

## Queimadas no cultivo da cana-de-açúcar e doenças respiratórias associadas em um município de Pernambuco

*Fires in sugarcane cultivation and associated respiratory diseases in a municipality in Pernambuco*

Felipe Euclides Lauriano Araujo<sup>1</sup>, Adriana Guerra Campos<sup>1</sup>, Renata Cordeiro Domingues<sup>1</sup>, Romário Correia dos Santos<sup>1</sup>, Virgínia Carmem Rocha Bezerra<sup>1</sup>, Aline do Monte Gurgel<sup>1</sup>

DOI: 10.1590/2358-289820251459904P

**RESUMO** A cana-de-açúcar ocupa posição central no agronegócio brasileiro. Sua queima prévia à colheita manual é prática secularmente conservada em Pernambuco, intensificando os problemas de saúde da população. Neste estudo ecológico de série temporal, analisou-se a relação entre a queima regular da cana-de-açúcar e as hospitalizações por agravos respiratórios no município de Escada-PE. Compararam-se as taxas de hospitalizações em menores de 5 e maiores de 60 anos de idade, bem como as correlações com as ocorrências de focos de calor, a concentração de material particulado de 2,5 micrômetros e a umidade relativa do ar nos municípios estudados. Também se analisou a evolução anual do número de beneficiários de planos privados de saúde em Escada. Os dados foram sistematizados em uma série histórica de 2010 a 2019. As taxas de hospitalizações no município-caso foram menores, com diferença estatística significativa ( $p < 0,005$ ) quando comparada ao grupo controle. Não foi observada correlação estatística entre as hospitalizações e a distribuição mensal dos focos de calor. Verificou-se correlação significativa da umidade relativa do ar com os desfechos respiratórios na população idosa nos municípios. As baixas taxas de hospitalizações no município-caso sugerem subnotificação das ocorrências, podendo estar relacionadas à expansão da cobertura dos planos privados.

**PALAVRAS-CHAVE** Produção agrícola. Saccharum. Poluentes atmosféricos. Doenças respiratórias.

**ABSTRACT** Sugarcane holds a central position in Brazilian agribusiness. Its pre-harvest burning has been a long-standing practice in Pernambuco, exacerbating public health issues. This ecological time-series study analyzed the relationship between regular sugarcane burning and hospitalizations for respiratory diseases in Escada, Pernambuco, Brazil. Hospitalization rates among children under five and adults over sixty were compared, along with correlations involving fire hotspots, particulate matter concentration (2.5  $\mu$ m), and relative air humidity in the studied municipalities. The annual evolution of private health plan beneficiaries in Escada was also examined. Data were systematized in a historical series from 2010 to 2019. Hospitalization rates in the case municipality were lower, with a statistically significant difference ( $p < 0.005$ ) compared to the control group. No significant correlation was observed between hospitalizations and the monthly distribution of fire hotspots. However, a significant correlation was found between relative humidity and respiratory outcomes among older adults in the municipalities. The low hospitalization rates in the case municipality suggest potentially underreported cases, possibly linked to expanding private health plan coverage.

**KEYWORDS** Crop production. Saccharum. Air pollutants. Respiratory tract diseases.

<sup>1</sup>Fundação Oswaldo Cruz em Pernambuco (Fiocruz Pernambuco), Instituto Aggeu Magalhães (IAM) – Recife (PE), Brasil. flaraujo@mppe.mp.br



## Introdução

A região da Zona da Mata pernambucana caracteriza-se pela economia historicamente baseada no monocultivo da cana-de-açúcar<sup>1</sup>. Esse modelo impulsiona a expansão da área plantada e da produção para atender aos anseios do mercado agroexportador, que incorpora novas tecnologias duras para aumento da produtividade, mas conserva e intensifica antigos conflitos, além de criar outros que emergem como reflexos da exploração do ambiente e da mão de obra dos trabalhadores. Por séculos, escravizou pessoas negras e, posteriormente ao processo de abolição do regime escravocrata, deu continuidade à exploração de pessoas negras com baixa escolaridade e renda<sup>2</sup>. Nos canaviais, essa exploração manifesta-se por meio do trabalho degradante, das longas jornadas, dos baixos salários, do pagamento por produção e outras características que remetem, inclusive, ao trabalho análogo à escravidão<sup>1</sup>. Não à toa, a Zona da Mata sempre foi uma das regiões mais densamente povoadas e com maior desigualdade social do estado de Pernambuco<sup>2,3</sup>.

Parte do ciclo arcaico do cultivo consiste na queima regular da palha da cana-de-açúcar, com a justificativa de facilitar sua colheita. Essa prática ainda é corriqueira no interior do Brasil, a qual é justificada pelo argumento dos produtores de que a colheita mecanizada é dificultada em razão das características acidentadas da topografia da região. Em Pernambuco, o relevo acidentado e o baixo custo da mão de obra fazem com que a indústria sucroalcooleira conserve o método da queimada regular e da colheita manual em detrimento da colheita mecanizada<sup>4,5</sup>.

A poluição atmosférica gerada pela queima de biomassa, inclusive a da palha da cana, está associada a um aumento na prevalência de doenças respiratórias na população. São comuns os casos de pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda<sup>6,7</sup>, além de outros sintomas, como tosse seca, cansaço, irritação no nariz e garganta<sup>8</sup>, especialmente em crianças e pessoas idosas, que são mais suscetíveis

a esses tipos de agravos<sup>9,10</sup>. Do mesmo modo, outras características, como a umidade do ar, podem atuar em conjunto com a poluição e acabar agravando os quadros respiratórios<sup>10</sup>.

Esses problemas podem ser agravados na região da Mata Meridional Pernambucana (PEMM) em razão da proximidade das lavouras de cana-de-açúcar com as áreas urbanas, expondo um maior contingente de pessoas em razão de uma maior densidade demográfica<sup>1,3,11</sup>. O município de Escada está localizado na PEMM e dista 60 quilômetros da capital do estado. Antes mesmo de ser alçado à categoria de município, em 1854, teve destaque na economia da região, especialmente no final do período do ciclo do açúcar, em meados do século XVIII, quando a localidade era famosa pela opulência dos seus engenhos de cana-de-açúcar<sup>2,12</sup>. Atualmente, o município depende das atividades industriais e da agropecuária, estando entre as 25 maiores economias e entre os 30 maiores Produtos Internos Brutos *per capita* do estado de Pernambuco<sup>12</sup>.

Os indicadores de saúde devem refletir a situação sanitária de uma população e subsidiar ações de vigilância em saúde, pois compõem medidas-síntese que contêm informação relevante sobre determinados atributos e dimensões da situação de saúde, bem como do desempenho do sistema de saúde<sup>13,14</sup>. Logo, o estudo da influência da atividade sucroalcooleira sobre esses indicadores de saúde se constitui em relevante característica a ser considerada na elaboração das políticas públicas de saúde da região, visando à adequação das necessidades sociais de desenvolvimento econômico e de proteção à saúde<sup>14</sup>.

Diante da necessidade de propor uma análise dos danos à saúde causados pela atividade agroindustrial canavieira, para que sejam adotadas posturas capazes de reforçar o sistema público de saúde no território, este estudo objetiva analisar a relação entre a queima regular da biomassa da cana-de-açúcar e as hospitalizações por agravos respiratórios da população no município de Escada-PE.

