenças do aparelho respiratório.	Sistema de Informações Hospitalares (SIH)/DATASUS
Concentração de material particulado (PM _{2.5})	Média mensal, dados de concentração média (em µg/m ³) de material particulado diâmetro < 2.5µm próximo da superfície (PM _{2.5}), que indica partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar na configuração de poeira, aerossol, fumaça, entre outras.	Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde (SISAM)/INPE
Precipitação	Média mensal, em milímetros, por município.	Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde (SISAM)/INPE
Temperatura	Média mensal, em graus Celsius, por município.	Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde (SISAM)/INPE
Umidade relativa do ar	Média mensal, em porcentagem, por município.	Sistema de Informações Ambientais Integrado a Saúde (SISAM)/INPE
Área plantada	Valor anual, área plantada em hectares, por município	Pesquisa Agrícola Municipal (PAM)/IBGE
Preços	Preços mensais recebidos pelo produtor das seguintes culturas: arroz, feijão, milho, soja e cana-de-açúcar	Secretaria da Agricultura e Abastecimento do estado do Paraná (SEAB-PR)

Estratégia empírica

A estratégia empírica utilizada neste estudo consiste em um modelo de efeitos fixos baseados em um painel que contém dados mensais em nível municipal. O modelo objetiva captar o impacto da poluição do ar advinda das queimadas sobre as internações por doenças respiratórias no estado do Tocantins. O modelo estimado foi baseado no por Rocha e Sant'Anna (2022) e tem a seguinte forma:

$$Y_{it} = \alpha_i + \gamma_t + \beta \text{Poluição}_{it} + \theta X_{it} + \partial \text{PRP}_{itc} + u_{it}$$

Onde Y_{it} é o número de internações por doenças respiratórias no município i no mês t , a variável Poluição_{it} indica a concentração de $\text{PM}_{2.5}$ na atmosfera do município i no mês t . O vetor X_{it} contém variáveis climáticas como precipitação, temperatura e umidade relativa do ar para o município i no mês t . O termo α_i capta os efeitos fixos de município e γ_t os efeitos fixos de tempo (ano e mês). Por fim, u_{it} é o termo de erro. Os erros-padrão serão clusterizados no nível dos municípios, desta forma, nossos resultados serão robustos na presença de correlação serial entre os municípios.

Para captar os efeitos da atividade agrícola sobre as internações por doenças respiratórias seriam necessárias informações a respeito do PIB e renda agrícola, que estão disponíveis apenas em frequência anual (Rocha e Sant'Anna, 2022). Como proxy para atividade agrícola, utilizam-se os preços da produção agrícola local. Segundo Assunção et al. (2015), um aumento nos preços agrícolas locais é um incentivo para que os produtores expandam a área plantada, o que pode implicar em queimadas e desmatamento, e, em última análise, em mais internações por doenças respiratórias.

Os preços agrícolas locais, no entanto, são endógenos à produção e atividade agrícola locais. Para contornar este problema, adotou-se estratégia semelhante à de Assunção et al. (2015), na qual utiliza-se preços agrícolas do estado do Paraná, que são ao mesmo tempo exógenos à produção agrícola local do Tocantins e altamente correlacionados aos preços locais. As commodities consideradas neste estudo são soja, milho, arroz, feijão e cana-de-açúcar.

Uma vez obtidas as séries mensais de preço de cada uma das commodities e deflacionou-se as mesmas de acordo com o IPCA de cada ano. Posteriormente, calculou-se o Preço Real Ponderado de cada uma das commodities da seguinte forma:

$$\text{PRP}_{itc} = PP_{t-1,c} * A_{ic,2008-2009}$$

Onde PRP_{itc} é o Preço Real Ponderado no município i , no mês t , para a commodity c ; $PP_{t-1,c}$ é o preço do Paraná no mês t para a commodity c ; e $A_{ic,2008-2009}$ é a porcentagem da área do município i dedicada à commodity c em relação à área total do município dedicada às culturas temporárias. Segundo Assunção et al. (2015), este último termo capta a importância relativa da commodity c na produção agrícola do município i , e foi calculado a partir das médias dos anos 2008 e 2009, que são os dois anos que precedem o período de análise.

