



**Crise ambiental e saúde pública: os efeitos dos focos de calor em Rio Branco, Acre**

PADILHA, Jesus<sup>1</sup>; Costa, Matheus Nathaniel Soares da<sup>2</sup>; DE MELO, José Luíz Monteiro Benício<sup>3</sup>; BRAGA, Dan Gustavo Feitosa<sup>4</sup>; ORTEGA, Givanildo Pereira<sup>5</sup>; DELGADO, Rafael Coll<sup>6</sup>;

<sup>1</sup>Universidade Federal do Acre, [jesus.padilha@sou.ufac.br](mailto:jesus.padilha@sou.ufac.br); <sup>2</sup>Universidade Federal do Acre, [matheus.nathaniel@sou.ufac.br](mailto:matheus.nathaniel@sou.ufac.br); <sup>3</sup>Universidade Federal do Acre,

[jose.monteiro@sou.ufac.br](mailto:jose.monteiro@sou.ufac.br); <sup>4</sup>Universidade Federal do Acre, [dan.braga@sou.ufac.br](mailto:dan.braga@sou.ufac.br);

<sup>5</sup>Universidade Federal do Acre, [givanildo.ortaga@ufac.br](mailto:givanildo.ortaga@ufac.br); <sup>6</sup>Universidade Federal do Acre, [rafael.delgado@ufac.br](mailto:rafael.delgado@ufac.br).

**RESUMO EXPANDIDO**

**Eixo Temático: Meio Ambiente e Conservação da natureza**

**Resumo**

Este estudo teve como objetivo avaliar focos de calor por uso da terra no município de Rio Branco e como eles, em conjunto com variáveis meteorológicas, influenciam as internações hospitalares por doenças respiratórias (RD) e cardiovasculares (CD) na área. Para tanto, foram utilizados dados de focos de calor (FF) do BDQueimadas e dados meteorológicos do BR-DWGD. A análise se deu por uma matriz de correlação de Spearman. Observou-se que os FF apresentaram correlação positiva com as internações por CD (0,16) e negativa com RD (-0,07). Além disso, constatou-se que a categoria de uso da terra "Floresta" apresentou o maior número de FF, cerca de 14.890, ocorrendo com maior frequência durante a estação seca, indicando que as áreas florestais do município são vulneráveis. De forma geral, a maior ocorrência de FF no município de Rio Branco, impulsionada pela redução das áreas florestais, contribui para a piora da qualidade de vida da população.

**Palavras-chave:** Meio ambiente; Saúde coletiva; Poluição atmosférica; Cobertura florestal.

**Keywords:** Environment; Collective health; Air pollution; Forest cover.

**Introdução**

Nas últimas décadas, a floresta amazônica tem sido submetida a um aumento significativo nas taxas de desmatamento em todo o seu território. Entre os principais fatores responsáveis por esse processo está a intensificação da ocorrência de incêndios, que têm impacto direto na redução da cobertura florestal nativa e afetam processos essenciais como os ciclos hidrológico e de carbono (Gatti et al., 2021).

Nesse contexto, dependendo do tipo de cobertura e uso da terra e condições meteorológicas, podem ser criados ambientes propícios a incêndios florestais, expondo as populações locais a uma qualidade do ar perigosa devido à alta concentração de partículas de fumaça prejudiciais à saúde (Cascio, 2018; Junior et al., 2022).

Os poucos estudos que correlacionam doenças e hospitalizações causadas por incêndios na Amazônia inferem uma forte influência destes últimos no aumento das internações hospitalares por doenças resultantes da exposição a partículas de fumaça (Smith et al., 2014).

Considerando o aumento dos incêndios em toda a Amazônia, seus efeitos para a



## VI SEMANA ACADEMICA DE AGRONOMIA

### VII SEMANA FLORESTAL

02 a 05 de Dezembro de 2025

saúde da população e a falta de investimento em estudos e pesquisas, este estudo visou analisar focos de calor, em uma série de 2001 a 2024, em um município da Amazônia Ocidental (Rio Branco, Acre), e correlacionou este último com internações hospitalares por doenças respiratórias e cardiovasculares, em conjunto de variáveis meteorológicas.

