

Campus Calama
Coordenação do Curso de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Gestão Ambiental

GEORGE DE CASTRO DOS SANTOS

**PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR DO IFRO CAMPUS GUAJARÁ-
MIRIM QUANTO À POLUIÇÃO DO AR E QUEIMADAS FLORESTAIS**

PORTO VELHO/RO
2026

GEORGE DE CASTRO DOS SANTOS

**PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR DO IFRO CAMPUS GUAJARÁ-
MIRIM QUANTO À POLUIÇÃO DO AR E QUEIMADAS FLORESTAIS**

Artigo Científico apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, *lato sensu*, sob a orientação da professora Dra. Nathália Kelly de Araújo.

PORTO VELHO/RO
2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Santos, George de Castro dos.
Poluição do ar por queimadas na Amazônia: Percepção da comunidade escolar e proposta de protocolo de mitigação em Guajará-Mirim/RO / George de Castro dos Santos, Carliane Reis dos Santos. - Porto Velho, 2026.
24 f. : il.

Orientador(a): Dra. Nathalia Kelly de Araujo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Lato Sensu em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Porto Velho, 2026.

1. Saúde
. . . 2. Fumaça. 3. Material Particulado. 4. Amazônia. 5. Poluição. I. Santos, Carliane Reis dos. II. Araujo, Nathalia Kelly de (orient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. IV. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Evandro Silva de Sousa, CRB-11-956

GEORGE DE CASTRO DOS SANTOS

PERCEPÇÃO DA COMUNIDADE ESCOLAR DO IFRO CAMPUS GUAJARÁ-MIRIM QUANTO À POLUIÇÃO DO AR E QUEIMADAS FLORESTAIS

Artigo Científico apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Calama, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista no programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, *lato sensu*, sob a orientação da professora Dra. Nathália Kelly de Araújo.

Aprovado em: 07/10/2026 pela banca examinadora.

Documento assinado digitalmente
 **NATHALIA KELLY DE ARAUJO**
Data: 20/10/2026 11:28:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Nathália Kelly de Araújo
Orientadora

Documento assinado digitalmente
 **GISELLE CAVALCANTE SALDANHA DE ANDRADE**
Data: 20/10/2026 16:56:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Pro^f^a. Dra. Giselle Cavalcante Saldanha de Andrade
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **RICARDO TEIXEIRA GREGORIO DE ANDRADE**
Data: 20/10/2026 18:05:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ricardo Teixeira Gregório de Andrade
Membro da Banca

Percepção da comunidade escolar do IFRO Campus Guajará-Mirim quanto a poluição do ar e queimadas florestais

Perception of the IFRO Guajará-Mirim Campus
school community regarding air pollution and forest
fires

Percepción de la comunidad escolar del Campus Guajará-Mirim de
IFRO con respecto a la contaminación del aire y los incendios forestales

George de Castro dos Santos, Especialista
em Gestão Ambiental, Instituto Federal de
Rondônia (IFRO) - campus Calama,
E-mail: gheorgecs@hotmail.com

Carliane Reis dos Santos, Graduanda em
Biologia, Instituto Federal de Rondônia (IFRO)
- campus Guajará-Mirim,
E-mail: carlianereisdossantosif@gmail.com

Alexandre Sérvulo Ribeiro Hudson, Doutor
em Fisiologia, Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)
– campus Bambuí,
E-mail: alexandre.hudson@ifmg.edu.br

Cícera Alexsandra Costa dos Santos,
Doutora em Análises Clínicas, Instituto Federal
de Rondônia (IFRO) - campus Guajará-Mirim,
E-mail: cicera.alexsandra@ifro.edu.br

Kally Alves de Sousa, Doutora em
Biotecnologia, Instituto Federal de Rondônia
(IFRO) - campus Guajará-Mirim,
E-mail: kally.sousa@ifro.edu.br

Marcos Felipe de Oliveira Galvão, Doutor em
Biologia molecular, Instituto Karolinska,
E-mail: felipe.de.oliveira.galvao@ki.se

Nathália Kelly Araújo, Pós-doutora em
Biotecnologia, Instituto Federal de Rondônia
(IFRO) - campus Calama,
E-mail: gheorgecs@hotmail.com

Resumo

A poluição do ar decorrente da queima de biomassa configura um dos principais riscos ambientais à saúde na Amazônia. Esse estudo teve como objetivo avaliar a percepção de estudantes e servidores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) – Campus Guajará-Mirim sobre a qualidade do ar e seus efeitos na saúde, subsidiando a elaboração de um protocolo institucional de enfrentamento. Se trata de estudo transversal vinculado ao projeto “Queima de biomassa na mesorregião amazônica Madeira-Guaporé: efeitos sobre a saúde humana” (CNPq n.º 421472/2023-5). Entre fevereiro e setembro de 2025, 61 voluntários, 35 estudantes e 26 servidores, responderam a questionário padronizado. Os resultados evidenciam que 45,9% classificam a qualidade do ar como “moderada” e 23% como “boa”. Queimadas florestais (30,1%) e queima de lixo (23,47%) foram as fontes mais preocupantes. Sobre os impactos na saúde, 88,52% concordam totalmente que a fumaça

afeta sua saúde, e 44,26% relataram alergias, com predomínio de rinite (38,63%) e irritação na garganta (31,81%). Apenas 13,11% utilizam máscara facial ou purificador. Conclui que, apesar da redução histórica de focos de queimadas em Rondônia em 2025, a percepção de risco permanece elevada, justificando a implementação de medidas institucionais de proteção à comunidade acadêmica. Se faz necessário a adoção de um conjunto de medidas para proteção individual e coletiva da comunidade do campus e um olhar crítico sobre as políticas públicas voltadas a proteção da Amazônia legal.

Palavras-chave

Saúde. Fumaça. Material Particulado. Amazônia.

Abstract

Air pollution resulting from biomass burning represents one of the main environmental health risks in the Amazon region. This study aimed to evaluate the perception of air quality and its health effects among students and staff

at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rondônia (IFRO) – Guajará-Mirim Campus, providing input for the development of an institutional response protocol. This is a cross-sectional study linked to the project “Biomass burning in the Amazonian Madeira-Guaporé mesoregion: effects on human health” (CNPq No. 421472/2023-5). Between February and September 2025, 61 volunteers (35 students and 26 staff members) completed a standardized questionnaire. The results demonstrate that 45.9% of participants classify air quality as “moderate” and 23% as “good.” Forest fires (30.1%) and trash burning (23.47%) were identified as the most concerning sources. Regarding health impacts, 88.52% strongly agree that smoke affects their health, and 44.26% reported allergies, predominantly rhinitis (38.63%) and throat irritation (31.81%). Only 13.11% utilize face masks or air purifiers. It is concluded that, despite a historical reduction in fire hotspots in Rondônia in 2025, risk perception remains high, justifying the implementation of institutional measures to protect the academic community. Adopting a set of individual and collective protection measures for the campus community, along with a critical review of public policies aimed at protecting the Legal Amazon, is necessary.