4 Resultados e Discussão

Análise descritiva dos dados

A Tabela 2 reporta as estatísticas descritivas das variáveis internações por doenças respiratórias (por 100 mil habitantes), concentração de $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na atmosfera e o número de focos de incêndios. Todas as variáveis são médias mensais e estão em nível municipal, e abrangem o período que vai de janeiro de 2010 a dezembro de 2019. O número médio de internações por doenças respiratórias no estado do Tocantins (50,535) é menor que a média encontrada em toda Amazônia Legal (63,5) no mesmo período. No entanto, a média da

concentração de PM_{2.5} no estado (16,3) é ligeiramente maior que a média encontrada para a Amazônia Legal (16,1), conforme reportado por Rocha e Sant’Anna (2022).

Tabela 2 – Estatísticas descritivas das principais variáveis

Variáveis	Média	Desvio-Padrão	Min	Max
Internações (por 100.000 hab.)	50,535	63,14	0	866,16
PM_{2.5} (µg/m³)	16,304	16,58	0,86	439,52
Número de focos de incêndio	9,012	34,31	0	1217

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DATASUS e do INPE.

No que diz respeito aos focos de incêndios no estado do Tocantins, é possível observar uma pronunciada sazonalidade dentro período analisado, como reportado na Figura 1 (à esquerda). É claramente observável a ocorrência de picos de frequência por volta da metade do ano, coincidindo com os períodos de estiagem no estado. Um padrão muito semelhante é constatado na Figura 1 (à direita), que reporta a concentração média de PM_{2.5} registrada na atmosfera no estado.

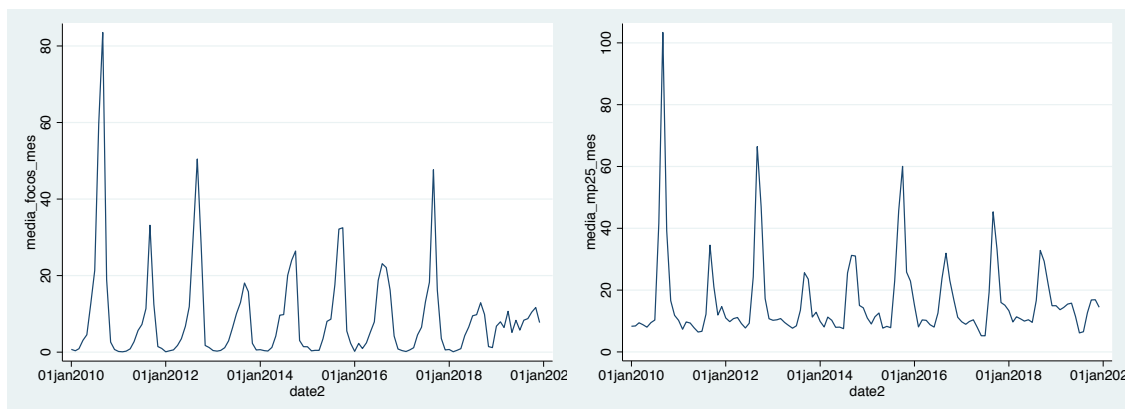


Figura 1 - Número de focos incêndio no estado do Tocantins entre janeiro de 2010 a dezembro de 2019 (à esquerda); Concentração média de PM_{2.5} no estado do Tocantins entre janeiro de 2010 a dezembro de 2019 (à direita)

No que diz respeito às internações por doenças respiratórias no estado do Tocantins, como mostra a Figura 2, é possível observar uma clara tendência de queda durante o período analisado. É possível também observar uma sazonalidade na ocorrência de internações, em consonância com a sazonalidade observada nos dois últimos gráficos apresentados, de modo que as internações por doenças respiratórias ocorrem com maior frequência por volta da metade do ano.

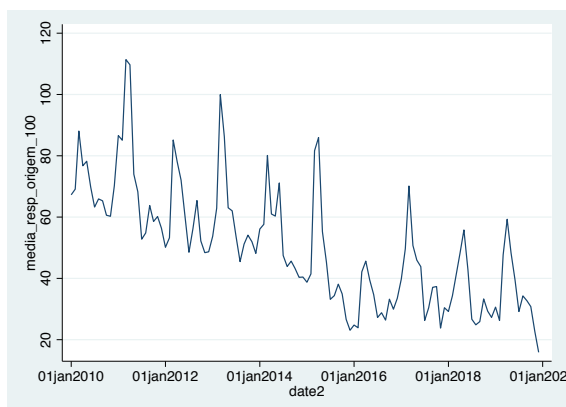


Figura 2 - Número médio de internações por doenças respiratórias a cada 100 mil habitantes no estado do Tocantins entre janeiro de 2010 e dezembro de 2019

