POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SAÚDE INFANTIL AMAZÔNICA, 2013–2024: ESTUDO ECOLÓGICO

Paulo Eduardo Alves Camargo-Cruz[1]; Thamyres Sabrina Gonçalves[2]; Pedro Luiz Teixeira de Camargo[3]

[1]Universidade de São Paulo, negresse@usp.br

[2]Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sabrina5thamy@yahoo.com.br

[3]IFMG, pedro.camargo@ifmg.edu.br

GT 4: Amazônia no Século XXI: avanços, retrocessos e novas perspectivas nas políticas socioambientais no contexto de COP30

RESUMO

Introdução: A poluição na Amazônia, por queimadas, é uma crise grave. Há picos de poluentes, excedendo limites da OMS, causando doenças respiratórias e danos florestais. Este estudo analisou a relação entre poluição e internações infantis por doenças respiratórias no Amazonas (2013-2024), com fatores ambientais e sociais. Metodologia: estudo ecológico quantitativo, usando dados secundários de internações e variáveis como focos de calor, IFDM-Saúde e MP2,5 foram analisadas estatisticamente (descritiva, regressão logística binária e bayesiana). Resultados: Ocorreu aumento de internações, ligadas a queimadas e MP2,5. Simulações indicam que reduzir focos de queimada e melhorar o IFDM-Saúde em 50% pode diminuir a chance de altas internações em 34,65% no último quadriênio (2021-2024), onde o IFDM-Saúde foi significativo (p=0,017). A análise bayesiana confirmou a tendência crescente das internações e o aumento nos focos de queimadas. Conclusão: A redução da taxa de internações no Amazonas está mais ligada a melhorias nas condições de saúde, mas a combinação com a redução de queimadas é sinérgica. Políticas intersetoriais são cruciais.
Palavras-chave: Amazônia; Poluição Atmosférica; Queimadas; Doenças Respiratórias; IFDM-Saúde.

DESTAQUES (highlights)

- A Amazônia brasileira enfrenta uma crise ambiental sem precedentes, com poluição atmosférica alarmante devido a queimadas e garimpo, impactando a saúde humana e os ecossistemas.
- Dados recentes mostram um aumento drástico na concentração de material particulado fino ($MP_{2,5}$) e monóxido de carbono (CO) na atmosfera amazônica, superando em muito os níveis seguros e as médias de grandes centros urbanos.
- A exposição a poluentes atmosféricos está diretamente associada ao agravamento de doenças cardiorrespiratórias em crianças e à redução da fotossíntese na floresta, criando um ciclo vicioso de degradação.

- A modelagem multivariada revelou que a combinação da melhoria das condições estruturais de saúde (IFDM-Saúde) e a redução dos focos de queimada pode diminuir significativamente as internações por doenças respiratórias em crianças, especialmente no período mais recente (2021-2024).

INTRODUÇÃO

A Amazônia brasileira, um bioma de inestimável valor ecológico e climático global, enfrenta atualmente uma crise ambiental sem precedentes, marcada por índices alarmantes de poluição atmosférica. Este fenômeno, intrinsecamente ligado à intensificação das queimadas e à expansão de atividades antrópicas como o garimpo (Brandão et al., 2024; Silva et al., 2023; Boulton et al., 2022), tem gerado um impacto multifacetado que transcende as fronteiras geográficas da região, afetando a saúde humana e a integridade dos ecossistemas (Rizzo et al., 2025). A complexidade deste problema exige uma análise aprofundada das interações entre as fontes de emissão, a dispersão de poluentes e as consequências biológicas e ambientais, a fim de subsidiar estratégias eficazes de mitigação e adaptação.