## Material e métodos

Trata-se de um estudo epidemiológico do tipo ecológico e comparativo de série temporal do ano de 2010 a 2019, com dados secundários relativos às internações hospitalares da população nas faixas etárias de crianças menores de 5 anos e pessoas idosas maiores de 60 anos de idade, por causas selecionadas do capítulo X da Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID10)<sup>15</sup>: pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda. Foram comparadas as taxas de internação hospitalar em municípios-caso e controles, em uma proporção de um para quatro, respectivamente.

O recorte por faixas etárias foi selecionado em razão da maior vulnerabilidade de crianças e pessoas idosas a doenças respiratórias decorrentes de poluição atmosférica<sup>16,17</sup>.

O local de estudo selecionado para o desenvolvimento da pesquisa foi o município de Escada-PE, visto que, no período de 2016 a 2019, este se destacou como um dos cinco territórios de maior área plantada de cana-de-açúcar no estado de Pernambuco, chegando a liderar o *ranking* nos anos de 2016 e 2017<sup>12</sup>. Os quatro municípios-controles foram selecionados de acordo com critérios a seguir.

Inicialmente, foram selecionados todos os municípios localizados no estado de Pernambuco que, no ano de 2010, apresentaram Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) similar ao do município-caso, aceitando-se uma variação de até 0,1 ponto para mais ou para menos. Com isso, buscou-se incluir municípios em condições de vulnerabilidade social, econômica e ambiental semelhantes. Em seguida, foram excluídos todos os municípios que se enquadraram em, ao menos, um dos critérios de exclusão adotados na pesquisa, resultando na seleção de quatro municípios como grupo-controle.

Os critérios de exclusão adotados para os municípios-controles foram: a) registrar ao menos um hectare de área plantada de cana-de-açúcar entre 2010 e 2019; b) ser centro urbano desenvolvido ou pertencer à Região

Metropolitana da capital, Recife; c) ter polo industrial desenvolvido; d) fazer fronteira com algum importante produtor de cana-de-açúcar; e) ser município polo agrícola, gesseiro, cimenteiro ou de confecção.

A partir desses critérios, foram selecionados os municípios de Cumaru, Itaíba, Paratama e Santa Terezinha.

Para a análise estatística da distribuição temporal das taxas de internações hospitalares referentes às doenças respiratórias ao longo das séries históricas para ambas as faixas etárias dos grupos-casos e controles, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, recomendado para comparar amostras independentes, utilizando a mediana como medida que melhor representa o centro da distribuição ao longo da série histórica e auxiliando na observação dos valores e suas condições de igualdades ou diferenças estatísticas<sup>18</sup>.

Para analisar a relação existente entre o número de hospitalizações por doenças respiratórias e a ocorrência de queimadas da palha de cana-de-açúcar, foram cruzados os dados mensais coletados a partir do Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/DataSUS)<sup>19</sup> e os dados dos focos de calor, obtidos no Banco de Dados de Queimadas (BDQueimadas)<sup>20</sup> do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), bem como com os dados de poluição atmosférica, indicados pela concentração de material particulado de 2,5 micrômetros (PM<sub>2,5</sub>), e da umidade relativa do ar, que foram obtidos do Sistema Integrado de Serviços Ambientais (Sisam), também disponibilizados pelo Inpe.

Além disso, a evolução anual dos números de beneficiários de planos privados de saúde do município de Escada-PE, disponibilizados pela Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), foi correlacionada ao quantitativo de internações por doenças respiratórias registradas no SIH/DataSUS no período do estudo. Buscou-se verificar possível associação entre a cobertura da rede privada de saúde no município-caso e a demanda por internações hospitalares na rede SUS local, uma vez que

os dados analisados neste artigo se referem somente aos casos hospitalizados no sistema público de saúde.

O comportamento das variáveis foi descrito a partir de gráficos de série histórica temporal, e a análise da associação ocorreu pela correlação de Pearson<sup>21</sup>.

Considerando que o estudo utilizou apenas dados obtidos por fontes secundárias de acesso aberto, não havendo acesso a informações pessoais ou que possam expor a dignidade das pessoas participantes do estudo, esta pesquisa não preencheu os requisitos de obrigatoriedade de apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme definido pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Conep)<sup>22</sup>.

Resultados

Internações hospitalares por agravos respiratórios

Em Escada-PE, as taxas de hospitalizações por doenças respiratórias nos grupos etários com menores de 5 anos e maiores de 60 anos de idade foram inferiores às observadas nos municípios-controles ao longo da série histórica. A análise comparativa, por meio do teste U de Mann-Whitney, revelou que houve diferença estatística significativa ( $p < 0,005$ ) para ambas as faixas etárias, conforme expresso na *tabela 1*.

Tabela 1. Análise estatística não paramétrica das taxas mensais de internação hospitalar por pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda, nas faixas etárias de menores de 5 anos e maiores de 60 anos, nos municípios-caso e controles, no período de 2010 a 2019

| Grupos                | N   | Média dos pontos | Soma dos pontos | Teste U de Mann-Whitney | Z      | valor de p          | Percentis |       |       |
|-----------------------|-----|------------------|-----------------|-------------------------|--------|---------------------|-----------|-------|-------|
|                       |     |                  |                 |                         |        |                     | 10        | 50    | 90    |
| Caso (< 5 anos)       | 120 | 69,31            | 8318,0          | 1058,0                  | 11,420 | 8.39 <sup>-38</sup> | 0,195     | 0,973 | 2,999 |
| Controles (< 5 anos)  | 120 | 171,68           | 20602,0         |                         |        |                     | 0,445     | 1,009 | 3,674 |
| Caso (> 60 anos)      | 120 | 11,12            | 13454,0         | 44,0                    | 13,306 | 9.93 <sup>-66</sup> | 2,543     | 3,813 | 5,370 |
| Controles (> 60 anos) | 120 | 179,38           | 21526,0         |                         |        |                     | 5,173     | 6,956 | 9,328 |

Fonte: elaboração própria.

Para crianças menores de 5 anos de idade, a razão da mediana (percentil 50) da taxa de hospitalizações por agravos respiratórios é maior no grupo de municípios-controles e registra 103,70%, enquanto para as pessoas idosas acima de 60 anos de idade, a razão de medianas é de 314,33%, sugerindo uma maior vulnerabilidade das pessoas idosas para pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda.