#### Metodologia

A área de estudo corresponde ao município de Rio Branco, Acre, localizado na região norte do Brasil. De acordo com o último censo nacional, o município possui uma área territorial de 8.834,83 km<sup>2</sup>, com uma população de 364.756 habitantes. Este município localiza-se em uma zona climática de tropical de monções (Am), de acordo com a classificação de Köppen, caracterizada por altas temperaturas, níveis significativos de chuva e alta umidade relativa ao longo do ano (Alvares et al., 2013; IBGE, 2025).

Dados de focos de calor (FF) foram obtidos de todos os satélites da plataforma [BDQueimadas](#), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para o município de Rio Branco, abrangendo o período de 2001 a 2024, em formato de planilha (.csv). Essas planilhas foram convertidas em arquivos shapefile (.shp) usando o software QGIS versão 3.28.9. Após a conversão, os dados foram organizados utilizando o LibreOffice Calc, versão 24.2.7.2.

Posteriormente, o QGIS foi utilizado para extrair os focos por uso da terra, e a contagem dos FF foi realizada no software R, versão 4.3.3., através da biblioteca “ggplot2”, com a confecção de um gráfico para a análise da distribuição mensal do FF por uso na terra para toda a faixa temporal dos focos.

Dados meteorológicos diários sobre umidade relativa do ar (UR; %), chuva (mm) e velocidade do vento a 2 metros (U2; m s<sup>-1</sup>) foram obtidos do conjunto de dados [Brazilian Daily Weather Gridded Data \(BR-DWGD\)](#) no formato NetCDF (.nc), com resolução espacial de 11 km (0,1° x 0,1°), cobrindo o período de 1° de janeiro de 2008 a 20 de março de 2024. Esses dados foram validados em relação a estações meteorológicas em todo o território brasileiro (Xavier et al., 2022).

Posteriormente, no software R, os dados foram extraídos para o município de Rio Branco usando as bibliotecas “sp”, “raster” e “ncdf4”. Para completar o período temporal deste estudo, foram obtidos dados meteorológicos de 21 de março a 31 de dezembro de 2024 da estação A104 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A104>), localizada nas coordenadas 9°57'33.1"S 67°52'08.3"W.

A classificação de uso da terra para todo o município de Rio Branco, Acre foi obtida em formato shapefile (.shp) do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponível em: [Cobertura e Uso da Terra do Brasil na escala 1:250 000](#), na escala 1:250.000. Estas foram agrupadas e obtiveram-se 3 classificações de uso para este estudo: Floresta, Fazendas e cidade.

Os dados mensais de internações hospitalares especificamente para doenças dos sistemas cardiovascular (CD) e respiratório (RD) foram baixados do Departamento de