Historicamente, a atmosfera amazônica apresentava um perfil de pureza relativa, com baixas concentrações de material particulado. Contudo, dados recentes revelam uma alteração drástica nesse cenário. O monitoramento realizado por instituições como o Observatório da Torre Alta (ATTO) demonstra que a concentração de material particulado fino ($MP_{2,5}$) na atmosfera da Amazônia tem alcançado picos alarmantes, superando em até 80 vezes os níveis observados na estação chuvosa (Morais et al., 2022). Em períodos anteriores, por exemplo, foram registrados valores de 60 µg/m³ a 80 µg/m³, contrastando drasticamente com a média de 1,0 µg/m³ da estação chuvosa e a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 15 µg/m³ para médias de 24 horas. Essa elevação não se restringe apenas ao $MP_{2,5}$; o monóxido de carbono (CO) também apresenta aumentos significativos, com registros de 3.000 ppb em outubro de 2023, em comparação com 80-100 ppb no período chuvoso (Machado et al., 2024). Tais concentrações não apenas excedem os padrões de qualidade do ar estabelecidos pela legislação brasileira, mas também superam as médias de grandes centros urbanos, como São Paulo, onde o estado de alerta é declarado com concentrações de 150 µg/m³.

As consequências dessa degradação atmosférica são vastas e preocupantes. A exposição prolongada ao material particulado e a outros poluentes, como metais pesados (mercúrio, chumbo, zinco) e ozônio, está diretamente associada ao agravamento e ao aumento da

incidência de doenças cardiorrespiratórias na população local, com casos de bronquite e asma tornando-se comuns durante os períodos de maior intensidade das queimadas.

Além dos impactos diretos na saúde humana, a poluição atmosférica compromete a vitalidade da própria floresta. A redução da radiação solar incidente no solo, devido à densa camada de aerossóis, prejudica o processo de fotossíntese, essencial para o desenvolvimento da vegetação (Gatti et al., 2021). Adicionalmente, a dispersão da fumaça, que pode cobrir milhões de quilômetros quadrados, transporta não apenas poluentes, mas também nutrientes essenciais para o oceano, empobrecendo o solo amazônico e alterando o ciclo biogeoquímico da região. A persistência e a intensificação desses eventos, evidenciadas pelo aumento contínuo dos focos de incêndio desde 1990, configuram um ciclo vicioso de degradação ambiental e comprometimento da saúde pública, exigindo uma compreensão aprofundada de suas dinâmicas e a proposição de soluções urgentes e integradas.

O objetivo deste estudo foi analisar a associação entre os níveis de poluição atmosférica - representados pela concentração média anual de material particulado fino ($MP_{2,5}$) e pelos focos de queimadas - e as taxas de internação por doenças respiratórias em crianças de 0 a 14 anos nos municípios do estado do Amazonas, no período de 2013 a 2024. Busca-se ainda descrever a evolução temporal dessas taxas, avaliar o papel moderador da estrutura municipal de saúde (IFDM-Saúde) sobre esse desfecho e identificar espacialmente os municípios com maior vulnerabilidade, subsidiando estratégias integradas de mitigação e prevenção.

METODOLOGIA

Este estudo adotou um delineamento ecológico com abordagem quantitativa, utilizando dados secundários para analisar a relação entre fatores ambientais e socioeconômicos e as taxas de internação por doenças respiratórias em crianças de 0 a 14 anos, no estado do Amazonas (AM), Brasil, no período entre 2013 e 2024. As bases de dados foram os dados de internação hospitalar, obtidos do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), com recorte para as internações por algumas doenças respiratórias, selecionadas e classificadas segundo a CID-10 (Outras infecções agudas das vias aéreas superiores, Bronquite aguda e bronquiolite aguda, Outras doenças do trato respiratório superior, Bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas e Asma). As populações municipais para o cálculo das taxas foram extraídas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE),

considerando estimativas intercensitárias. As taxas foram padronizadas por 10 mil habitantes da faixa etária de 0 a 14 anos. As taxas de internação (calculadas pela divisão número de internações pela população do referido ano) foram agregadas em três quadriênios: 2013-2016, 2017-2020 e 2021-2024 visando facilitar a compreensão e a magnitude das alterações temporais-espaciais.