Keywords

Health. Smoke. Particulate Matter. Amazon Region.

Resumen

La contaminación del aire derivada de la quema de biomasa constituye uno de los principales riesgos ambientales para la salud en la Amazonía. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la percepción de estudiantes y servidores del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Rondônia (IFRO) – Campus Guajará-Mirim sobre la calidad del aire y sus efectos en la salud, sirviendo de base para la elaboración de un protocolo institucional de enfrentamiento. Se trata de un estudio

transversal vinculado al proyecto “Quema de biomasa en la mesorregión amazónica Madeira-Guaporé: efectos sobre la salud humana” (CNPq n.º 421472/2023-5). Entre febrero y septiembre de 2025, un total de 61 voluntarios (35 estudiantes y 26 servidores) respondieron a un cuestionario estandarizado. Los resultados evidencian que el 45,9% clasifica la calidad del aire como “moderada” y el 23% como “buena”. Los incendios forestales (30,1%) y la quema de basura (23,47%) fueron identificados como las fuentes más preocupantes. Respecto a los impactos en la salud, el 88,52% está totalmente de acuerdo en que el humo afecta su salud, y el 44,26% reportó alergias, con predominio de rinitis (38,63%) e irritación de garganta (31,81%). Únicamente el 13,11% utiliza mascarilla facial o purificador de aire. Se concluye que, a pesar de la reducción histórica de los focos de incendios en Rondônia durante 2025, la percepción del riesgo permanece elevada, lo que justifica la implementación de medidas institucionales para la protección de la comunidad académica. Resulta necesaria la adopción de un conjunto de medidas de protección individual y colectiva para la comunidad del campus, así como una mirada crítica sobre las políticas públicas orientadas a la protección de la Amazonía legal.

Palabras clave

Salud. Humo. Material particulado. Amazonía.

Recebido em: 09/09/2026

Aceito em: 29/09/2026

DOI: 10.23900/ci.v4.321

Introdução

A poluição do ar é reconhecida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como um dos principais riscos ambientais à saúde humana, associada a aproximadamente 7 milhões de mortes prematuras anuais. A exposição a este tipo de poluição tem relação direta com maior risco de desenvolvimento de doenças respiratórias e cardiovasculares crônicas. Na Amazônia, a queima de biomassa constitui a principal fonte de poluentes atmosféricos, liberando monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e material particulado fino (MP_{2,5} e MP₁₀), substâncias diretamente associadas ao agravamento de doenças acima mencionadas (Scaramboni *et al.*, 2024; The World Health Organization (WHO), 2026).

Rondônia apresenta histórico de elevadas concentrações de focos de calor, especialmente entre julho e outubro, período em que mais de 90% das queimadas anuais ocorrem. Em 2024, o estado registrou 9214 focos, cenário que apresentou uma acentuada queda em 2025, com redução de 85,2% no número de focos de calor, totalizando 1364 ocorrências (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2026). Apesar desse avanço significativo, porém ainda pontual, a exposição pretérita e residual à fumaça continua a impactar a saúde das populações locais.

Dados do programa VIGIAR/AGEVISA evidenciam que, em 2025, o material particulado fino (MP₁₀) se manteve predominantemente na faixa de classificação “Boa” para a maioria dos municípios de Rondônia, especialmente a partir de setembro, quando o retorno das chuvas contribuiu para a dispersão de poluentes e a melhoria da qualidade do ar. Em setembro de 2025, as previsões indicavam qualidade do ar “Boa” em todo o estado, resultado da combinação de umidade, ventos e redução de eventos de fogo (Governo do Estado de Rondônia - VigiAR, 2025, 2026) .

O município de Guajará-Mirim, situado na fronteira Brasil-Bolívia, possui características ambientais singulares, com predominância do bioma e ecossistema Amazônico e Floresta Ombrófila aberta (Unidades de Conservação do Brasil, 2026). O *campus* do IFRO nessa localidade atende estudantes e servidores que residem e circulam por ambientes sujeitos à exposição à poluição atmosférica sazonal. A compreensão da percepção dessa comunidade sobre os riscos associados à qualidade do ar é etapa fundamental para a construção de estratégias institucionais de enfrentamento.

O objetivo deste artigo é descrever a percepção de estudantes e servidores do *Campus* Guajará-Mirim/IFRO sobre a qualidade do ar, as fontes poluentes e os efeitos na saúde, bem como propor um protocolo institucional de enfrentamento à poluição atmosférica.

Referencial Teórico

Poluição Atmosférica e Material Particulado

A poluição atmosférica constitui um importante problema ambiental e de saúde pública, especialmente em regiões submetidas a episódios recorrentes de queimadas. A OMS reconhece a poluição do ar como um dos principais riscos ambientais à saúde humana, destacando sua relação com diferentes agravos respiratórios e cardiovasculares (The World Health Organization (WHO), 2026). Nesse contexto, a qualidade do ar não deve ser compreendida apenas como uma questão ambiental, mas como um componente diretamente relacionado às condições de vida e à saúde das populações expostas.

Na região amazônica o fogo é utilizado nas atividades produtivas rurais, pela cultura do corte-queima para a limpeza de roçados e transformação da floresta em pastagem (Nepstad; Moreira; Alencar, 1999), portanto estão inseridas no processo produtivo da Amazônia, sendo um dos elementos que impulsionam a expansão agrícola na região (Sodré; Souza; Moraes, 2021). Por vezes, o fogo controlado cumpre funções importantes em alguns ecossistemas, porém as queimadas descontroladas produzem emissões de gases de efeito estufa, impactam negativamente os solos, afetam a biodiversidade, fragilizam ecossistemas e comprometem a qualidade do ar (Fundo Amazônia, 2023; Sodré, 2019).

Além de dióxido de carbono, durante o processo de combustão de biomassa ocorrente nas queimadas outras substâncias produzidas são lançadas na atmosfera, como aerossóis. Aerossóis são partículas, líquidas e/ou sólidas em suspensão em um gás (Seinfeld; Pandis, 2006). As partículas de aerossóis analisadas no ar possuem dimensões que variam de nanômetros (e.g. aglomerados moleculares) até centenas de microns (e.g. partículas de poeira do solo ou grãos de pólen) (Andrade Filho *et al.*, 2013).