## VI SEMANA ACADEMICA DE AGRONOMIA

### VII SEMANA FLORESTAL

02 a 05 de Dezembro de 2025

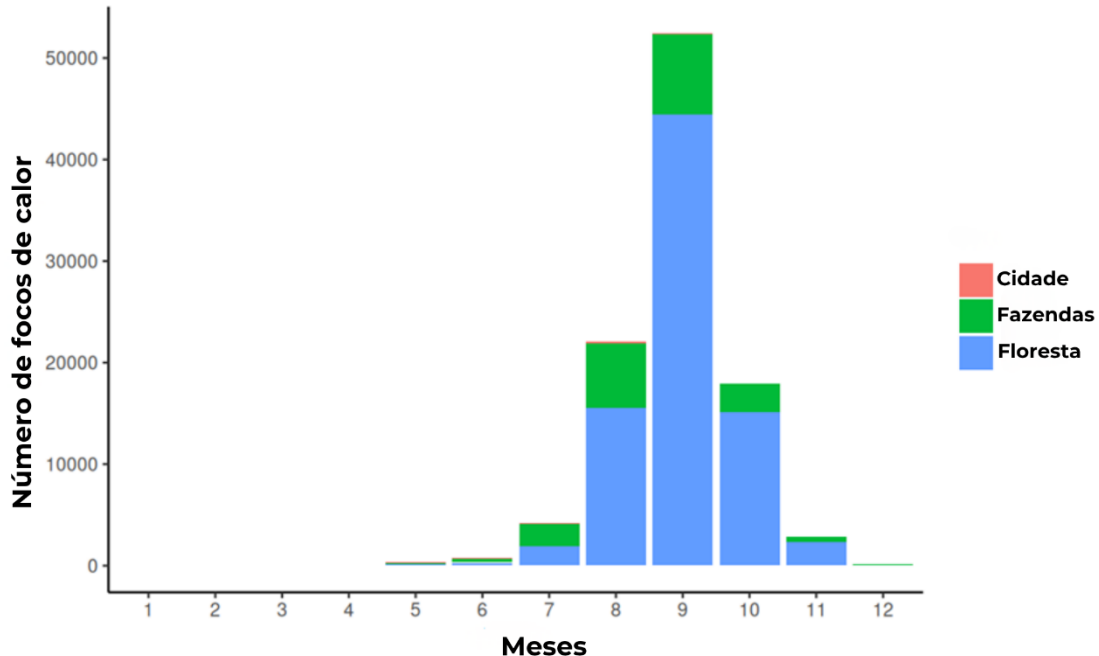
Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) ([Informações de Saúde \(TABNET\) – DATASUS](#)). A variável selecionada foi “ano e mês de atendimento”, que corresponde à data de internação do paciente na unidade hospitalar, abrangendo o período de janeiro de 2008 a dezembro de 2024.

Foi gerada uma matriz de correlação pelo método não paramétrico de Spearman no software R, utilizando a biblioteca “corrplot”. Esta análise incluiu FF, variáveis meteorológicas, com a UR (%) calculada às 13h, e internações hospitalares por RD e CD, com dados em escala mensal de janeiro de 2008 a dezembro de 2024.

### Resultados e Discussão

A análise dos FF indicam que os meses de agosto, novembro e outubro apresentam o maior número em todo o município de Rio Branco (Figura 1). O ano de 2022 registrou o maior número de ocorrências no município, enquanto 2011 teve o menor. Para os usos Floresta e Fazendas, o maior número de FF foi registrado em 2022, com 14.890 e 2.016 ocorrências, respectivamente. Em contrapartida, os menores valores para ambas as categorias foram observadas em 2011, com 97 (Floresta) e 103 (Fazendas).

Em relação ao uso cidade, a maior ocorrência de focos foi registrada em 2021 (97), enquanto em 2001 não houve ocorrências registradas (0). Portanto, observa-se que houve um aumento substancial na incidência de FF em todos os tipos de uso da terra nos últimos anos.



**Figura 1.** Distribuição mensal dos focos de calor no município de Rio Branco, Acre, de 2001 a 2024, categorizados por uso da terra: Floresta, Fazendas e Cidade.

Entre 2008 e 2024, foram registradas 30.241 internações hospitalares por CD no município de Rio Branco, com média de 1.779 internações por ano. Para RD, foram observadas 26.683 internações, com média de 1.569 internações por ano. Nos últimos três anos analisados, a média de internações por CD subiu para 2.473 por ano, representando um aumento de 39% em comparação com a média geral. No mesmo



## VI SEMANA ACADEMICA DE AGRONOMIA

### VII SEMANA FLORESTAL

02 a 05 de Dezembro de 2025

período, as internações por RD tiveram média de 1.921 por ano, o que representa um aumento de 22,36% em relação à média histórica.