Foram consideradas três variáveis independentes principais: Média de focos de calor (2013-2024), indicador de exposição ambiental à queima de biomassa, obtido do Programa Queimadas Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); Média do IFDM-Saúde (2013-2023), medida da estrutura e desempenho da área da saúde pública nos municípios, extraída do Índice da Federação de Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN) de Desenvolvimento Municipal e a Concentração anual média de $MP_{2,5}$ (2013-2022), estimativas de material particulado fino com base em modelos atmosféricos (CATT-BRAMS), fornecidas pelo INPE.

Para a análise estatística foi realizada uma análise descritiva das variáveis. Em seguida, foram aplicados modelos de regressão logística binária para cada quadriênio, a fim de identificar os fatores associados à alta taxa de internação. As taxas foram dicotomizadas com base na mediana de cada período, classificando os municípios em “alta” ou “baixa” taxa de internação.

A modelagem estatística multivariada incluiu, simultaneamente, as três variáveis explicativas, com simulações de cenários para estimar os efeitos de uma redução de 50% nos focos de queimada e aumento de 50% no IFDM-Saúde sobre a probabilidade de ocorrência de altas taxas de internação.

Para análise estatística da tendência temporal das taxas anuais de internação, foi utilizado um modelo de regressão bayesiana simples, com implementação no pacote “brms” via amostragem de Hamiltonian Monte Carlo. Esse modelo permite considerar a incerteza das estimativas de forma explícita, favorecendo maior robustez em séries temporais curtas. Todas as análises foram realizadas no software R.

A construção dos mapas foi realizada nos softwares QGIS 3.36. Os mapas temáticos foram elaborados para os três quadriênios, classificando as taxas de internação em quatro faixas por quartis. O sistema de referência adotado foi o SIRGAS 2000. Os dados vetoriais dos limites municipais foram obtidos do IBGE e geoprocessados no QGIS, garantindo a consistência cartográfica e a compatibilidade espacial entre os dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

A análise das taxas de internação por doenças respiratórias em crianças de 0 a 14 anos no estado do Amazonas entre 2013 e 2024 revelou variações espaciais e temporais marcantes. Observou-se uma tendência geral de aumento nos períodos com maior ocorrência de queimadas, especialmente em municípios com níveis elevados de material particulado fino ($MP_{2,5}$). A distribuição espacial dessas taxas evidenciou padrões de concentração em determinadas regiões, sugerindo a influência de fatores ambientais e estruturais locais. A análise estatística, demonstrada na Tabela 1, apontou associação significativa entre a exposição a poluentes atmosféricos e a maior probabilidade de internações, com destaque para os municípios com baixo desempenho no indicador IFDM-Saúde.

Tabela 1 - Resultados da Análise Estatística.

Quadriênio	Variável	Erro Padrão	*p* valor	OR	Prob Base	Prob Simulada	Δ% Prob
TxInt* 2013-2016	MF** 2013-2024	2,74E-05	0,4613	1,000	0,5003	0,3686	**-13,17%**
	MIFDM*** 2013-2023	3,917742	0,4287	0,045	0,5003	0,3686	
TxInt 2017-2020	MF 2013-2024	2,56E-05	0,9236	1,000	0,5174	0,4874	**-1,26%**
	MIFDM 2013-2023	3,847536	0,9286	0,709	0,5174	0,4874	
TxInt 2021-2024	MF 2013-2024	3,93E-05	0,2998	1,000	0,4937	0,1472	**-34,65%**
	MIFDM 2013-2023	4,740182	0,0173	1,26E-05	0,4937	0,1472	

*Taxa de Internação por Doenças Respiratórias Selecionadas
**Média de Focos de Queimada no Estado
***Média Municipal do IFDM-Saúde

A redução das taxas de internações nos quadriênios analisados variou de ~13%, no quadriênio de 2013-2016, passou por uma redução modesta no quadriênio seguinte, 2017–2020, (~1%) sugerindo possível estabilidade ou outros fatores interferentes e foi maior e mais consistente, ~35%, no ultimo quadriênio do estudo, 2021–2024.