Dentre os aerossóis, o material particulado (MP) é considerado um dos principais poluentes atmosféricos, em especial devido aos seus impactos na saúde humana. O MP consiste em mistura heterogênea de substâncias químicas que muda

no espaço e no tempo dependendo da fonte de emissão. O MP aerotransportado é classificado pelo diâmetro e inclui as categorias de partículas grossas, finas e ultrafinas. Partículas maiores que 10 μm não são consideradas prejudiciais às vias aéreas, pois são filtradas principalmente na região nasofaríngea. Partículas grossas (MP_{10}) incluem aquelas entre 2,5 e 10 μm de diâmetro, partículas finas ($\text{MP}_{2,5}$) são partículas menores que 2,5 μm de diâmetro e partículas ultrafinas incluem aquelas com menos de 0,1 μm de diâmetro (Donaldson *et al.*, 2001; Moreno-Ríos; Tejeda-Benítez; Bustillo-Lecompte, 2022). As partículas menores que 2,5 μm são mais investigadas já que estudos demonstraram que são mais tóxicas devido à sua penetração mais profunda nas vias aéreas do pulmão (De Leon; Thurston; Ito, 2003; Silveira *et al.*, 2022; Vilas Boas *et al.*, 2018).

A fumaça das queimadas possui MP fino, isto é, menores que 2,5 μm de diâmetro, possuem tempo de permanência considerável na atmosfera (em torno de duas semanas) (Artaxo Netto *et al.*, 2006) e podem ser transportadas por longas distâncias (Andreae *et al.*, 2001). Devido à essas características, o MP tem impacto regional que abrange grande área da América do Sul (Prins *et al.*, 1998). A concentração de MP inalável e gases traços, mensurados na Amazônia, apresenta forte sazonalidade, com concentrações máximas durante a estação seca nessa região (Freitas *et al.*, 2005). Durante a estação chuvosa, a concentração de massa de MP 10 é da ordem de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, com concentração de número de partículas de 300 partículas cm^{-3} , representando 80% da carga de particulados total da atmosfera. Em regiões muito afetadas pela queima de biomassa, em especial na época de seca, a concentração de MP sobe para cerca de 300 a 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e o $\text{MP}_{2,5}$ passa a predominar sobre o MP_{10} (Artaxo *et al.*, 2005). De fato, altas concentrações de MP ocorrem tipicamente entre julho e outubro (época de estiagem na Amazônia ocidental) e estão localizadas principalmente ao redor do arco do desmatamento nas partes sul e leste da bacia (Artaxo *et al.*, 2002).

Queimadas, Queima de Biomassa e Saúde Humana

No contexto Amazônico, a queima de biomassa representa uma das principais fontes de emissão de poluentes atmosféricos. A exposição humana à poluição atmosférica está relacionada a efeitos sistêmicos deletérios como a ativação de vias inflamatórias e estresse oxidativo (Pope, 2004), vasoconstrição arterial e alterações imunológicas (Nell *et al.*, 1998). Ademais, a poluição do ar da cidade causa efeitos

adversos à saúde, incluindo sintomas respiratórios e dano das mucosas, absenteísmo escolar, alterações respiratórias em crianças, agravamento da asma e doença pulmonar obstrutiva crônica, e aumento da mortalidade devido a doenças cardiovasculares (Oberdörster; Oberdörster; Oberdörster, 2005; Samphutthanont *et al.*, 2026; Wu *et al.*, 2022).

Entre os agravos gerado pela queima de biomassa está o aumento do adenocarcinoma de pulmão. Tem sido evidenciado uma relação direta entre queima de biomassa, picos de concentração de MP_{2,5} e carcinogênese pulmonar (Larsen; Colli; Silva, 2025). A nível celular, é possível verificar intenso estresse oxidativo significativo em células epiteliais pulmonares humanas após exposição aerossóis orgânicos secundários) provenientes de emissões típicas da queima de biomassa (Feng *et al.*, 2025).

Percepção de Risco Ambiental

A percepção de risco constitui conceito fundamental para compreender a relação entre poluição atmosférica e comunidade acadêmica. O risco ambiental não é percebido exclusivamente a partir de indicadores técnicos, sendo necessário incluir experiência cotidiana de cada indivíduo.

Viver no bioma amazônico representa estar em contato com a maior biodiversidade e floresta tropical do mundo. A área da floresta está distribuída em vários estados do país, correspondendo a cerca de 49,29% da área do Brasil. A chamada Amazônia Legal compreende a Amazônia Ocidental, composta pelos Estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima; e a Amazônia Oriental, composta pelos Estados do Pará, Maranhão, Amapá, Tocantins e Mato Grosso. Além do Brasil, este bioma está presente nos países Peru, Bolívia, Equador, Colômbia e Venezuela (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, [S.d.]).

Apesar de áreas extensas preservadas, a taxa de perda florestal é alta, principalmente na região do chamado arco do desmatamento. Entre as principais atividades humanas, destacam-se o desmatamento e as queimadas em larga escala de áreas de florestas (Neckel *et al.*, 2025). No contexto específico de Guajará-Mirim, essa problemática apresenta ainda uma dimensão transfronteiriça. Santana (2025), em estudo realizado na fronteira Brasil-Bolívia, identificou associação entre concentrações de MP_{2,5} e morbidade respiratória, indicando que a poluição atmosférica pode ultrapassar limites administrativos e territoriais (Santana, 2025). O

estudo utilizado como base desta pesquisa também identifica essa característica ao relacionar os níveis de material particulado aos efeitos respiratórios observados na região.

Para mitigar esses impactos, é crucial implementar protocolos de monitoramento da qualidade do ar, ações emergenciais e educação ambiental nas escolas, além de promover parcerias com órgãos públicos e envolver as comunidades locais. Oferecer um ambiente seguro, saudável e sustentável, minimizando os impactos da poluição do ar sobre os estudantes, professores e demais funcionários.

Metodologia

Esse estudo integra o projeto de pesquisa intitulado “Queima de biomassa na mesorregião amazônica Madeira-Guaporé: efeitos sobre a saúde humana” (CNPq n.º 421472/2023-5), desenvolvido em parceria com o Instituto Karolinska (Estocolmo, Suécia).