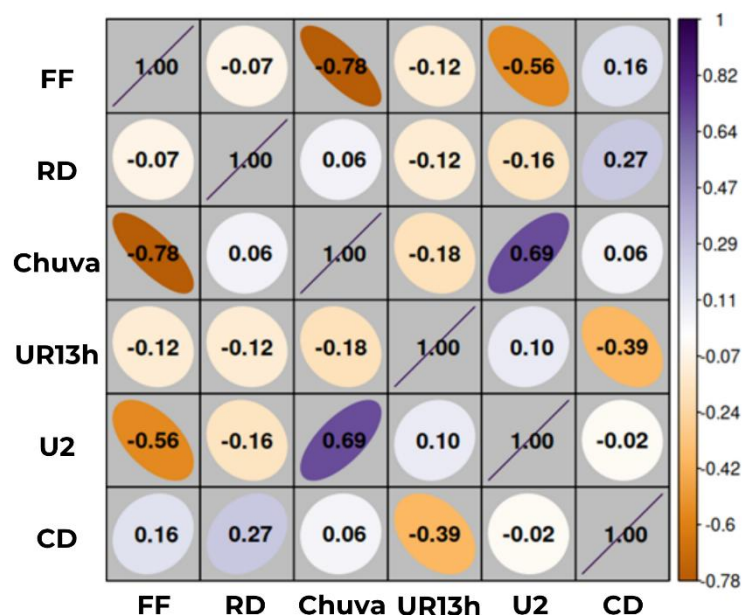
Em 2023, as CD atingiram um recorde histórico com 2.718 internações, 52,79% acima da média do estudo (2008–2024). Para a RD, o ano com o maior número de internações hospitalares também foi 2023, com um pico de 2.245 casos registrados. Ao analisar os dados mensais em toda a série, as hospitalizações por CD atingiram pico em abril, um mês de transição entre as estações chuvosa e seca da Amazônia.

Para a RD, o maior número ocorreu em junho, o que corresponde à estação seca no município. Para ambas as categorias de doenças no ano de 2023, os meses com as maiores taxas de hospitalização ocorreram durante a estação seca. As hospitalizações por CD atingiram o pico em julho e agosto, enquanto as hospitalizações por RD foram mais altas em junho e julho.

Ao analisar a matriz de correlação (Figura 2), observa-se que os FF apresentam correlação negativa com as hospitalizações por RD, com um coeficiente de correlação de -0,07. Isso sugere que os FF não têm impacto direto nos casos de RD. No entanto as internações por RD parecem estar mais associadas com a diminuição da UR13h, (-0,12).

Por outro lado, os FF apresentam correlação positiva com as hospitalizações por CD, com um coeficiente de correlação de 0,16, indicando uma contribuição direta dos FF para o aumento das internações CD, além de uma alta relação com a diminuição da UR13h (-0,39).

Da mesma forma, os FF apresentam correlação negativa com a chuva (-0,78), a UR às 13 horas (UR13h) (-0,12) e o U2 (-0,56). A relação negativa entre os FF e as variáveis meteorológicas sugere sua capacidade de reduzir a ocorrência de incêndios.



**Figura 2.** Matriz de correlação de Spearman utilizando dados mensais de 2008 a 2024 para focos de calor (FF), hospitalizações por doenças respiratórias (RD), doenças cardiovasculares (CD), e variáveis meteorológicas.



## VI SEMANA ACADEMICA DE AGRONOMIA

### VII SEMANA FLORESTAL

02 a 05 de Dezembro de 2025

Neste estudo, observou-se um aumento acentuado nas internações hospitalares por CD nos últimos três anos (2022, 2023 e 2024). Esse aumento é explicado pelo crescente desmatamento e incêndios florestais não apenas em Rio Branco, Acre, mas em toda a floresta amazônica. Por exemplo, como apontado neste estudo e corroborado por um estudo anterior (Melo et al., 2024), o ano de 2022 registrou o maior número de FF no município de Rio Branco. Dada a correlação positiva demonstrada entre FF e CD, isso poderia ser considerado um dos fatores que indicam o início do aumento das hospitalizações desta comorbidade.

Em 2023 e 2024, o aumento nas internações por CD pode estar associado ao crescente número de incêndios florestais, especialmente aqueles concentrados em áreas florestais. Em 2024, foram observadas grandes plumas de fumaça que, devido às massas de ar e aos padrões de vento, transportaram poluentes atmosféricos que impactam diretamente a saúde pública (Mataveli et al., 2024; Tadano et al., 2024). Conforme demonstrado por Chen et al. (2021) existe uma associação direta entre poluentes emitidos por incêndios florestais e efeitos cardiovasculares adversos, particularmente entre populações mais vulneráveis, como crianças e idosos.