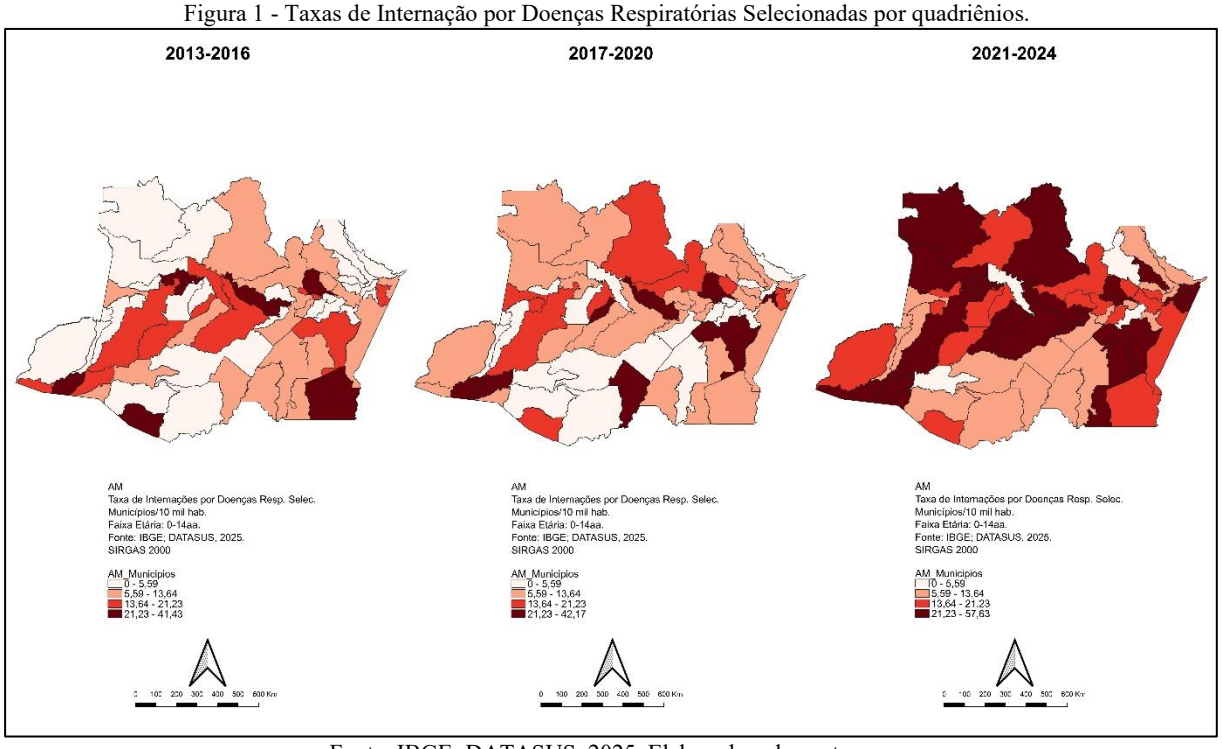
Conforme os resultados, no quadriênio 2013-2016, não há nenhuma variável que se demonstre como estatisticamente significativa. Ainda assim, a modelagem sugere que a combinação das

mudanças simuladas levaria a uma redução de 13,17% na probabilidade de internação alta. O efeito do IFDM-Saúde é negativo, como esperado, indicando efeito protetor, mas com incerteza elevada ($p = 0,43$). No quadriênio seguinte (2017-2020), tanto o IFDM quanto a média de focos não mostraram significância estatística. A redução conjunta nas probabilidades é pequena (1,26%), indicando tendência mais estável nesse período.

No último quadriênio, 2021-2024, é onde temos resultados estatisticamente significativos para o IFDM-Saúde ($p = 0,017$). A modelagem, com a simulação da redução de focos e aumento do IFDM-Saúde, resultou em uma redução expressiva de 34,65% na probabilidade de taxas de internação, indicando forte sensibilidade da taxa à melhoria nas condições de saúde e ao controle de queimadas.

A Figura 1 demonstra a distribuição espacial-temporal das taxas de internação e a concentração destas no Estado.

Figura 1 - Taxas de Internação por Doenças Respiratórias Selecionadas por quadriênios.



Fonte: IBGE; DATASUS, 2025. Elaborado pelos autores.