Resultados do modelo econométrico

A Tabela 3 reporta os resultados do modelo econométrico especificado na seção 3. Os resultados são apresentados em três colunas, de (1) a (3). Em todos os casos, a variável dependente é a taxa de hospitalização por doenças respiratórias (por 100 mil habitantes) e as variáveis explicativas são a concentração de matéria particulada $PM_{2.5}$ e os preços reais ponderados (PRPs) das commodities analisadas. Em (1) estima-se o efeito da concentração de $PM_{2.5}$ e dos preços reais ponderados sobre as taxas de hospitalização por doenças respiratórias incluindo como controle os efeitos fixos de município, de mês e de ano. Em (2) adiciona-se como controle as variáveis climáticas, isto é, precipitação, temperatura e umidade relativa do ar. Em (3), adiciona-se ainda uma tendência temporal específica para cada município de forma a captar a tendência de queda no número de internações ao longo do tempo.

Os resultados encontrados na Tabela 3 indicam uma relação positiva e significativa (ao nível de 5%) quando são considerados todos os controles, isto é, os efeitos fixos de município, mês e ano, as variáveis climáticas e as tendências temporais específicas de cada município. Na coluna 3 observa-se que um aumento de um desvio-padrão (16,58) no nível de concentração $PM_{2.5}$ leva ao aumento de 0,8472 na taxa de hospitalização por doenças respiratórias, ou 1,67% da média de hospitalização.

Os resultados encontrados estão em consonância com os encontrados por outros trabalhos. Rocha e Sant'Anna (2022) encontraram resultados similares em termos de magnitude e significância do impacto da concentração de $PM_{2.5}$ sobre as internações por doenças respiratórias no conjunto de estados que formam a Amazônia Legal, aí incluído o estado do Tocantins. Silva et al (2010) também identificam essas evidências de que a produção de $PM_{2.5}$ originada de queimadas na Amazônia Legal se relacionam com ocorrência de doença respiratória nos municípios do Estado de Mato Grosso.

Em relação ao efeito dos preços reais ponderados das commodities, que aqui servem como proxy para a atividade agrícola, não se observou nenhuma relação significativa com a ocorrência de internações por doenças respiratórias. Este resultado sugere, portanto, que as queimadas e a matéria particulada proveniente destas não têm origem na atividade agrícola.

Tabela 3 – Resultados do modelo econométrico



Variável Dependente: Internações			
Variáveis Explicativas:	(1)	(2)	(3)
PM_{2.5}	-0,0033 (0,0233)	0,0317 (0,0248)	0,0511** (0,0258)
PRP Soja	0,4205 (0,2890)	0,3778 (0,2887)	0,4049 (0,3038)
PRP Milho	-0,2246 (0,7009)	-0,4101 (0,7107)	-0,2483 (0,7290)
PRP Cana	-6,6980** (2,9262)	-6,6122** (2,9027)	-4,9616*** (1,4262)
PRP Arroz	-0,1538 (0,3912)	-0,2396 (0,3948)	-0,2316 (0,3973)
PRP Feijão	-0,2641 (0,1973)	-0,2273 (0,2020)	-0,1350 (0,1689)
Observações	16680	16680	16680
R² (overall)	0,4337	0,4347	0,5317
Efeitos fixos de municípios	Sim	Sim	Sim
Efeitos fixos de mês	Sim	Sim	Sim
Efeitos fixos de ano	Sim	Sim	Sim
Variáveis climáticas	Não	Sim	Sim
Tendência temporal (município-mês)	Não	Não	Sim
Tendência temporal (município-ano)	Não	Não	Sim
Número de municípios	139	139	139

Legenda: * significativo a 10%, ** significativo a 5% e *** significativo a 1%

A única exceção foi o coeficiente associado à variável preço real ponderado da cana-de-açúcar, que na coluna (3) se mostrou significativo ao nível de 1% e com sinal negativo. Ou seja, aumentos no preço real ponderado da cana levariam a diminuições nos casos de internações por doenças respiratórias. Mais especificamente, o aumento de R\$1 no preço da cana-de-açúcar estaria associado a uma diminuição nas internações por doenças respiratórias da ordem de 4,96 por 100.000/hab.