Na Califórnia (EUA), devido ao aumento da frequência e intensidade dos incêndios florestais, Heaney et al. (2022) encontraram uma associação positiva entre níveis elevados de partículas  $PM_{2,5}$  causadas por incêndios florestais e o aumento de relatos de doenças respiratórias e crises de asma. Os mesmos autores também observaram que, em dias com alta concentração de fumaça e aumento de  $5^{\circ}C$  na temperatura do ar, houve um maior número de visitas hospitalares por condições cardiovasculares, indicando que dias mais quentes e mais poluídos representam maiores riscos para doenças cardiovasculares.

Neste estudo, embora nenhuma relação positiva tenha sido identificada entre FF e RD, a tendência crescente de RD nos últimos anos pode ser atribuída ao aumento dos níveis de poluentes atmosféricos  $PM_{2,5}$  e à diminuição da umidade relativa do ar, também influenciados pelos incêndios florestais (Ignotti et al., 2010).

### Conclusões

O estudo conclui que a categoria de uso da terra com o maior número de FF foi a Floresta, indicando que as áreas florestais são altamente vulneráveis a incêndios florestais. A perda dessas áreas florestais leva a mudanças nas variáveis meteorológicas, aumentando a poluição em áreas urbanas. Assim, o aumento dos FF no município de Rio Branco tem consequências negativas para a saúde pública urbana, particularmente contribuindo para o aumento das internações por CD. Em contrapartida, as internações por RD parecem ser influenciadas pela umidade relativa do ar.

A análise mostra que os FF estão aumentando a vulnerabilidade da população urbana a CD, especialmente durante a estação seca. De modo geral, a qualidade de vida no

---



## VI SEMANA ACADEMICA DE AGRONOMIA

### VII SEMANA FLORESTAL

02 a 05 de Dezembro de 2025

município de Rio Branco está sendo afetada negativamente pelo aumento da ocorrência de FF, que são impulsionados principalmente por mudanças no uso da terra.

#### Referências bibliográficas

ALVARES, Clayton. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 6, p. 711-728, 2013.

CASCIO, Wayne E. Wildland fire smoke and human health. **Science of the total environment**, v. 624, p. 586-595, 2018.

CHEN, Hao et al. Cardiovascular health impacts of wildfire smoke exposure. **Particle and fibre toxicology**, v. 18, n. 1, p. 2, 2021.

GATTI, Luciana V. et al. Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. **Nature**, v. 595, n. 7867, p. 388-393, 2021.

HEANEY, Alexandra et al. Impacts of fine particulate matter from wildfire smoke on respiratory and cardiovascular health in California. **GeoHealth**, v. 6, n. 6, p. e2021GH000578, 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**: Rio Branco, AC. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>. Acesso em: 8 nov. 2025.

IGNOTTI, Eliane et al. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 26, p. 747-761, 2010.

JUNIOR, Carlos A. S. et al. Fires drive long-term environmental degradation in the Amazon Basin. **Remote Sensing**, v. 14, n. 2, p. 338, 2022.

MATAVELI, Guilherme et al. Deforestation falls but rise of wildfires continues degrading Brazilian Amazon forests. **Global change biology**, v. 30, n. 2, p. e17202, 2024.

MELO, Kenedy. D. S. et al. The Consequences of Climate Change in the Brazilian Western Amazon: A New Proposal for a Fire Risk Model in Rio Branco, Acre. **Forests**, v. 15, n. 1, p. 211, 2024.

SMITH, Lauren T. et al. Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon. **Scientific reports**, v. 4, n. 1, p. 3726, 2014.

TADANO, Yara. S. et al. Predicting health impacts of wildfire smoke in Amazonas basin, Brazil. **Chemosphere**, v. 367, p. 143688, 2024.

XAVIER, Alexandre. C. et al. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). **International Journal of Climatology**, v. 42, n. 16, p. 8390-8404, 2022.