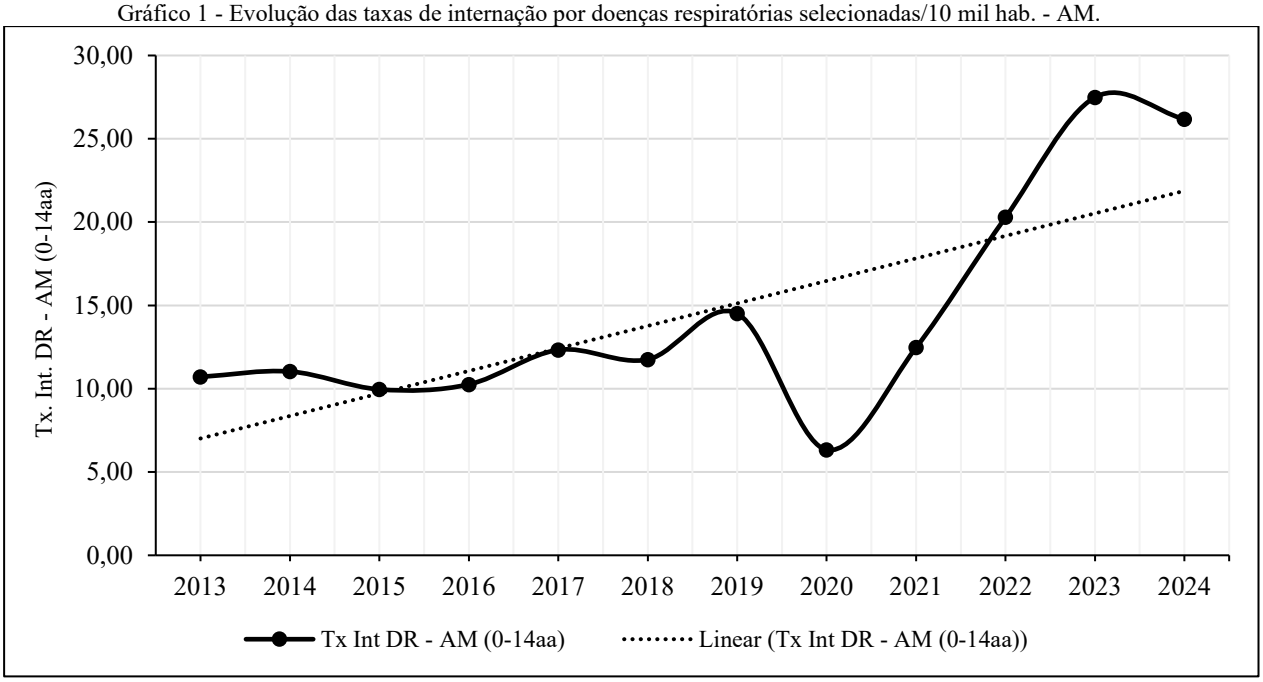
Nesta evolução temporal, percebemos que ocorreu uma elevação nas taxas de internação por doenças respiratórias e a concentração destas em determinadas regiões, notadamente, nas regiões intermediarias de Manaus (no Centro e no Norte do estado) e na cidade de Tefé (a Oeste

do Estado). A evolução nas médias das taxas de internação, foi de 10,49/10 mil habitantes no 1º quadriênio para 21,54 no 3º quadriênio (um aumento da ordem de 105,28%).

A análise da tendência temporal das taxas anuais de internação por doenças respiratórias em crianças de 0 a 14 anos residentes na região amazônica brasileira, no período de 2013 a 2024, revelou uma tendência crescente ao longo do tempo. As taxas médias variaram de 6,33 (2020) a 27,49 (2023), com elevação significativa a partir de 2021, sugerindo uma intensificação dos quadros clínicos e das hospitalizações na população pediátrica. No período houve um crescimento percentual bruto da ordem de 144,48% (10,71/10 mil hab. em 2013 e 26,18/10 mil hab. em 2024).