Coleta de Dados

Voluntários adultos, com idade entre 18 e 59 anos, foram recrutados por meio de anúncios em emissoras de rádio locais no município de Guajará-Mirim/RO, abordagens diretas em salas de aula e ambientes de trabalho do IFRO, *Campus* Guajará-Mirim, e divulgações em redes sociais. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) previamente aprovado.

Para avaliar a percepção dos participantes quanto ao impacto da poluição do ar em seu cotidiano, aplicou-se um questionário padronizado (Material Suplementar 1 — MS1). Os voluntários foram categorizados em dois grupos, de acordo com o vínculo com a instituição: estudantes e servidores. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRO (Parecer n.º 76978824.5.0000.5653).

Análises de Dados

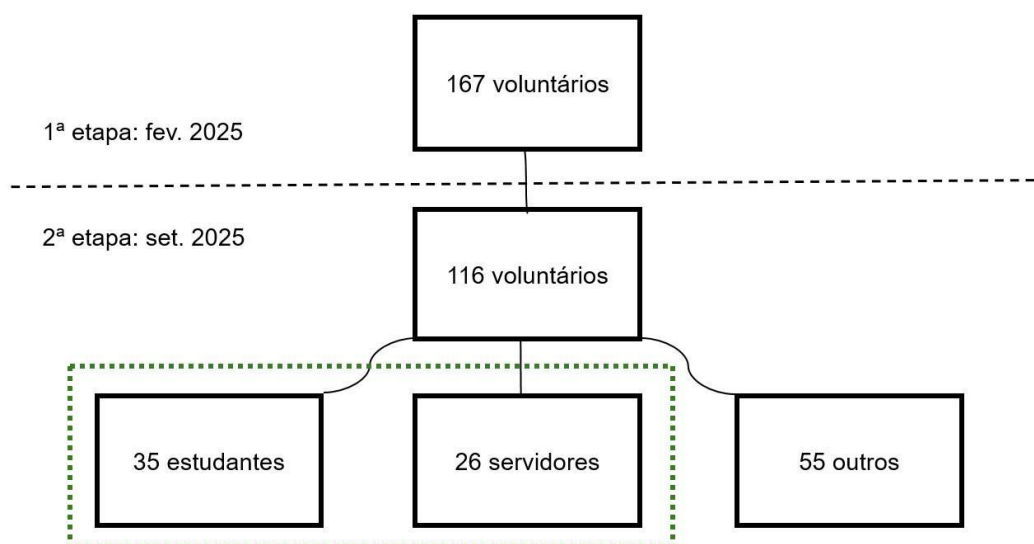
Os dados obtidos foram analisados no *software* GraphPad Prism, versão 11 (GraphPad Software, Boston, MA, EUA). As variáveis contínuas foram expressas como mediana, e as variáveis categóricas foram apresentadas como frequências relativas (%). Os resultados foram submetidos a uma análise exploratória, abordagem mista, a fim de evidenciar as principais características e particularidades da população estudada.

Resultados e Discussão

Estratificação de Voluntários

Entre fevereiro e setembro de 2025, 167 voluntários foram recrutados. Desse total, 116 responderam ao questionário padronizado (MS1). Após triagem inicial, selecionaram-se 61 participantes que atendiam aos critérios de inclusão para este estudo: ser docente, técnico-administrativo (servidor) ou discente do IFRO – Campus Guajará-Mirim (Figura 1). Entre os 61 voluntários incluídos na amostra final, 37,7% ($n = 23$) eram do sexo masculino e 62,3% ($n = 38$) do sexo feminino.

Figura 1. Fluxograma de etapas do estudo e a estratificação dos participantes de acordo com o critério de inclusão.

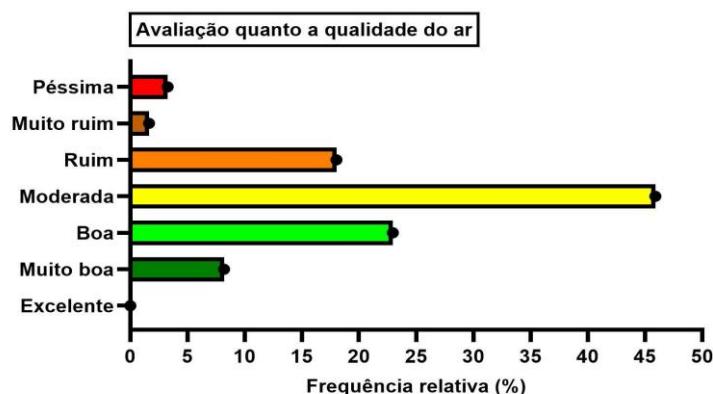


Fonte: Elaboração própria, 2026.

Percepção Quanto a Qualidade do Ar e Fontes Poluentes

A avaliação dos voluntários sobre a qualidade do ar no município de Guajará-Mirim no momento do preenchimento do questionário (setembro de 2025) revelou que a categoria mais frequente foi “moderada” (45,9%, $n=28$), seguida de “boa” (23%, $n=14$). As classificações “muito boa” e “excelente” totalizaram 8,2% ($n=5$) e 0%, respectivamente. Enquanto “ruim”, muito ruim e péssima representaram respectivamente 18,0% ($n=11$), 1,63% ($n=1$) e 3,27% ($n=2$) (Figura 2).

Figura 2. Avaliação dos voluntários quanto à qualidade do ar no município de Guajará-Mirim/RO.

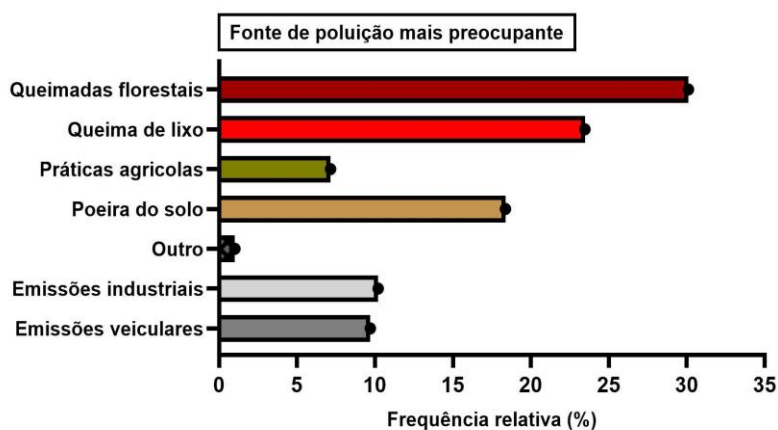


Fonte: Elaboração própria, 2026.