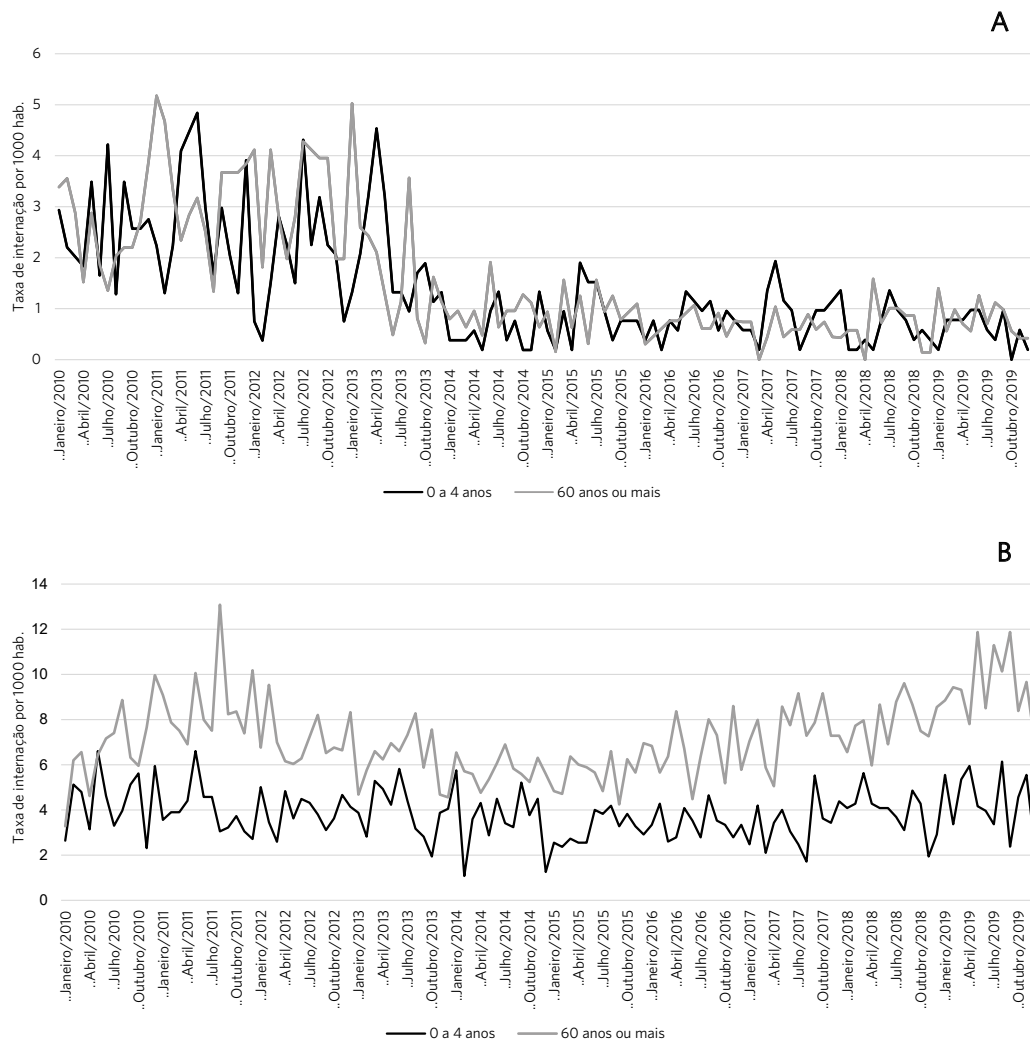
A comparação das séries históricas evidenciou que a distribuição das taxas de hospitalizações por agravos respiratórios em menores de 5 anos de idade foi mais elevada no grupo-controle em todos os percentis ao longo da década analisada. Quanto à população maior de 60 anos, foi observada uma mediana mais elevada no município-caso no início da década (percentil 10), seguida de expressiva redução

nos anos seguintes que apontaram maiores medianas para o grupo-controle (percentis 50 e 90).

O comportamento das taxas de internações hospitalares por agravos respiratórios para ambas as faixas etárias, ao longo da série histórica analisada, indica um padrão sazonal semelhante em municípios-caso e controles (*gráfico 1*). As hospitalizações por esses

agravos apresentaram-se, geralmente, mais baixas nos meses de janeiro, com incremento no segundo trimestre de cada ano, havendo registros mais elevados nos meses de abril a julho. Esse padrão de sazonalidade se repete entre as séries históricas, havendo mais casos de hospitalização na faixa etária dos maiores de 60 anos em todos os meses do ano, no grupo de municípios-controle.

Gráfico 1. Distribuição mensal das taxas de internação hospitalar por pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda nos municípios-caso (A) e controles (B), estratificada em menores de 5 anos e maiores de 60 anos de idade, no período de 2010 a 2019

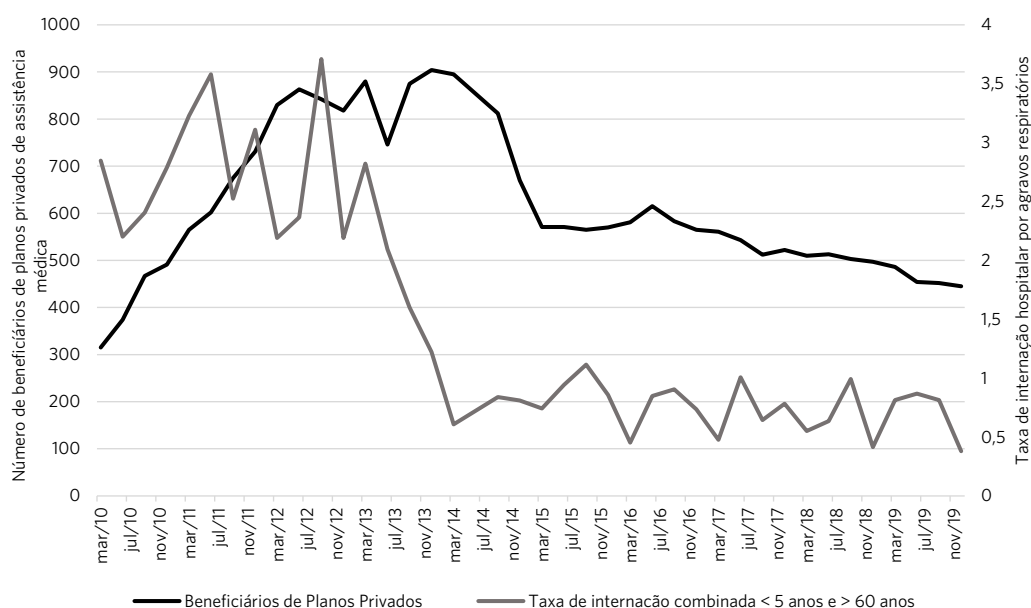


Fonte: elaboração própria.

A análise combinada das taxas anuais de hospitalizações por agravos respiratórios para ambas as faixas etárias no município-caso evidenciou expressiva queda no registro de internações hospitalares, a partir de 2013, sendo esse o período marcado com maior quantidade

de beneficiários dos planos privados de saúde, segundo os dados coletados nas bases da ANS, com incremento de até 262,54%, o que pode ajudar a explicar a redução dos números de internações hospitalares na rede SUS local e registrados pelo SIH/DataSUS.

Gráfico 2. Comparação entre o número de beneficiários de planos privados de assistência médica e a taxa de internação hospitalar combinada para as faixas etárias de menores de 5 anos e maiores de 60 anos do município de Escada-PE, no período de 2010 a 2019



Fonte: elaboração própria.

Por sua vez, quando analisada a correlação entre as taxas de hospitalização e a variação do número de beneficiários de planos privados de saúde suplementar no município-caso, observa-se um nível de significância estatística ( $p < 0,05$ ) para a faixa etária de menores de 5 anos (coeficiente 0,167065), bem como para as duas faixas etárias combinadas (coeficiente 0,254708), apresentando um nível de correlação positiva de fraco a moderado.

## Sazonalidade das variáveis ambientais

### FOCOS DE CALOR

Observou-se que, durante o período do estudo, o município-caso registrou 896 focos de calor, o que representa 218,86% mais casos registrados do que a média do grupo de municípios-controles, que contaram 281 focos em média.

Diferentemente do padrão sazonal das hospitalizações por agravos respiratórios, mais prevalentes nos meses de março a julho nos município-caso e grupo-controle, dois grupos de municípios estudados, a distribuição mensal dos focos de calor no município-caso concentra-se entre os meses de setembro e fevereiro, o que equivale à época da colheita da cana-de-açúcar.