Os focos de queimadas no período estudado, apresentaram o resultado que mais chama atenção: o aumento percentual foi da ordem 1.811%, saindo de 40.269 focos por município/ano para 769.578 focos por município em 2024.

Gráfico 1 - Evolução das taxas de internação por doenças respiratórias selecionadas/10 mil hab. - AM.



Fonte: DATASUS; IBGE, 2025. Elaborado pelos autores.

Discussão

A presente investigação revelou que a sinergia entre aprimoramentos no IFDM-Saúde (Schilling, 2025) e a diminuição dos focos de queimadas (Damm et al., 2024) exerce um

impacto substancial na atenuação das taxas de internação por doenças respiratórias em crianças com idade entre 0 e 14 anos. Embora os efeitos isolados de cada variável tenham demonstrado uma robustez estatística limitada nos períodos iniciais (2013-2016 e 2017-2020), observou-se uma acentuação desses impactos no quadriênio mais recente (2021–2024), período em que a variável IFDM-Saúde alcançou significância estatística (p = 0,017).

Em um cenário simulado, a concomitância de um incremento de 50% no IFDM-Saúde e uma redução de 50% nos focos de queimada resultou em uma projeção de decréscimo de aproximadamente 34,65% na probabilidade de ocorrência de elevadas taxas de internação no último quadriênio. Este achado sublinha a relevância do acesso a serviços de saúde de qualidade e de uma infraestrutura sanitária robusta como fatores protetores, particularmente em contextos de exposição ambiental prolongada. A literatura científica corrobora que o fortalecimento dos sistemas de saúde locais é um modulador crucial dos efeitos adversos da poluição atmosférica sobre a saúde respiratória pediátrica (Pope et al., 2006).

Contrariamente, a influência isolada da variável "Média de Focos de Queimada" apresentou coeficientes de magnitude reduzida e p-valores elevados nos quadriênios precedentes. Tal padrão pode sugerir uma relação de efeito cumulativo ou latente dos poluentes derivados da combustão de biomassa, ou ainda que os impactos das queimadas nas internações se manifestem de maneira não linear, mediada por outras variáveis socioambientais não contempladas no modelo analítico (Silva et al., 2022). É plausível inferir que, em cenários onde o sistema de saúde já provê respostas adequadas, os benefícios decorrentes da redução de poluentes ambientais tornam-se mais discerníveis nos desfechos de saúde.

Adicionalmente, a análise da distribuição temporal dos resultados indica que os benefícios advindos da conjugação de políticas ambientais e sociais se tornam progressivamente mais expressivos ao longo do tempo. Este aspecto enfatiza a imperatividade de abordagens integradas e de longo prazo, ao mesmo tempo em que evidencia as limitações inerentes a ações setoriais desarticuladas. A epidemiologia ambiental tem consistentemente demonstrado que a implementação simultânea de políticas públicas voltadas à proteção ambiental e ao fortalecimento do Sistema Único de Saúde (SUS) gera sinergias positivas na saúde respiratória, especialmente em populações mais vulneráveis, como a pediátrica (Braga et al., 2007; Gouveia et al., 2000).

Para quantificar essa tendência, foi ajustado um modelo de regressão linear bayesiana. O coeficiente estimado para o ano foi β = 1,349 (erro padrão = 0,414), com intervalo de credibilidade de 95% entre 0,518 e 2,167. Como o intervalo não inclui o valor nulo e a probabilidade posterior de o coeficiente ser positivo foi de 100%, os resultados indicam evidência robusta de uma tendência ascendente nas taxas de internação. O intercepto do modelo foi estimado em -2708,495 (IC 95%: -4359,513 a -1034,292), servindo como base para o ajuste da linha de tendência.

Esse aumento pode estar associado a múltiplos fatores estruturais, incluindo o avanço do desmatamento, queimadas e piora na qualidade do ar - elementos frequentemente ligados ao agravamento de doenças respiratórias na infância (Silva et al., 2022) - e que aprecem na literatura do tema como variáveis de relevada importância para alterações temporais. A Amazônia concentra vulnerabilidades socioambientais e sanitárias que, aliadas à degradação ambiental, agravam os riscos à saúde infantil. O uso de uma abordagem bayesiana reforçou a robustez das inferências ao incorporar a incerteza e fornecer estimativas mais informativas, especialmente em séries temporais com variabilidade considerável.