Esses dados indicam que, embora setembro de 2025 tenha apresentado condições atmosféricas relativamente favoráveis em Rondônia, com predomínio de qualidade do ar classificada como “Boa” em todo o estado, a percepção da comunidade acadêmica ainda é influenciada pelo histórico de exposição sazonal intensa a que a região foi submetida em anos anteriores, notadamente em 2024, quando Rondônia somou 100 dias de ar poluído.

Quanto às fontes de poluição consideradas mais preocupantes, as queimadas florestais lideraram as menções (30,1%, n=59), seguidas pela queima de lixo (23,5%, n=46) e poeira do solo (18,36%, n=36). As emissões industriais (10,2%, n=20), veiculares (9,7%, n=19) e práticas agrícolas (7,14%, n=14) foram menos citadas. Outras fontes de poluição foram mencionadas por dois entrevistados (1,02%) (Figura 3).

Figura 3. Fontes de poluição do ar mais preocupantes para o voluntário. Nota: havia opção de escolha de mais de uma opção.



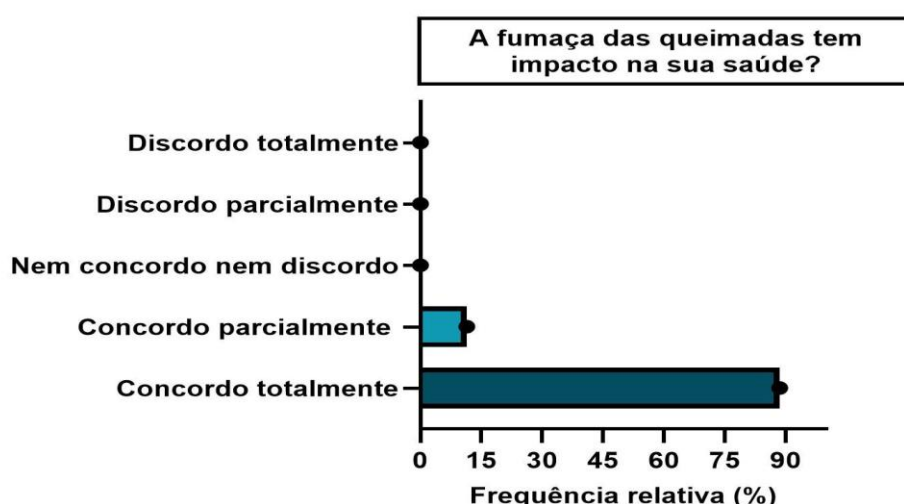
Fonte: Elaboração própria, 2026.

Esse padrão é consistente com o perfil de fontes poluidoras predominantes na região amazônica, onde a queima de biomassa, tanto florestal quanto de resíduos sólidos, constitui a principal contribuição para a carga de poluentes atmosféricos. A preocupação com queimadas florestais reflete a realidade local: o Parque Estadual de Guajará-Mirim sofreu incêndios criminosos significativos em 2024, com área queimada superior a 1.400 vezes a estimativa inicial.

Autoavaliação sobre Efeitos na Saúde e Vida Cotidiana

A autoavaliação do impacto da fumaça das queimadas na saúde dos voluntários demonstrou que 88,52% (n=54) concordam totalmente que a fumaça afeta sua saúde, e 11,48% (n=7) concordam parcialmente. As demais categorias avaliadas não foram votadas (Figura 4).

Figura 4. Autoavaliação do impacto da fumaça das queimadas na sua saúde do voluntário.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

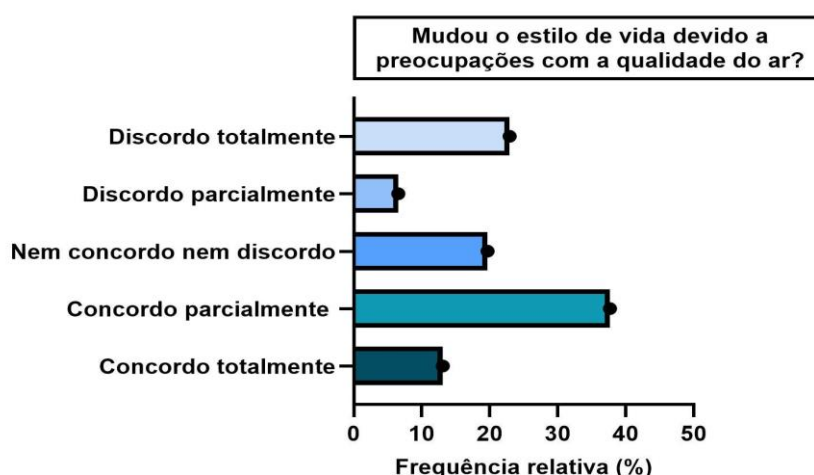
Esse resultado evidencia uma percepção de risco elevada e praticamente consensual entre os participantes. A literatura confirma que a exposição à fumaça de queimadas está associada ao aumento de sintomas respiratórios e à procura por serviços de saúde, especialmente entre grupos vulneráveis como crianças, idosos e portadores de doenças crônicas.

Estudo conduzido na fronteira Brasil-Bolívia demonstrou correlações positivas significativas entre os níveis de $MP_{2,5}$ e a morbidade respiratória em ambos os países, com incrementos no $MP_{2,5}$ brasileiro elevando o risco relativo de doenças respiratórias

na Bolívia em até 1,29 vezes, e o MP_{2,5} boliviano elevando o risco no Brasil em 1,37 vezes. Esse impacto transfronteiriço reforça a relevância de ações institucionais locais no contexto de Guajará-Mirim.

Quando questionados sobre mudanças no estilo de vida decorrentes de preocupações com a qualidade do ar, 37,7% (n=23) concordaram parcialmente e 13,11% (n=8) concordaram totalmente, totalizando mais da metade dos voluntários que relataram algum grau de alteração comportamental. Por outro lado, 22,95% (n=15) discordaram totalmente, 6,55% (n=4) discordaram parcialmente e 19,67% (n=12) se mantiveram neutros (Figura 5).

Figura 5. Autoavaliação sobre uma possível mudança de estilo de vida causada pela fumaça das queimadas. Nota: foi solicitado que o voluntário respondesse a questão levando em consideração o último mês no momento do preenchimento do questionário.