#### MATERIAL PARTICULADO DE 2,5 $\mu\text{M}$ ( $\text{PM}_{2,5}$ )

No município-caso, a concentração média de  $\text{PM}_{2,5}$  é maior do que nos municípios-controles em todos os meses dos anos analisados na série histórica.

Da análise da distribuição mensal das concentrações médias de  $\text{PM}_{2,5}$ , infere-se que, no grupo de municípios-controle, a quantidade de material particulado detectada apresenta padrão sazonal, observando-se maiores médias nos meses de setembro a fevereiro. No entanto, no município-caso, o padrão de sazonalidade não se repete, apresentando-se

uma distribuição mais uniforme ao longo do período estudado.

#### UMIDADE RELATIVA DO AR

Os dois grupos de municípios apresentaram padrão de sazonalidade semelhante em relação à variação da distribuição mensal da umidade relativa do ar média. Essa característica se dá em razão dos períodos de outono e inverno da região, que se concentram nos meses de abril a setembro, marcados pelo aumento da pluviosidade em todo o estado.

O município de Escada-PE, em razão da sua localização na Zona da Mata pernambucana, está mais próximo do litoral do que os municípios-controles, que se encontram distribuídos pelo Agreste e Sertão pernambucanos, razão pela qual estes apresentam índices de umidade relativa do ar mais baixos, embora com padrões de sazonalidade análogos

Todos os dados citados encontram-se representados na *tabela 2*.

Tabela 2. Distribuição das médias mensais das ocorrências de focos de calor e dos índices de concentração de material particulado  $\text{PM}_{2,5}$  e umidade relativa do ar nos municípios-caso e controles, no período de 2010 a 2019

| Meses                   | Escada | Cumaru | Itaíba | Paranatama | Santa Terezinha |
|-------------------------|--------|--------|--------|------------|-----------------|
| Média de focos de calor |        |        |        |            |                 |
| Janeiro                 | 12,8   | 4,5    | 5,8    | 0,7        | 3,3             |
| Fevereiro               | 7,0    | 2,3    | 7,0    | 0,1        | 1,0             |
| Março                   | -3,0   | 2,0    | 5,5    | 0,7        | 0,6             |
| Abril                   | 2,0    | 2,3    | 4,3    | 0,5        | 0,3             |
| Mai                     | 0,7    | 0,9    | 2,6    | 0,2        | 0,5             |
| Junho                   | 0,1    | 0,2    | 1,9    | 0,2        | 0,3             |
| Julho                   | 0,2    | 0,1    | 0,3    | 0,2        | 0,2             |
| Agosto                  | 0,7    | 0,2    | 1,1    | 0          | 0,8             |
| Setembro                | 5,0    | 0,7    | 2,1    | 0,6        | 0,7             |
| Outubro                 | 14,9   | 1,4    | 3,9    | 0,3        | 4,9             |
| Novembro                | 24,2   | 4,2    | 7,9    | 0,7        | 9,6             |
| Dezembro                | 19,0   | 2,7    | 10,3   | 0,2        | 11,6            |

Tabela 2. Distribuição das médias mensais das ocorrências de focos de calor e dos índices de concentração de material particulado PM<sub>2,5</sub> e umidade relativa do ar nos municípios-caso e controles, no período de 2010 a 2019

| Meses                               | Escada | Cumaru | Itaíba | Paranatama | Santa Terezinha |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|------------|-----------------|
| <b>Médias PM<sub>2,5</sub></b>      |        |        |        |            |                 |
| Janeiro                             | 9,354  | 8,403  | 6,153  | 6,507      | 6,917           |
| Fevereiro                           | 9,369  | 8,436  | 5,638  | 6,213      | 6,367           |
| Março                               | 9,359  | 8,329  | 5,273  | 6,005      | 5,322           |
| Abril                               | 10,250 | 7,551  | 4,457  | 5,289      | 4,117           |
| Mai                                 | 9,807  | 6,923  | 4,307  | 5,060      | 3,737           |
| Junho                               | 9,092  | 6,764  | 4,372  | 5,177      | 3,789           |
| Julho                               | 8,659  | 7,054  | 4,527  | 5,260      | 4,500           |
| Agosto                              | 8,410  | 7,735  | 5,294  | 5,961      | 6,016           |
| Setembro                            | 8,535  | 7,869  | 5,732  | 6,241      | 7,242           |
| Outubro                             | 9,224  | 8,327  | 6,105  | 6,318      | 7,359           |
| Novembro                            | 9,076  | 8,320  | 6,291  | 6,644      | 6,912           |
| Dezembro                            | 8,870  | 8,545  | 6,223  | 6,465      | 7,160           |
| <b>Média umidade relativa do ar</b> |        |        |        |            |                 |
| Janeiro                             | 82,269 | 81,704 | 70,940 | 78,852     | 68,968          |
| Fevereiro                           | 81,951 | 81,037 | 71,200 | 79,371     | 69,291          |
| Março                               | 82,172 | 81,296 | 70,974 | 78,353     | 69,753          |
| Abril                               | 84,128 | 83,135 | 76,202 | 82,243     | 72,223          |
| Mai                                 | 86,015 | 85,218 | 81,328 | 86,083     | 73,152          |
| Junho                               | 86,873 | 86,339 | 83,273 | 87,844     | 73,369          |
| Julho                               | 86,468 | 87,158 | 83,786 | 88,421     | 73,127          |
| Agosto                              | 83,861 | 84,821 | 80,147 | 85,512     | 69,777          |
| Setembro                            | 82,173 | 82,669 | 75,688 | 82,368     | 67,604          |
| Outubro                             | 80,872 | 80,950 | 72,582 | 79,679     | 66,932          |
| Novembro                            | 79,471 | 79,485 | 68,088 | 76,077     | 65,328          |
| Dezembro                            | 79,581 | 79,374 | 68,687 | 76,227     | 66,376          |

Fonte: elaboração própria.

### Correlação entre as taxas de hospitalização por agravos respiratórios e as variáveis ambientais

A análise da distribuição temporal das ocorrências dos focos de calor e das concentrações de PM<sub>2,5</sub> em associação com as taxas de hospitalização mensais por agravos respiratórios em ambas as faixas etárias, apresentou correlação estatística negativa fraca ou insignificante de acordo com os parâmetros obtidos pelo modelo de análise utilizado.

Do mesmo modo, a análise da correlação entre as taxas de internação hospitalar e a concentração média mensal do PM<sub>2,5</sub> ilustra comportamento pouco relacionado entre essas variáveis.

Em contrapartida, a análise da associação entre as taxas de hospitalização e a umidade relativa do ar apresentou correlação estatística significativa para a faixa etária acima dos 60 anos, tanto no município-caso (correlação negativa) quanto no grupo de controles (correlação positiva), conforme demonstrado na *tabela 3*.

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre a taxa de internação hospitalar por pneumonia, asma, bronquite e bronquiolite aguda, nas faixas etárias de menores de 5 anos e maiores de 60 anos, e a ocorrência de focos de calor, índice de concentração de  $PM_{2,5}$  e índice de umidade relativa do ar, nos municípios-caso e controles, no período de 2010 a 2019

| Grupos                | Coeficientes de Correlação           |                                                  |                                              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                       | Taxa de internação vs Focos de calor | Taxa de internação vs Concentração de $PM_{2,5}$ | Taxa de internação vs Umidade relativa do ar |
| Caso (< 5 anos)       | -0,304                               | -0,257                                           | -0,169                                       |
| Caso (> 60 anos)      | -0,267                               | -0,319                                           | -0,345                                       |
| Controles (< 5 anos)  | -0,104                               | -0,049                                           | 0,054                                        |
| Controles (> 60 anos) | -0,033                               | -0,111                                           | 0,249                                        |

Fonte: elaboração própria.