A produção de cana-de-açúcar no estado do Tocantins passou por significativo crescimento durante a última década e o estado ocupa hoje a posição de principal produtor na região Norte. Parte deste crescimento se deve às boas condições edafoclimáticas para a produção de cana no estado, que permitem ganhos de produtividade acima da média nacional. Um outro aspecto é o forte atrelamento do cultivo de cana à produção de etanol e bioenergia por parte de grandes usinas, que são mais propensas a adotar tecnologias intensivas em capital, como por exemplo, a colheita mecanizada. (Collichio et al., 2015; Abreu et al, 2016). A relação entre a adoção de técnicas mais intensivas em capital e diminuição dos casos de doenças respiratórias também foi encontrada em trabalhos como os de Nicolella e Belluzzo (2015) e Siani e Perosa (2016).

Os resultados encontrados nesse estudo podem ser uma importante ferramenta na eficiência na gestão hospitalar, promovendo uma maior eficiência na alocação dos recursos para



que não sejam negados tratamentos por falta de meios e para evitar desperdício de materiais, medicamentos e/ou exames em períodos de menor demanda dos casos de doenças respiratórias. Dermindo (2019) ainda afirma que quando a prestação dos serviços de saúde falha, outros setores da sociedade são prejudicados, por isso é importante resultados como este para auxiliar uma boa gestão pois pode mitigar efetuais problemas que uma alta nas taxas de internações hospitalares pode causar.

5 Conclusão

Este estudo se propôs a verificar a existência de relação entre a poluição atmosférica decorrida de incêndios e o número de casos internações por doenças respiratórias nas unidades de saúde do estado do Tocantins. O aumento na demanda por internações causada pelo aumento na concentração de $PM_{2.5}$ na atmosfera tem o potencial de sobrecarregar os sistemas públicos e privados de saúde, o que implica em maiores complicações para a administração desses serviços.

Em consonância com outros estudos (Silva et al., 2010; Rocha e Sant'Anna, 2022), foi possível identificar uma relação significativa e positiva entre a concentração de $PM_{2.5}$ na atmosfera e o número de internações doenças respiratórias nos municípios do Estado do Tocantins. Neste caso, um aumento de um desvio-padrão na concentração de $PM_{2.5}$ na atmosfera está associado a um aumento de 1,67% na média de internações por doenças respiratórias.

Buscou-se também identificar o impacto dos preços reais ponderados das principais commodities produzidas no estado, utilizados aqui como proxy para a atividade agrícola, sobre o número de internações. Não foi possível identificar nenhuma relação significativa entre os preços e as internações, à exceção do preço da cana-de-açúcar. Neste caso, constatou-se que um aumento no preço da cana, o que induz os produtores a aumentar a área plantada, está associado a um menor número de internações.

Com a análise destes dados e seus resultados é possível elaborar uma melhor gestão de serviços de saúde dos municípios para fortalecer o diagnóstico e tratamento eficaz de doenças respiratórias durante a estação de seca, quando os incêndios florestais são mais comuns.

REFERÊNCIAS

ABREU, Y.; NASCIMENTO, H. A produção de cana-de-açúcar e etanol nas novas fronteiras agrícolas: o estado do Tocantins. *Revista Liberato*, vol. 17, n.27, p. 1-118, 2016.

ARPEN BRASIL. **Portal da Transparência do Registro Civil**. Disponível em: <<https://transparencia.registrocivil.org.br/especial-covid#prazos>>. Acesso em: 3 mar. 2021.

ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. 2015. Deforestation slowdown in the Brazilian Amazon: prices or policies? *Environment and Development Economics*, (20), 697-722. Doi:

AUDITASUS. **Auditoria Analítica em Internações SUS - Custo médio anual de intern. SUS (uf)**. Disponível em: <<https://auditasus.com.br/internacoes-sus/custo/custo-medio-intern-sus/custo-medio-anual-de-intern-sus-uf?>>>. Acesso em: 27 jul. 2021.



BARBOSA, G. D. F.; LIMA, I. C. **Os impactos das queimadas na saúde da população de Porto Velho.** Semana da Diversidade Humana, v. 3, n. 2675–1127, p. 2019–2020, 23 jul. 2020.

BARCELLOS, R. DE A. et al. **Análise dos custos da internação hospitalar de pacientes em ventilação mecânica invasiva e fatores associados.** Clinical & Biomedical Research, p. 14–20, 2020.