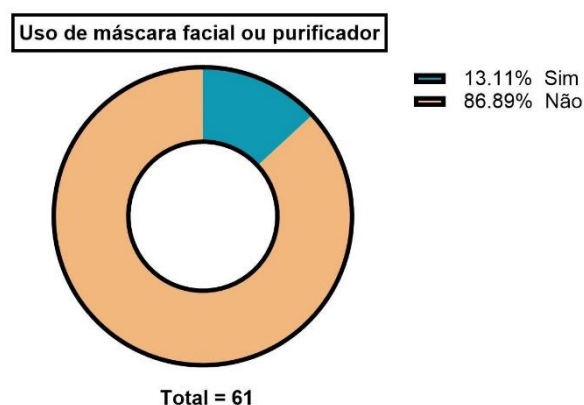


Fonte: Elaboração própria, 2026.

Uso de Proteção Individual

O uso de máscara facial ou purificador de ar foi relatado por apenas 13,11% (n=8) dos voluntários, enquanto 86,89% (n=53) não utilizam qualquer proteção individual (Figura 6). Esse dado revela uma lacuna importante nas práticas de proteção pessoal, especialmente considerando que o VIGIAR/AGEVISA recomenda expressamente o uso de máscaras N95, PFF2 ou P100 durante períodos de elevada concentração de material particulado.

Figura 6. Hábito de usar máscara facial ou purificador de ar para reduzir sua exposição à poluição do ar. Nota: foi solicitado que o voluntário respondesse a questão levando em consideração o último mês no momento do preenchimento do questionário.



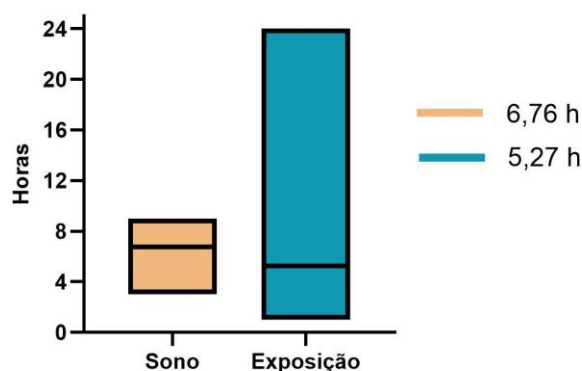
Fonte: Elaboração própria, 2026.

A baixa adesão a medidas de proteção individual sugere a necessidade de ações institucionais que não apenas informem sobre os riscos, mas também facilitem o acesso a equipamentos de proteção e promovam mudanças comportamentais sustentadas.

Padrão de Sono e Exposição a Ambientes Abertos

Os voluntários relataram, em média, 6,76 horas diárias de sono e 5,27 horas diárias de exposição em ambientes abertos a poluentes do ar (Figura 7). Considerando que a recomendação geral é de 7 a 9 horas de sono para adultos, os dados indicam uma privação leve a moderada, que pode ser agravada pela exposição à poluição atmosférica, uma vez que a fumaça pode comprometer a qualidade do sono por meio de irritação das vias aéreas e despertar noturno.

Figura 7. Quantidade de horas por dia, em média, de sono e de exposição em ambiente aberto a poluentes do ar.

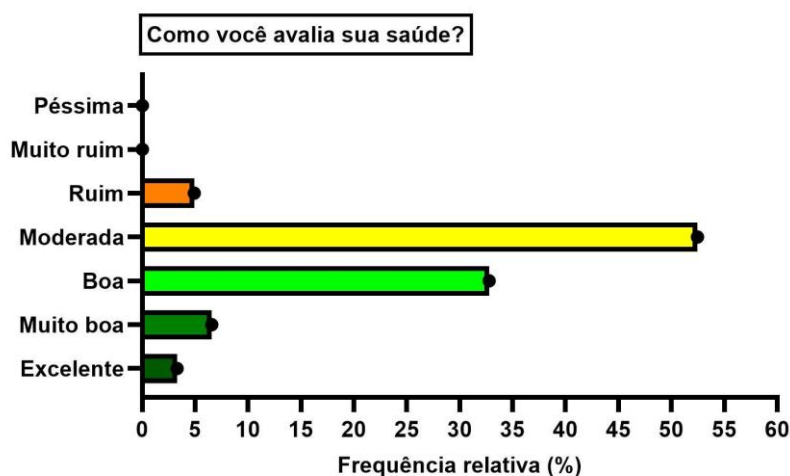


Fonte: Elaboração própria, 2026.

Dados de Saúde Pessoal Declarados pelos Voluntários

A avaliação geral de saúde autodeclarada mostrou que 52,5% (n=32) classificaram sua saúde como “moderada”, 32,8% como “boa” e 6,5% como “muito boa”. As categorias “ruim” e “excelente” representaram 4,92% (n=3) e 3,2% (n=2), respectivamente (Figura 8). As categorias muito ruim e péssima não foram votadas.

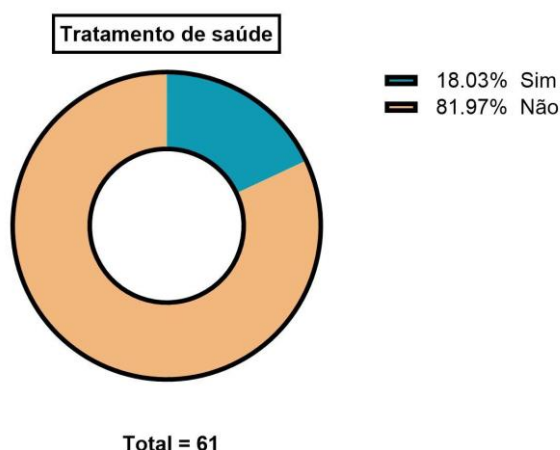
Figura 8. Avaliação geral de saúde autodeclarada do voluntário.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Sobre o tratamento de saúde, 18,03% (n=11) dos voluntários declararam estar em tratamento para alguma enfermidade, enquanto 81,97% (n=50) não estão (Figura 9).