Os resultados dessa pesquisa tem convergência com outros estudos que avaliaram as correlações entre problemas respiratórios e níveis de poluição atmosférica na região amazônica, não somente nos últimos anos como nas ultimas décadas, visto que resultados parecidos já vinham sendo apontados por estudos desenvolvidos a mais de trinta anos atrás (Duchiade, 1992), continuaram sendo corroborados por pesquisas feitas nas décadas seguintes (Carmo et al. 2010), foram também encontrados em trabalhos publicados no ano passado (Bento et al. 2024) e mais uma vez confirmados aqui nessa pesquisa, evidenciando ser um problema histórico no Brasil a relação entre doenças respiratórias e incêndios na região.

Isso demostra que no contexto da gestão de saúde pública no Brasil têm-se um problema de Estado no negligenciamento da seriedade do problema em questão, indicando que o debate sobre a relação entre meio ambiente e saúde pública precisa ser feito a nível de Estado-nação, transcendendo, portanto, programas e politicas públicas de governo, como em geral se dá o debate em saúde pública.

Salvaguardo os avanços na gestão da saúde pública que são claramente devido a políticas governamentais, tão relevante quanto debater tais questões a nível de um programa de governo, é insistir na importância desse debate para além de um ou outro governo, pois um problema de

saúde que a décadas acomete uma população, mostrando tendências de cada vez mais se intensificar em nível de dano a saúde e de propagação demográfica, precisa transcender as limitações temporais e orçamentárias de planos de governo, sendo então política de Estado.

Do ponto de vista do rigor metodológico e da reprodutibilidade na pesquisa, é pertinente apontar que os resultados aqui apresentados corroboram com estudos feitos sobre o mesmo tema, mesmo quando considerando outros dados, como no caso da inclusão de gases de efeito estufa, e mesmo utilizando-se outros métodos de análise estatística, uma revisão comparativa de literatura mostra que praticamente todos os estudos que investigam correlações entre doenças respiratórias e problemas de saúde, especialmente entre crianças e idosos na região amazônica possuem resultados convergentes aos encontrados nessa pesquisa (Rosa et al. 2008; Carmo et al. 2010; Bento et al. 2024).

CONCLUSÃO

A modelagem multivariada indicou que a redução das internações por doenças respiratórias em crianças no Estado do Amazonas pode estar mais associada à melhoria das condições estruturais de saúde do que à redução isolada dos focos de queimada. Entretanto, a combinação dessas intervenções demonstrou potencial sinérgico importante, sobretudo no quadriênio mais recente. Esses achados apontam para a necessidade de formulação de políticas intersetoriais voltadas tanto para a proteção do meio ambiente quanto para a expansão do acesso e da qualidade dos serviços de saúde. O impacto cumulativo dessas ações se mostrou expressivo em médio prazo, justificando sua continuidade e priorização nas agendas públicas de saúde ambiental e de equidade na infância. Isso, de modo paralelo, sugere que políticas focadas em saúde preventiva e melhorias estruturais, quando combinadas com redução de queimadas, podem ter efeitos substanciais**.**

Os efeitos mais impactantes são observados no período mais recente (2021–2024), sugerindo uma amplificação do efeito de políticas públicas estruturantes ao longo do tempo. Embora os focos de queima isoladamente tenham efeito pequeno, seu impacto é potencializado quando combinado com melhorias em infraestrutura de saúde. Melhorar o IFDM Saúde em 50% e reduzir os focos em 50% pode reduzir a chance de internação alta em até ~35% no quadriênio mais recente.