No município-caso, a queima da palha da cana-de-açúcar se encerra no mês de fevereiro. Em abril, registra-se o aumento da umidade relativa do ar em razão do início do período de chuvas (outono e inverno) na Zona da Mata pernambucana que, devido à proximidade com o litoral, pode chegar a cerca de 90% nos períodos mais chuvosos da região.

## Discussão

A literatura científica indica que a sobreposição dos efeitos da poluição atmosférica proveniente da queima de biomassa e de variáveis climáticas constitui um fenômeno passível de influenciar a prevalência de hospitalizações por agravos respiratórios em grupos etários de maior vulnerabilidade, além de destacar um padrão sazonal para as condições respiratórias mais sensíveis a fatores ambientais e sociais<sup>23-26</sup>.

De modo similar, análises estratificadas por faixa etária demonstram associação entre a concentração de material particulado fino, derivado de emissões atmosféricas associadas a queimadas, e o aumento na incidência de Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), infecções e complicações respiratórias, predominantemente em pessoas idosas<sup>16</sup>, bem como de asma, bronquite e afecções respiratórias, em geral na população infantil<sup>17</sup>.

Estudos adicionais evidenciam a existência de uma relação direta potencial entre a

dimensão da área submetida a queimadas e a elevação na prevalência de agravos respiratórios agudos<sup>27</sup>. Ressalta-se, ainda, que a exposição humana a partículas tóxicas oriundas da combustão de biomassa é mais intensa em localidades próximas a focos de calor<sup>28</sup>.

Nesse contexto, seria esperado que, ao longo da série histórica, o volume de internações no município analisado aumentasse proporcionalmente à expansão da área cultivada com cana-de-açúcar, tendência não identificada na presente investigação.

A literatura apresenta evidências<sup>28</sup> de diferenças significativas nas taxas de internação por doenças respiratórias durante períodos de queima, comparativamente a intervalos sem queimadas, além de correlações positivas entre focos de calor decorrentes de incêndios e taxas de mortalidade por doenças respiratórias e DPOC<sup>25</sup>. Tais associações, contudo, não foram verificadas no período e contexto geográfico abordados pelo estudo em questão.

As observações feitas neste estudo corroboram a literatura que relaciona o aumento sazonal da incidência de agravos respiratórios em grupos etários mais vulneráveis com variantes climáticas<sup>29-31</sup>, apontando uma correlação positiva entre a umidade do ar e o número de hospitalizações.

No entanto, isso não exclui a hipótese de as queimadas interferirem no processo de adoecimento da população, uma vez que outros trabalhos<sup>32,33</sup> apontam para a associação entre

a prática regular de queimadas e as consequências negativas para saúde respiratória, por meio de uma correlação positiva entre a variação das ocorrências de focos de calor e registros de agravos respiratórios em menores de 4 e 5 anos de idade.

Relatam-se, também, associações significativas entre a poluição atmosférica e a ocorrência de hospitalizações por doenças respiratórias<sup>34-36</sup>, evidenciando, ainda, que a exposição a emissões de poluentes oriundos de queimadas apresenta potencial risco à saúde humana, ocasionando aumento tanto no número de internações por agravos respiratórios<sup>36-38</sup> como no de óbitos<sup>25,37,39</sup>.

A prevalência de problemas respiratórios na população infantil apresentou índices mais elevados em municípios caracterizados por elevada estratificação socioeconômica associada à renda da cana-de-açúcar e à emissão de material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>)<sup>40</sup>. No que se refere aos efeitos da queima da palha da cana-de-açúcar sobre desfechos de saúde respiratória em áreas com expressiva produção agrícola dessa cultura, na macrorregião Centro-Oeste, estudos epidemiológicos demonstraram correlações com o incremento na demanda por atendimentos ambulatoriais, especialmente por asma e bronquite, hospitalizações, principalmente por pneumonia, e mortalidade associada a DPOC<sup>40-42</sup>. De modo análogo, pesquisas conduzidas na região Sudeste identificaram associações estatisticamente significativas entre o aumento das internações por pneumonia e o período de início das queimadas canavieiras em municípios considerados polos produtivos do setor sucroalcooleiro<sup>28-43</sup>.

Além disso, é comum observar animais mortos nas lavouras, a vegetação das áreas adjacentes completamente devastadas pelo fogo, famílias adoecendo e trabalhadores sendo afastados das atividades laborais em decorrência da poluição atmosférica produzida no processo da queima. Não é exagero dizer que os impactos ambientais causados pela queima da palha da cana-de-açúcar ameaçam a manutenção do ecossistema a partir da devastação

dos fragmentos de Mata Atlântica<sup>44,45</sup>. Esses elementos apontam para a necessidade de realizar estudos com outros delineamentos metodológicos e coleta de dados primários no território, para avaliar de forma mais aprofundada os impactos da queima da biomassa sobre a sociobiodiversidade e as populações expostas.

Assim sendo, os resultados sugerem que pode haver uma subnotificação expressiva dos casos de internação por agravos respiratórios no município de Escada-PE. Tal constatação leva à hipótese de que a situação de subnotificação pode derivar de uma conjunção de fatores ambientais e sociais, tais como: i) o adoecimento crônico da população, considerando-se que os longos períodos de exposição ininterrupta ao longo do ano podem provocar adoecimento ao longo de todo o ano; ii) a migração dos pacientes para a rede suplementar de serviços de saúde, reduzindo de forma expressiva as hospitalizações na rede SUS local; iii) as fragilidades nos sistemas de informação em saúde, que podem não estar registrando adequadamente os casos de adoecimento.

A literatura identifica fatores contributivos para a subnotificação de agravos, os quais se relacionam primordialmente à prática clínica dos profissionais de saúde, às dificuldades inerentes ao processo de notificação, à complexidade clínica e sociodemográfica dos pacientes e/ou familiares e às particularidades diagnósticas da patologia. Entretanto, o principal entrave à notificação adequada parece residir na dificuldade dos médicos em estabelecer diagnósticos precisos, na omissão da notificação, na não delegação da responsabilidade noticiatória a outros profissionais e, quando ocorre o registro, na condução do processo sob responsabilidade exclusiva da equipe de enfermagem, frequentemente em contexto distante do paciente, resultando em notificação tardia<sup>46,47</sup>.

A exposição crônica aos particulados tóxicos, emitidos pela queima regular de biomassa, pode produzir hipersensibilidade populacional em grupos vulneráveis nos municípios produtores de cana-de-açúcar<sup>29,38,48</sup>, levando

a um adoecimento crônico da população que passa a tratar os sintomas como corriqueiros, deixando, assim, de se dirigir à rede pública de saúde.

Por outro lado, a chegada de grandes empreendimentos à região, como a ampliação do Porto de Suape<sup>49</sup> e a duplicação da rodovia BR-101<sup>50</sup>, que ocorreram nos meados da década de 2010, trouxe novas perspectivas de emprego à população do município-caso. Esses novos postos de trabalho ofereciam melhores remunerações e benefícios aos trabalhadores se comparados aos que a agroindústria da cana-de-açúcar tinha a oferecer. Entre os benefícios remuneratórios, estava o acesso a planos privados de saúde suplementar. Com isso, o número de beneficiários desses planos privados no município-caso cresceu consideravelmente durante a primeira metade da década de 2010, período que coincide com o início da redução das notificações de internação por agravos respiratórios em Escada-PE.