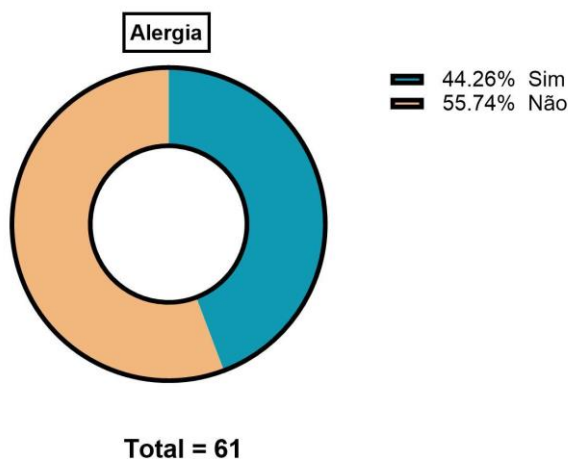
Figura 9. Autodeclaração sobre o tratamento ou não de alguma enfermidade que afeta a saúde do voluntário.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

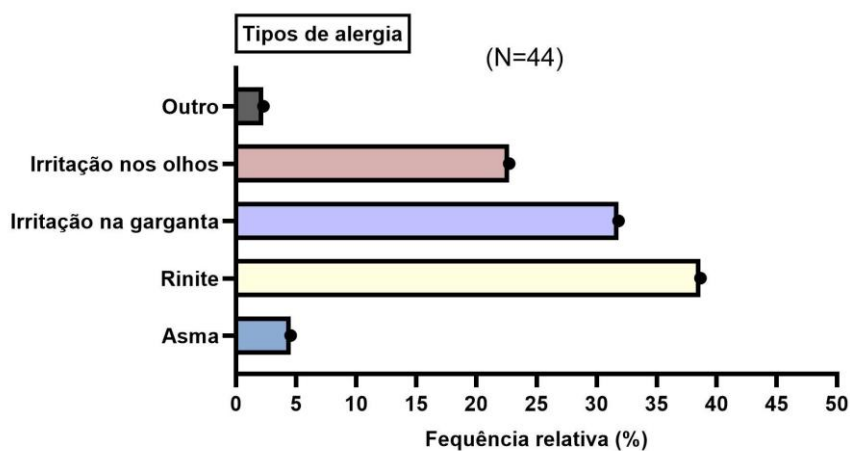
Quanto à presença de alergias, 44,26% (n=27) dos voluntários relataram algum tipo de alergia, enquanto 55,74% (n=34) não relataram (Figura 10). Entre os que apresentaram alergias (N=44), os tipos mais frequentes foram rinite (38,63%, n=17), irritação na garganta (31,81%, n=14), irritação nos olhos (22,72%, n=10) e asma (4,55%, n=2). Um (n=1, 2,3%) voluntário relatou outro tipo de alergia não mencionada nas opções anteriores (Figura 11).

Figura 10. Autodeclaração sobre a presença de alguma alergia. Nota: foi solicitado que o voluntário respondesse a questão levando em consideração as duas últimas semanas no momento do preenchimento do questionário.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

Figura 11. Autodeclaração sobre tipos de alergia apresentadas pelo voluntário. Nota: foi solicitado que o voluntário respondesse a questão levando em consideração as duas últimas semanas no momento do preenchimento do questionário.



Fonte: Elaboração própria, 2026.

A prevalência de sintomas alérgicos e irritativos nas vias respiratórias superiores é consistente com os efeitos documentados da exposição ao material particulado fino proveniente da queima de biomassa. A rinite, em particular, tem sido associada ao aumento da morbidade respiratória em populações expostas à fumaça de queimadas na Amazônia.

Proposta de Protocolo de Enfrentamento à Poluição do Ar no Campus Guajará-Mirim/IFRO

Com base nos resultados obtidos e nas recomendações do Programa Estadual de Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (VIGIAR), propõe-se o seguinte protocolo institucional:

Eixo 1 – Monitoramento e Alerta

- Estabelecer parceria com a Agência Estadual de Vigilância em Saúde (AGEVISA) para recebimento de boletins periódicos de qualidade do ar e focos de calor na região de Guajará-Mirim;
- Implementar sistema interno de comunicação de alerta aos servidores e estudantes quando a qualidade do ar atingir níveis classificados como “Ruim” ou superiores;
- Divulgar, nos canais oficiais do campus, as previsões de qualidade do ar disponibilizadas pelo VIGIAR.

Eixo 2 – Proteção Individual e Coletiva

- a) Disponibilizar máscaras N95, PFF2 ou P100 em pontos estratégicos do campus, especialmente em salas de aula, biblioteca e setores administrativos, durante períodos críticos de queimadas;
- b) Orientar a comunidade acadêmica sobre o uso correto de máscaras e a importância da hidratação adequada;
- c) Manter portas e janelas fechadas durante horários de maior concentração de partículas, conforme recomendação do VIGIAR.

Eixo 3 – Adaptação de Atividades

- a) Suspender ou transferir para ambientes fechados atividades físicas e ao ar livre quando a qualidade do ar for classificada como “Ruim” ou “Péssima”;
- b) Planejar atividades acadêmicas externas preferencialmente em horários de menor concentração de fumaça;
- c) Flexibilizar a frequência de servidores e estudantes com condições respiratórias pré-existent (asma, rinite, DPOC) durante períodos de crise.

Eixo 4 – Educação e Comunicação em Saúde

- a) Promover campanhas periódicas de conscientização sobre os riscos da poluição do ar e as medidas de proteção disponíveis;
- b) Incluir conteúdo sobre qualidade do ar e saúde respiratória em atividades de extensão e disciplinas transversais;
- c) Estimular a notificação de sintomas respiratórios e a busca precoce por atendimento médico.

Eixo 5 – Vigilância e Monitoramento Institucional

- a) Realizar levantamento periódico de sintomas respiratórios entre estudantes e servidores, especialmente nos meses de maior incidência de queimadas;
- b) Manter registro institucional de eventos adversos relacionados à poluição do ar para subsidiar ações futuras;
- c) Avaliar anualmente a efetividade do protocolo e promover os ajustes necessários;

- d) A seção de resultados e discussão deve apresentar os dados obtidos na pesquisa, acompanhados de sua análise e interpretação à luz do referencial teórico adotado;
- e) Recomenda-se que os resultados sejam expostos de maneira objetiva, podendo incluir tabelas, gráficos e outras formas de representação, quando pertinentes, seguidos de uma discussão crítica que evidencie as contribuições do estudo, suas implicações e possíveis limitações. É fundamental estabelecer relações entre os achados da pesquisa e os objetivos propostos, bem como com a literatura da área.

Conclusão

Este estudo evidenciou que a comunidade acadêmica do IFRO – *Campus* Guajará-Mirim percebe a poluição do ar como um risco significativo à saúde, com alta prevalência de sintomas respiratórios e baixa adesão a medidas de proteção individual. Apesar da redução histórica de focos de queimadas em Rondônia em 2025, quando o estado alcançou a maior redução percentual do país, com queda de 85,2%, a memória da exposição sazonal e a vulnerabilidade estrutural da região justificam a implementação de um protocolo institucional permanente de enfrentamento.