REFERÊNCIAS

1. Brandão, D.O., Arieira, J., & Nobre, C.A. (2024). Impactos das mudanças climáticas na sociobioeconomia da Amazônia. Estudos Avançados, 38(112), 249-270. doi: 10.1590/s0103-4014.202438112.014.
2. Silva, L.F.O., Bodah, B.W., Lozano, L.P. et al. (2023). Nanoparticles containing hazardous elements and the spatial optics of the Sentinel-3B OLCI satellite in Amazonian rivers: a potential tool to understand environmental impacts. Environmental Science and Pollution Research, 30, 73780-73798. doi: 10.1007/s11356-023-27617-7
3. Boulton, C.A., Lenton, T.M., Boers, N. (2022). Pronounced loss of Amazon rainforest resilience since the early 2000s. Nature Climate Change, 12, 271-278. doi: 10.1038/s41558-022-01287-8.
4. Rizzo, L.V., Rizzo, M.C.F.V. (2025) Wildfire smoke and health impacts: a narrative review. Jornal de Pediatria, 101(1), S56-S64. doi: 10.1016/j.jped.2024.11.006.
5. Morais, F.G., Franco, M.A., Palácios, R. et al. (2022). Relationship between Land Use and Spatial Variability of Atmospheric Brown Carbon and Black Carbon Aerosols in Amazonia. Atmosphere, 13(8), 1328. doi: 10.3390/atmos13081328.
6. Machado, L.A.T., Kesselmeier, J., Botía, S. et al. (2024). How rainfall events modify trace gas mixing ratios in central Amazonia. Atmospheric Chemistry and Physics, 24(15), 8893-8910. doi: 10.5194/acp-24-8893-2024.
7. Gatti, L.V., Basso, L.S., Miller, J.B. et al. (2021). Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. Nature, 595(7867), 388-393. doi: 10.1038/s41586-021-03629-6.
8. Damm, Y., Börner, J., Gerber, N. et al. Health benefits of reduced deforestation in the Brazilian Amazon. Communications Earth & Environment, 5, 693 (2024). https://doi.org/10.1038/s43247-024-01840-7
9. Schilling, M.P.R., Portela, M.C., Albuquerque, M.V. et al. (2025). Resiliência e desempenho dos sistemas de saúde: internações por condições crônicas sensíveis à atenção primária. Ciência & Saúde Coletiva, 30(6), e21422024. doi: 10.1590/1413-81232025306.21422024
10. Braga, A.L.F., Saldiva, P.H.N., Pereira, L.A.A. et al. (2007). Air pollution and pediatric respiratory hospital admissions in São Paulo, Brazil. Journal of Environmental Health, 69(4), 40-47. doi: 10.1002/(SICI)1099-1301(199904/06)1:2<95::AID-JEM16>3.0.CO;2-S.
11. Gouveia, N., Fletcher, T. (2000). Time series analysis of air pollution and mortality: Effects by cause, age and socioeconomic status. Journal of Epidemiology and Community Health, 54(10), 750-755. doi: 10.1136/jech.54.10.750.
12. Pope, C.A., Dockery, D.W. (2006). Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect. Journal of the Air & Waste Management Association, 56(6), 709-742. https://doi.org/10.1080/10473289.2006.10464485
13. Silva, D.R.S., Costa, G., Mendes, W.S. (2022). Vulnerabilidades socioambientais e internações por doenças respiratórias em crianças expostas à poluição por queimadas na Amazônia Legal. Cadernos de Saúde Pública, 38(2), e00203421. doi: 10.1590/0102-311X00203421
14. Silva, J.F, Mendes, C.A., Lopes, A.C.S. (2022). Hospitalizations for respiratory diseases in children and the association with biomass burning in the Brazilian Amazon. Environmental Research, 204 (Part A), 111981. doi: 10.1016/j.envres.2021.111981.

15. Duchiade, M.P. (1992). Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. Cadernos de Saúde Pública, 8, 311-330.
16. Carmo, C.N.D., Hacon, S., Longo, K.M. et al. (2010). Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. Revista Panamericana de Salud Pública, 27, 10-16.
17. Bento, J.A.D.N., Araújo, J.A.D., Tabosa, F.J.S. et al. (2024). Condicionantes das internações por doenças respiratórias: evidências espaciais a partir do desmatamento na Amazônia Legal. Revista de Economia e Sociologia Rural, 62(2), e274678.