CARMO, C. N. DO et al. **Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira.** Revista Panamericana de Salud Pública, v. 27, n. 1, p. 10–16, jan. 2010.

CASTRO, F. R. DE et al. **Impactos das Queimadas Sobre a Saúde da População Humana na Amazônia Maranhense.** Rev Pesq Saúde, v. 17, n. 3, p. 141–146, 8 maio 2016.

CASTRO, H. A.; RIBEIRO, P. C. **Estudo sobre o impacto das queimadas no setor de cana-de-açúcar na saúde respiratória de escolares/alunos do município de Campos dos Goytacazes, no estado do Rio de Janeiro.** Connection line - revista eletrônica do univag, v. 2, n. 16, p. 14–30, 2017.

COLLICCHIO, E.; ROCHA, H.; VICTÓRIA, D.; BALLESTER, M.; TOLEDO, A. **Implicações das mudanças no clima no zoneamento agroclimático da cana-de-açúcar no estado do Tocantins, considerando o modelo GFDL.** Revista Brasileira de Geografia Física, vol.8, n.6, p.1730-1747, 2015.

CONCEIÇÃO, D. S. et al. **O impacto das queimadas na saúde pública.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 59498–59502, 20 ago. 2020.

CORREIA, A. V. S. et al. **Relação entre queimadas e casos de doenças respiratórias em crianças e idosos na época da seca no tocantins.** Revista Observatório, v. 7, n. 3, p. 75–79, 18 out. 2020.

DATASUS. **Morbidade Hospitalar do SUS - por local de internação - Tocantins.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niTO.def>>. Acesso em: 30 mar. 2021b.

DATASUS. **Sobre Datasus.** Disponível em: <<https://datasus.saude.gov.br/sobre-o-datasus/>>. Acesso em: 10 nov. 2021a.

DERMINDO, M. P. **Gestão eficiente na saúde pública brasileira.** JMPHC-Journal of Management & Primary Health Care, 10 fev., 2019.

EGYPTO, I. A. S. DO. **Relação entre poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças de 0 a 5 anos na paraíba: contribuição na tomada de decisões de políticas públicas voltadas ao controle da poluição do ar.** [s.l.] Universidade Católica de Santos, 6 fev. 2016. Disponível em: <<http://biblioteca.unisantos.br:8181/handle/tede/3381>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

FILHO, V. S. DE A. et al. **Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001-2012.** Ciencia e Saude Coletiva, v. 22, n. 1, p. 245–253, 1 jan. 2017.

FURTADO, B. DE L. et al. **Efeitos à saúde humana causados pela intensificação da**



poluição atmosférica resultante das queimadas. 2017. Disponível em: <https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:7tMbdyY2H0UJ:scholar.google.com/+Efeitos+à+saúde+humana+causados+pela+intensificação+da+poluição+atmosférica+resultante+das+queimadas+&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 15 abr. 2021.

IBGE. **Cidades@ | Mato Grosso | Panorama.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/panorama>>, 2021b. Acesso em: 27 jul. 2021.

IBGE. **Cidades@ | Rondônia | Panorama.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ro/panorama>>, 2021a. Acesso em: 27 jul. 2021.

IGNOTTI, E. et al. **Efeitos das queimadas na Amazônia: Método de seleção dos municípios segundo indicadores de saúde.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 10, n. 4, p. 453–464, dez. 2007.

INMET, **Glossário das Variáveis Meteorológicas, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),** 2021. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=glossario>> Acesso em 17 nov. 2021.

INPE. **Monitoramento dos Focos Ativos por Estado, Região ou Bioma - Programa Queimadas - INPE Programa Queimadas,** 2021a. Disponível em: <http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal-static/estatisticas_estados/>. Acesso em: 24 mar. 2021.

INPE. **Perguntas Frequentes,** 2021b. Disponível em: <<http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=1>>. Acesso em: 10 nov. 2021.

JACOBSEN, L.; HACON, S.; CASTRO, H.; IGNOTTI, E.; ARTAXO, P.; SALDIVA, P.; LEON, A. Acute effects of particulate matter and black carbon from seasonal fires on peak exploratory flow of schoolchildren in the Brazilian Amazon. Plos One, 9(8), 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104177>

KIM, K.; KABIR, K. A review on the human health impact of airborne particulate matter. Environment International, 74, p. 136-143, 2015.