A proposta aqui apresentada configura um instrumento de gestão ambiental e de saúde pública aplicável ao contexto do campus, podendo ser adaptada a outras instituições de ensino na Amazônia. A integração entre monitoramento ambiental, comunicação de risco, proteção individual e educação em saúde representa uma abordagem abrangente e sustentável para a mitigação dos efeitos da poluição atmosférica sobre a comunidade acadêmica.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) – Processo nº 421472/2023-5, título do projeto “Queima de biomassa na mesorregião amazônica Madeira-Guaporé: efeitos sobre a saúde humana” e do Departamento de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação do IFRO, *Campus* Porto Velho **Calama**.

Referências

ANDRADE FILHO, Valdir Soares de *et al.* Aerossóis de queimadas e doenças respiratórias em crianças, Manaus, Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 2, 2013.

ANDREAE, M. O. *et al.* Transport of biomass burning smoke to the upper troposphere by deep convection in the equatorial region. **Geophysical Research Letters**, v. 28, n. 6, 2001.

ARTAXO NETTO, Paulo Eduardo *et al.* Efeitos climáticos de partículas de aerossóis biogênicos e emitidos em queimadas na Amazônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2006.

ARTAXO, Paulo *et al.* Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry seasons in Rondônia, Amazonia. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 107, n. 20, 2002.

ARTAXO, Paulo *et al.* Química atmosférica na Amazônia: a floresta e as emissões de queimadas controlando a composição da atmosfera amazônica. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 2, 2005.

DE LEON, Samantha F.; THURSTON, George D.; ITO, Kazuhiko. Contribution of respiratory disease to nonrespiratory mortality associations with air pollution. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 167, n. 8, 2003.

DONALDSON, K. *et al.* Ultrafine particles. **Occupational and Environmental Medicine**, 2001.

FENG, Jialiang *et al.* Secondary organic aerosol from biomass burning intermediates induced significant oxidative stress in human lung epithelial cells. **Atmospheric Environment: X**, v. 27, p. 100356, 1 ago. 2025.

FREITAS, Saulo R. *et al.* Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 53, 2005.

FUNDO AMAZÔNIA. **Projeto Rondônia Mais Verde**.

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA - VIGIAR. **Boletim Informativo**. Disponível em: <<https://www.rondonia.ro.gov.br/wp-content/uploads/2025/09/BOLETIM-INFORMATIVO-VigiAR-No-22.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2026.

GOVERNO DO ESTADO DE RONDÔNIA - VIGIAR. **Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Poluição Atmosférica - Boletim consolidado do ano 2025**. Disponível em: <<https://rondonia.ro.gov.br/wp-content/uploads/2026/02/Boletim-Informativo-VIGIAR-Consolidado-2025-1.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2026.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Amazônia**. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia>>. Acesso em: 26 set. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Programa Queimadas - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 27 set. 2026.

LARSEN, H.; COLLI, L. M.; SILVA, S. B. 2347P Biomass burning, PM2.5 extremes, and rising lung adenocarcinoma: An ecological data-driven analysis in Sao Paulo State, Brazil. **Annals of Oncology**, v. 36, p. S1197–S1198, 1 set. 2025.

MORENO-RÍOS, Andrea L.; TEJEDA-BENÍTEZ, Lesly P.; BUSTILLO-LECOMPTE, Ciro F. Sources, characteristics, toxicity, and control of ultrafine particles: An overview. **Geoscience Frontiers**, v. 13, n. 1, 2022.

NEPSTAD, D.; MOREIRA, A.; ALENCAR, A. **Floresta em Chamas - Origens, Impactos e Prevenção do Fogo na Amazônia**. [S.l.: S.n.].

OBERDÖRSTER, Günter; OBERDÖRSTER, Eva; OBERDÖRSTER, Jan. **Nanotoxicology: An emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles**. **Environmental Health Perspectives**, jul. 2005.

POPE, C. Arden. Air Pollution and Health — Good News and Bad. **New England Journal of Medicine**, v. 351, n. 11, 2004.

PRINS, Elaine M. *et al.* An overview of GOES-8 diurnal fire and smoke results for SCAR-B and 1995 fire season in South America. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 103, n. D24, 1998.

SAMPHUTTHANONT, Ratchaphon *et al.* A multi-platform validation of biomass burning emissions: Integrating ground, airborne, and satellite data to quantify regional haze health impacts in Thailand. **Environmental Pollution**, v. 405, p. 128576, 15 set. 2026.

SANTANA, Danila Pequena. **Influência do material particulado fino (PM2.5) em períodos de queimadas na fronteira Brasil-Bolívia: evidências de impacto transfronteiriço nas doenças respiratórias**. Doutorado—Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 16 out. 2025.

SCARAMBONI, Caroline *et al.* Particulate matter from a tropical city in southeast Brazil: Impact of biomass burning on polycyclic aromatic compounds levels, health risks, and in vitro toxicity. **Chemosphere**, v. 350, p. 141072, 1 fev. 2024.

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. Atmospheric Chemistry and Physics. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 5, n. 1, 2006.

SILVEIRA, André C. *et al.* Effects of air pollution exposure on inflammatory and endurance performance in recreationally trained cyclists adapted to traffic-related air pollution. **American Journal of Physiology - Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 322, n. 6, 2022.

SODRÉ, Giordani Rafael Conceição. **Fogo e queimadas: histórico, risco e calendário meteorológico na Amazônia Oriental**. Belém/PA: Universidade Federal do Pará, 2019.

SODRÉ, Giordani Rafael Conceição; SOUZA, Everaldo Barreiros; MORAES, Bergson Cavalcanti. Queimadas na Amazônia: uma análise das pesquisas desenvolvidas nos últimos 25 anos (1993-2017). **Revista de Geografia**, v. 38, n. 1, 2021.

THE WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease**. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1>. Acesso em: 26 set. 2026.

UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO BRASIL. **Parque Estadual de Guajará-Mirim**. Disponível em: <<https://uc.socioambiental.org/arp/830#caracteristicas>>. Acesso em: 26 set. 2026.

VILAS BOAS, Daniel Siquieroli *et al.* Workers of São Paulo city, Brazil, exposed to air pollution: Assessment of genotoxicity. **Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 834, 2018.

WU, Jian *et al.* The toxicity emissions and spatialized health risks of heavy metals in PM_{2.5} from biomass fuels burning. **Atmospheric Environment**, v. 284, p. 119178, 1 set. 2022.



Esta obra está licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição - Não Comercial 4.0 Internacional