Como a saúde suplementar no Brasil vem crescendo ano a ano<sup>51,52</sup>, a desigualdade no acesso a internações hospitalares aumenta à medida que a cobertura da população por plano privado de saúde com a segmentação hospitalar é gradualmente ampliada. Observa-se um forte aumento na taxa de internações entre os beneficiários de planos privados com cobertura hospitalar, no período de 2015 a 2019, apresentando 9,5 internações por 100 pessoas em 2015 e atingindo 13,9 internações por 100 pessoas em 2019, variação maior que a registrada nas internações no SUS<sup>51</sup>.

Da mesma maneira, a influência da expansão do acesso à rede privada de saúde sobre as demandas na rede SUS local pode ser mais bem observada em municípios de pequeno porte<sup>53-55</sup>, uma vez que a provisão de serviços de média complexidade ambulatorial e hospitalar nas regiões de saúde do Brasil ocorre por meio de estruturas híbridas – compostas por entidades públicas e privadas –, com predomínio do prestador público municipal no âmbito ambulatorial e de instituições privadas filantrópicas na esfera hospitalar<sup>53</sup>.

Já do ponto de vista legal, diante da necessidade da proibição do uso do fogo na lavoura da cana-de-açúcar, a mecanização da colheita tende a ser a solução encontrada para a mitigação dos impactos ambientais causados pelas queimadas. Contudo, deve haver políticas compensatórias que reconduzam esses trabalhadores ao mercado de trabalho.

Foi nesse sentido que o estado de São Paulo editou a Lei nº 11.241/2002, que visava à eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e à regulamentação da atividade quando a mecanização se mostrasse inviável<sup>56</sup>.

Assim como na maioria dos estados brasileiros, a legislação de Pernambuco ainda não dispõe sobre a eliminação da queima da cana-de-açúcar e da transição gradativa da mecanização no contexto dos impactos ambientais, tratando apenas de regular a prática por intermédio da Instrução Normativa CPRH nº 08/2014, que estabelece limites de horário, área queimada e proximidade com as áreas urbanas<sup>57</sup>. Da mesma maneira, não existe legislação nacional que proíba o uso do fogo por ocasião da colheita, ficando a critério do Poder Judiciário a apreciação do mérito da matéria ante a falta de uma baliza legal clara.

É preciso considerar que a abordagem adotada neste estudo apresenta limitações, notadamente em razão do recorte dos dados selecionados, que analisa apenas os casos de agravos respiratórios graves que necessitaram de internação hospitalar, mas não contempla os casos de agravos leves e moderados atendidos ou não nos serviços de atenção básica, urgência e emergência.

Aliado a isso, este estudo analisou os dados disponíveis no DataSUS, mas não contemplou os casos de internações na rede privada de saúde, sendo esta uma limitação relevante para municípios de pequeno porte com forte incremento da migração de usuários do sistema público de saúde para o privado, como é o presente caso.

Ademais, a literatura científica analisada demonstra a necessidade da adoção de ações públicas intersetoriais voltadas ao enfrentamento do problema das queimadas – seja na lavoura de

cana-de-açúcar, seja na abertura de pastos e áreas cultiváveis nas regiões Norte e Centro-Oeste –, notadamente voltadas ao combate da poluição atmosférica e do risco à saúde humana decorrentes dessas atividades, com a participação integrada da sociedade civil, dos órgãos de vigilância em saúde e de defesa dos direitos difusos<sup>58-62</sup>. Para que isso ocorra, é preciso investir também na ciência e no desenvolvimento de metodologias e pesquisas dedicadas a melhor elucidar o processo de adoecimento da população conjugado com os fatores sociais e ambientais envolvidos, promovendo o desenvolvimento de ferramentas de monitoramento que permitam compreender o quanto os agravos estudados são influenciados pela variabilidade dos elementos do clima e da poluição ambiental.

## Conclusões

Apesar de as queimadas da lavoura de cana-de-açúcar acontecerem há séculos no território estudado, constituindo-se mesmo como parte do cenário, tanto a academia quanto o poder público têm olhado pouco para a problemática na região. Na primeira, são escassos os estudos voltados a levantar dados e propor soluções para a situação; enquanto o segundo tem prorrogado, ou mesmo negligenciado, a edição de normas e prazos legais para o encerramento da prática, utilizando argumentos baseados apenas nas questões econômicas, sem considerar a saúde pública.

Este estudo tenta esclarecer a problemática do impacto da queima de biomassa sobre a saúde da população que vive na região canavieira e que está, quase que diuturnamente, exposta a situações de risco para a sua saúde. A ocorrência periódica de diversos focos de calor e a consequente liberação de poluentes atmosféricos ao longo de mais da metade do ano são fatores críticos de risco à saúde humana da população da região afetada, sendo necessárias a intervenção do poder público e a atuação conjunta do Estado e da sociedade civil organizada.

A baixa correlação entre os desfechos estudados e a queima de biomassa pode indicar uma importante subnotificação de agravos respiratórios, que vem se acentuando ao longo do tempo, merecendo atenção de gestores e pesquisadores. Para explicar esse fato, foram levantadas algumas hipóteses não excludentes entre si, baseadas no adoecimento crônico da população, na exposição constante aos poluentes e na migração das internações para a rede de saúde suplementar, decorrente de fatores sociais e do desenvolvimento e diversificação econômica da região.

Por outro lado, os dados SIH/DataSUS utilizados na análise são gerados prioritariamente para finalidades contábeis, não sendo originalmente destinados a investigações epidemiológicas, o que pode implicar certo grau de imprecisão intrínseca. Adicionalmente, é plausível inferir a subnotificação da prevalência de determinados agravos à saúde devido ao perfil tecnológico da rede assistencial e a eventuais lacunas na codificação diagnóstica.

Aliado a tudo isso, é preciso levar em conta a influência econômica do agronegócio e a penetração da sua coalizão de defesa de interesses nas esferas de poder, que acabam por direcionar as políticas públicas para lugares que lhes são benéficos, seja pela falta ou lentidão na regulação do setor, seja pela aparente frouxidão com que vem sendo tratada a questão da poluição nos tribunais.

Espera-se, com este estudo, contribuir para o debate da saúde pública, apresentando informações necessárias ao desenvolvimento e à criação de políticas públicas voltadas à redução dos impactos da poluição ambiental e da atividade agroindustrial à saúde humana.