LIMA, J. R. **Dinâmica climática, queimadas e doenças respiratórias em Palmas-TO.** 2018. 102f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Nacional, 2018.

MACHIN, A. B.; NASCIMENTO, L. F. C. **Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.** Cadernos de Saúde Pública, v. 34, n. 3, p. e00006617, 8 mar. 2018.

NICOLELLA, A.; BELLUZZO, W. **The effect of reducing pre-harvest burning of sugarcane on respiratory health in Brazil.** Environment and Development Economics, v. 20, n.1. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1355770X14000096>

PORTO, E. D. DE O.; LATUF, M. DE O. **Relações entre o comportamento climático e doenças respiratórias em Barreiras/BA.** Geografia (Londrina), v. 26, n. 2, p. 164, 23 ago. 2017.

RAMOS, D. et al. **Impacto da queima da cana-de-açúcar sobre internações hospitalares por doenças respiratórias.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 24, n. 11, p. 4133–4140, 1 nov. 2019.



RANGEL, M.; VOGL, T. Agricultural fires and health at birth. Review of Economics and Statistics, v. 101, n.4, p.616-630, 2019.

RIBEIRO, A. R. B. et al. **Gestão da sustentabilidade no cultivo da cana-de-açúcar: um estudo de caso no Nordeste do Brasil.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 11, n. 3, p. 843, 27 set. 2018.

RIBEIRO, H.; PESQUERO, C. **Queimadas de cana-de-açúcar: Avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças.** Estudos Avancados, v. 24, n. 68, p. 255–271, 2010.

RIBEIRO, P. C.; NASCIMENTO, L. F. C. **Associação do material particulado (PM10) as internações por doenças respiratórias em uma cidade de médio porte uma perspectiva de custo a saúde pública no período de 2016 a 2018.** Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 68959–68968, 16 set. 2020.

ROCHA, L. R. L.; FAGG, C. W. **A correlação entre doenças respiratórias e o incremento das queimadas em Alta Floresta e Peixoto de Azevedo, norte do Mato Grosso - Amazônia Legal.** Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 6, n. 1, p. 246–254, 13 ago. 2016.

ROCHA, R.; SANTANA, A. A. Winds of fire and smoke: air pollution and health in the Brazilian Amazon. World Development, vol. 151, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105722>

SAIANI, C. C. S.; PEROSA, B. B. **Saúde respiratória e mecanização da colheita da cana-de-açúcar nos municípios paulistas: A importância do protocolo agroambiental.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 54, n. 1, p. 29–50, 1 jan. 2016.

SANTOS JUNIOR, A.C.P. **O papel das queimadas sobre as doenças cardiovasculares no estado de Mato Grosso utilizando análise espacial.** [s.l.] Universidade de Taubaté, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/handle/20.500.11874/3462>>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SANTOS, A. K. M. DOS; RODRIGUES, E. DE S. **Vigilância Epidemiológica: uso de indicadores na análise de custos de internação em Sergipe, no ano de 2018.** Aracajú, 22 ago. 2019.

SANTOS, D. B.; MARQUES, C. P.; OBARA, M. T. **Internações e custos hospitalares: análise comparativa de um sistema de autogestão com o Sistema Único de Saúde.** Hegemonia, Brasília, n. 27, p. 128-160, 2019.

SILVA, A. M. C. DA et al. **Material particulado (PM2.5) de queima de biomassa e doenças respiratórias no sul da Amazônia brasileira.** Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 13, n. 2, p. 337–351, jun. 2010.

SILVA, L. B.; MENDES, D. F. DE S.; SILVA, R. M. P. DA. **Impactos da Poluição das Queimadas à Saúde Humana: Internações por Doenças Respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 e 2018.** Id On Line Revista De Psicologia, v. 14, n. 52, p. 414–427, 30 out. 2020.

SILVA, M. **Diagnóstico da saúde ambiental no território de abrangência da UBSF - Jardim Europa da cidade de Uberlândia, Minas Gerais.** Uberlândia: Universidade Federal



de Uberlândia, 30 ago. 2019.

SISAM, **Sistema de Informações Ambientais (SISAM) | Descrição**, 2021a. Disponível em:
<<https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/dados/descr>

SISAM, **Sistema de Informações Ambientais (SISAM) | Download**, 2021b. Disponível em:
<[https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/dados/downlo ad/](https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/sisam/v2/dados/download)>. Acesso em: 17 nov. 2021.