## Colaboradores

Araujo FEL (0009-0004-8710-1601)\* contribuiu para concepção da ideia do artigo, coleta, sistematização, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica. Campos AG (0000-0002-1085-9236)\* contribuiu para

análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. Domingues RC (0000-0003-2025-1125)\* contribuiu para concepção da ideia do artigo, coleta, sistematização, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito. Santos RC (0000-0002-4973-123X)\* contribuiu para

todas as etapas de elaboração do manuscrito. Bezerra VCR (0000-0003-2267-9512)\* contribuiu para análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica. Gurgel AM (0000-0002-5981-3597)\* contribuiu para concepção da pesquisa, discussão, escrita, revisão e aprovação da versão final do manuscrito. ■

## Referências

1. Castro J. Geografia da fome: o dilema brasileiro: pão ou aço. 10. ed. Rio de Janeiro: Edições Antares; 1984.
2. Freyre G. O Nordeste. 7. ed. São Paulo: Global; 2004.
3. Rosa MC. O engenho dos movimentos sociais: Reforma agrária e significação social na zona canavieira de Pernambuco. Rio de Janeiro: Garamond; 2011.
4. Ronquim CC. Queimada na colheita de cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos [Internet]. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite; 2010 [acesso em 2025 fev 28]. 45 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 77). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/878010/1/Doc77.pdf>
5. Companhia Nacional de Abastecimento (BR). Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2022/23, 3º terceiro levantamento [Internet]. Brasília, DF: Conab; 2022 [acesso em 2025 fev 13]. Disponível em: [https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/45671\\_7a038e9b1579f67261d6351884075e16](https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/45671_7a038e9b1579f67261d6351884075e16)
6. Nicolella AC, Belluzzo W. The effect of reducing the pre-harvest burning of sugar cane on respiratory health in Brazil. *Environ Dev Econ*. 2015;20(1):127-140. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S1355770X14000096>
7. Ramos D, Pestana PRS, Trevisan IB, et al. The impact of sugarcane burning on hospitalization due to respiratory diseases. *Ciênc saúde coletiva*. 2019;24(11):4133-4140. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.32402017>
8. Arbex MA, Martins LC, Oliveira RC, et al. Air pollution from biomass burning and asthma hospital admissions in a sugar cane plantation area in Brazil. *J Epidemiol Community Health*. 2007;61(5):395-400. DOI: <https://doi.org/10.1136/jech.2005.044743>
9. Ribeiro H, Pesquero C. Queimadas de cana-de-açúcar: Avaliação de efeitos na qualidade do ar e na saúde respiratória de crianças. *Estudos Av*. 2010;24(68):255-271. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142010000100018>
10. Fernandes T, Hacon SDS, Novais JWZ. Mudanças climáticas, poluição do ar e repercussões na saúde humana: revisão sistemática. *RBClimate*. 2021;28:138-64.
11. Dias AP, Gurgel AM, Rosa AC, et al. Agrotóxicos e saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2018. (Série Fiocruz – Documentos Institucionais; Coleção Saúde, Ambiente e Sustentabilidade; v. 2).
12. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal 2020 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2021 [acesso em 2025 fev 9]. Disponível

\*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

- em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766>
13. Jannuzzi PM. Indicadores demográficos e de saúde. In: Jannuzzi PM. Indicadores sociais no Brasil: conceitos, fontes de dados e aplicações. Campinas, SP: Alínea; 2009. p. 66-80.
  14. Gurgel Júnior GD. A reforma do setor saúde e os determinantes sociais da saúde: Construindo interconexões teóricas e metodológicas para abordagem de desafios globais complexos. *Rev Bras Epidemiol*. 2014;17:53-67. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4503201400060005>
  15. Wells RHC, Bay-Nielsen H, Braun R, et al. CID-10: classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde. São Paulo: EDUSP; 2011.
  16. Stowell JD, Geng G, Saikawa E, et al. Associations of wildfire smoke PM<sub>2.5</sub> exposure with cardiorespiratory events in Colorado 2011–2014. *Environ Int*. 2019;133(PtA):105151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105151>
  17. Mnatzaganian CL, Pellegrin KL, Miyamura J, et al. Association between sugar cane burning and acute respiratory illness on the island of Maui. *Environ Health*. 2015;14(1):1-8. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12940-015-0067-y>
  18. Rodrigues C, Lima F, Barbosa F. Importância do uso adequado da estatística básica nas pesquisas clínicas. *Rev Bras Anestesiologia*. 2017;67(6):619-25. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjan.2017.01.003>
  19. Ministério da Saúde (BR). Sistema de Informações Hospitalares do Sistema Único de Saúde (SIH/Datasus) [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; [sem data] [acesso em 2025 fev 28]. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/>
  20. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (BR). Banco de Dados de Queimadas (BDQUEIMADAS) [Internet]. Brasília, DF: INPE; [sem data] [acesso em 2025 fev 28]. Disponível em: <http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas>
  21. Paranhos R, Figueiredo Filho DB, Rocha EC, et al. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: o Retorno. *Leviathan* (São Paulo). 2014;(8):66-95. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2237-4485.lev.2014.132346>
  22. Ministério da Saúde (BR); Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510/2016, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre a pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. 2016 maio 24; Edição 98; Seção I:44-46.
  23. Ignotti E, Valente JG, Longo KM, et al. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. *Rev Saúde Pública*. 2010;44(1):121-130. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0034-89102010000100013>
  24. Fonseca FR, Vasconcelos CH. Estudo da distribuição de doenças respiratórias no estado de Santa Catarina, Brasil. *Cad Saúde Colet*, (Rio J). 2011;19:454-460.
  25. Rodrigues PCO, Ignotti E, Hacon SS. Distribuição espaço-temporal das queimadas e internações por doenças respiratórias em menores de cinco anos de idade em Rondônia, 2001 a 2010. *Epid Serv Saúde*. 2013;22(3):455-464. DOI: <https://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742013000300010>
  26. Cruz O, Castro HA, Gonçalves KS, et al. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no Estado de Rondônia/Brasil: período entre 1998 e 2005. *Ciênc saúde coletiva*. 2009;14(6):2083-2090. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600015>
  27. Souza KV. Análise espacial do impacto das queimadas de cana-de-açúcar na prevalência dos sintomas de asma de alunos do Município de Campos dos Goytacazes – RJ [dissertação na Internet]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2015 [acesso em 2025 fev 15]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14047>
  28. Ramos D, Pestana PRS, Trevisan IB, et al. Impacto da queima da cana-de-açúcar sobre internações

- hospitalares por doenças respiratórias. *Ciênc saúde coletiva*. 2019;24(11):4133-4140. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.32402017>
29. Domingues RC, Gurgel AM, Santos RC, et al. Queima de biomassa da cana-de-açúcar e hospitalizações de crianças e idosos por agravos respiratórios em Pernambuco, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2023;39(10):e00238422. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT238422>
  30. Santos LKC. Análise dos condicionantes climáticos e do material particulado fino nas internações por pneumonia em Manaus – Amazonas [dissertação na Internet]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2023 [acesso em 2025 fev 15]. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9395>
  31. Moraes SL, Almendra R, Santana P, et al. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2019;35(7):e00101418. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00101418>
  32. Luana MMS, Castro FR, Bastos DMRF, et al. Impactos das queimadas sobre a saúde da população humana na amazônia maranhense. *Rev Pesq Saúde* [Internet]. 2016 [acesso em 2025 fev 15];17(3):141-146. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahuufma/article/view/5400>
  33. Souza LSN. Análise de impactos das queimadas sobre a saúde humana: um estudo de caso do Município de Rio Branco, Acre [dissertação na Internet]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz; 2008 [acesso em 2025 fev 16]. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/5258>
  34. Slama A, Śliwczyński A, Wośnica J, et al. Correction to: Impact of air pollution on hospital admissions with a focus on respiratory diseases: a time-series multi-city analysis. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2020;27(17):22139-22139. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08838-6>
  35. Gu J, Shi Y, Zhu Y, et al. Ambient air pollution and cause-specific risk of hospital admission in China: A nationwide time-series study. *PLoS Med*. 2020;17(8):e1003188. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003188>
  36. Réquia Júnior WJ, Amini H, Mukherjee R, et al. Health impacts of wildfire-related air pollution in Brazil: a nationwide study of more than 2 million hospital admissions between 2008 and 2018. *Nat Commun*. 2021;12(1):6555. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26822-7>
  37. Johnston F, Hanigan I, Henderson S, et al. Extreme air pollution events from bushfires and dust storms and their association with mortality in Sydney, Australia 1994-2007. *Environ Res*. 2011;111(6):811-816. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.05.007>
  38. Gan RW, Ford B, Lassman W, et al. Comparison of wildfire smoke estimation methods and associations with cardiopulmonary-related hospital admissions. *Geohealth*. 2017;1(3):122-136. DOI: <https://doi.org/10.1002/2017gh000073>
  39. Haikerwal A, Akram M, Del Monaco A, et al. Impact of Fine Particulate Matter (PM<sub>2.5</sub>) Exposure During Wildfires on Cardiovascular Health Outcomes. *J Am Heart Assoc*. 2015;4(7):e001653. DOI: <https://doi.org/10.1161/jaha.114.001653>
  40. Bühler HF, Fátima B, Oliveira A, et al. Os impactos socioambientais e na saúde decorrente da cadeia produtiva do etanol no Centro-Oeste do Brasil. *Braz J Develop*. 2023;9(3):10865-10884. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-131>
  41. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SDS, et al. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra – Amazônia Brasileira. *J Bras Pneumol*. 2008;34(8):575-582. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132008000800006>
  42. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, et al. Prevalência de asma em escolares e adolescentes em um município na região da Amazônia brasileira. *J Bras Pneumol*.

- 2009;35(1):7-13. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132009000100002>
43. Souza LSV, Nascimento LFC. Air pollutants and hospital admission due to pneumonia in children: a time series analysis. *Rev Assoc Med Bras.* 2016;62(2):151-156. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9282.62.02.151>
  44. Scudeleti NL, Ferreira RL, Ambiental G. Auditoria ambiental nas queimadas de cana-de-açúcar para reposição da fauna e flora. *Meio Amb Sustent* [Internet]. 2014 [acesso em 2025 fev 15];5(3). Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/view/463>
  45. Sabadin AC. Do fogo à fumaça: a construção social do problema ambiental das queimadas nos canaviais paulistas. *Argumentos.* 2020;17(1):85-104. DOI: <https://doi.org/10.32887/issn.2527-2551v17n1p.85-104>
  46. Melo MADS, Coleta MFD, Coleta JA, et al. Percepção dos profissionais de saúde sobre os fatores associados à subnotificação no Sistema Nacional de Agravos de Notificação (Sinan). *Rev Adm Saúde.* 2018;18(71). DOI: <http://dx.doi.org/10.23973/ras.71.104>
  47. Oliveira CM, Cruz MM. Sistema de vigilância em saúde no Brasil: avanços e desafios. *Saúde debate.* 2015;39(104):255-267. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-110420151040385>
  48. Goto DM, Lança M, Obuti CA, et al. Effects of biomass burning on nasal mucociliary clearance and mucus properties after sugarcane harvesting. *Environ Res.* 2011;111(5):664-669. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.03.006>
  49. Oliveira RV. Suape em construção, peões em luta: o novo desenvolvimento e os conflitos do trabalho. *Cad CRH.* 2013;26(68):233-252. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-49792013000200003>
  50. Ferreira J, Lima S, Wellington J, et al. Entre tempos e espaços: duplicação da BR-101 no nordeste do Brasil. *Anais do 14º ENANPEGE* [Internet]; 2021; Campina Grande. Campina Grande: Realize Editora; 2021 [acesso em 2025 fev 15]. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/78324>
  51. Albuquerque C, Machado J. Internações no Brasil: oferta e utilização no SUS e na saúde suplementar de 2015 a 2021 [Internet]. Rio de Janeiro: Observatório de Política e Gestão Hospitalar; 2023 [acesso em 2025 fev 15]. Disponível em: <https://observatoriohospitalar.fiocruz.br/debates-e-opinioes/internacoes-no-brasil-oferta-e-utilizacao-no-sus-e-na-saude-suplementar-de-2015>
  52. Santos IS, Ugá MAD, Porto SM. O mix público-privado no sistema de saúde brasileiro: financiamento, oferta e utilização de serviços de saúde. *Ciênc saúde coletiva.* 2008Sep;13(5):1431-1440. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000500009>
  53. Silva JFM, Carvalho BG, Domingos CM, et al. A relação público-privada em uma região de saúde: influências sobre a organização da oferta e da demanda de média complexidade no Sistema Único de Saúde em pequenos municípios. *Saúde Soc.* 2020;29(4):e200019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-12902020200019>
  54. Lima LD, Albuquerque MV, Scatena JHG, et al. Arranjos regionais de governança do Sistema Único de Saúde: diversidade de prestadores e desigualdade espacial na provisão de serviços. *Cad Saúde Pública.* 2019;35:e00094618. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00094618>
  55. Silva JFM, Carvalho BG, Domingos CM. A governança e a relação público-privado no cotidiano das práticas em municípios de pequeno porte. *Ciênc saúde coletiva.* 2018Oct;23(10):3179-88. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182310.13952018>
  56. Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo (SP). Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. *Diário Oficial do Estado* [Internet], São Paulo, SP. 2002 set 20 [acesso em 2025 fev 28]; Seção I:2. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=217>

57. Agência Estadual de Meio Ambiente (PE). Instrução Normativa CPRH nº 008/2014. Disciplina os procedimentos da CPRH referentes à autorização para uso do fogo controlado em propriedades e posses rurais mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais no Estado de Pernambuco e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Pernambuco [Internet], Recife, PE. 2014 ago 1 [acesso em 2025 fev 28]. Disponível em: [https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Instrucao-normativa\\_008\\_14.pdf](https://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/Instrucao-normativa_008_14.pdf)
58. Gurgel AM, Souto AS, Guedes CA, et al. Espelho sem reflexos: conflitos e vulnerabilidades socioambientais em uma região produtora de cana-de-açúcar. *Ciênc saúde coletiva*. 2022;27(3):1049-1060. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232022273.27502020>
59. Arbex MA, Santos UP, Martins LC, et al. A poluição do ar e o sistema respiratório. *J Bras Pneumol*. 2012;38(5):643-655. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-37132012000500015>
60. Ribeiro H, Lopes FS, Assunção JV, et al. Queimadas de cana-de-açúcar e efeitos à saúde humana: revisão da literatura. *InterfacEHS*. 2012;7(3):3-25.
61. Straif K, Cohen A, Samet J. *Air Pollution and Cancer*. Air pollution and cancer. Lyon: International Agency for Research on Cancer; World Health Organization; 2013. (IARC Scientific Publications; 161).
62. Leão H, Santos R, Araújo N, et al. A qualidade do ar influencia as internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças? uma revisão sistemática. *ASSOBRAFIR Ciênc* [Internet]. 2019 [acesso em 2025 fev 28];9(2):55-70. Disponível em: <http://assobrafir-ciencia.org/article/5da73cbf0e8825ed62ba68e3>

---

Recebido em 21/10/2024

Aprovado em 21/03/2025

Conflito de interesses: inexistente

Suporte financeiro: não houve

**Editora responsável:** Jamilli Silva Santos