



## **Impactos da Poluição das Queimadas à Saúde Humana: Internações por Doenças Respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 e 2018**

*Leandro Bomfim Silva, Debora Fernandes de Souza Mendes, Rosália Maria Passos da Silva*

**Resumo:** A queimada de biomassa florestal se caracteriza como um dos principais contribuintes por emissões significativas de partículas de aerossóis para a atmosfera que, por sua vez, exercem efeitos diretos e indiretos no clima e funcionamento do ecossistema amazônico. Como consequência, tem-se considerável aumento de riscos para a saúde e para o meio ambiente. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi relacionar a distribuição dos focos de queimada com as internações por doenças respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 e 2018. Utilizou-se o método empírico analítico observacional ecológico. A pesquisa demonstra que não existe relação entre o incremento das queimadas e o aumento do número de internações por doenças respiratórias nas regiões imediatas do Estado de Rondônia.

**Palavras-chave:** Queimada, Doença respiratória, Poluição do ar, internações.

## **Impacts of Fire Pollution to Human Health: Hospitalizations for Respiratory Diseases in the State of Rondônia Between 2009 and 2018**

**Abstract:** Forest biomass burning is a major contributor to significant emissions of aerosol particles into the atmosphere that have direct and indirect effects on the climate and functioning of the Amazon ecosystem. This represents a considerable increase in health and environmental risks. The objective of this study is to relate the distribution of the burn outbreaks with the hospitalizations for respiratory diseases in the state of Rondônia between 2009 and 2018. This is an empirical study and the method used was the ecological observational analytical. Research shows that there is no relationship between the increased rates of rainforest wildfires and the raise r of hospitalizations for respiratory diseases.

**Keyword:** Wildfire, Respiratory disease, Air pollution, Hospitalizations

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Administração Pública na Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Bacharel em Administração pelas Faculdades Santo Agostinho em Montes Claros. E-mail: leandrolic@gmail.com;

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Administração Pública na Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Bacharel em Direito pela Universidade Federal da Paraíba. Procuradora Federal – AGU. E-mail: deboramendes\_@hotmail.com;

<sup>3</sup> Doutora em Administração pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Instituição: Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). E-mail: rosaliapassos@unir.br.

## Introdução

Os efeitos nocivos de material particulado, oriundo de poluição atmosférica da queima de biomassa, têm sido estudados em todo mundo. Estudos como Carmo *et al.* (2010), Wang *et al.* (2014), Lemos Rocha (2016) e Ribeiro; Assunção (2002), mostram os impactos gerados pelas queimadas na saúde humana. Para Andrade Filho (2013), as queimadas são responsáveis pelas emissões das altas concentrações de partículas de aerossóis na atmosfera e exercem efeitos negativos diretos e indiretos no clima, como a supressão de precipitação e modificar o funcionamento do ecossistema amazônico. A saúde da população é afetada de forma significativa em decorrência das transformações do meio ambiente devido às queimadas, principalmente na região do “arco do desmatamento” que delimita uma região composta por municípios em que a destruição da biodiversidade se concentra historicamente. É um território que vai do oeste do Maranhão e sul do Pará em direção a oeste, passando por Mato Grosso, Rondônia e Acre.

Nesse sentido, Silva *et al.* (2013) afirma que o Brasil contribui com uma parte significativa na dispersão de poluentes atmosféricos globais, principalmente os provenientes da queima de biomassa, sendo o ecossistema da região amazônica a região mais crítica do país. Os incêndios florestais, segundo Fowler (2003), produzem fumaça de biomassa contendo uma variedade de poluentes e material particulado. Sob algumas condições e em certas concentrações, a fumaça da biomassa pode afetar adversamente a saúde humana.

Outrossim, pesquisa realizada por Radojevic; Hassan (1999), em Brunei Darussalam, localizado na ilha de Bornéu, mostra que os efeitos das queimadas incluem [...] um aumento da incidência de doenças [...] notadamente: infecções do trato respiratório superior, asma, conjuntivite, bronquite, irritação ocular e garganta, tosse, falta de ar, nariz entupido e corrimento, erupções cutâneas e distúrbios cardiovasculares.

O período de maior número de focos das queimadas na Amazônia, para Rodrigues; Ignotti; Hacon (2013) é no períodos de seca, entre os meses de junho a outubro, quando uma camada de fumaça provinda da queima de biomassa se dispersa sobre a Amazônia brasileira, cobrindo essencialmente as macrorregiões Centro-Oeste e Norte do país. Para Andrade Filho (2013), a população da região Amazônia é exposta a partículas fina oriundas de forma diferente das populações de ambientes urbanos em que a poluição atmosférica é caracterizada por exposição crônica, enquanto que a exposição aos poluentes das queimadas na Amazônia

representam exposição de elevada magnitude à saúde das pessoas, durante o período da seca com tempo médio anual de três a cinco meses.

Para Machado Silva (2020), a identificação dos impactos do fogo na saúde humana é crucial para projetar caminhos de adaptação para regiões vulneráveis em cenários de mudança climática e mudança ambiental. Qualquer tentativa de caracterizar e estimar os impactos das secas e os incêndios de vegetação na saúde humana pressupõe a compreensão dos padrões espaciais e temporais de incêndio e padrões, climáticos e extremos, associados.

Nesse sentido, conforme apontado por Gonçalves; Castro; Hacon (2012), a extensão espacial e regiões de larga escala, como a da ocorrência de queimadas florestais da região Amazônica, faz com que o sensoriamento remoto por satélites seja a opção mais viável na forma de prevenção e controle destes eventos. Representa, dessa forma, uma ferramenta de informações para a assimilação da prática do uso da terra, do desmatamento, da ocorrência de eventos de incêndio e sobre a extensão da área queimada, assim como seus efeitos sociais e ecológicos, além do controle dos custos de combate e redução dos danos.

Nesse contexto, esta pesquisa adotará o Estado de Rondônia como foco de estudo. Essa região retrata um importante marco da colonização na Amazônia brasileira. Seu cenário, conforme Rodrigues; Ignotti; Hacon (2013), de expansão sociodemográfica, muito semelhante ao de outras áreas da Amazônia, cujo fio condutor das atividades de ocupação estava sob incentivo fiscal do governo brasileiro e impulsionou o fluxo migratório para a região. Ademais, Rondônia encontra-se em crescente expansão populacional e econômica de atividade primárias, devido, principalmente, aos grandes empreendimentos relativos uso do solo, como, por exemplo, exploração da pecuária, madeira e agricultura.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é relacionar a distribuição dos focos de queimada com as internações por doenças respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 a 2018. Como objetivos específicos do estudo tem-se: Estudar a distribuição das taxas de internações por doenças respiratórias de 2009-2018; identificar os focos de queimadas no espaço temporal de 2009 a 2018.

Espera-se que os resultados aqui apresentados possam contribuir para um melhor entendimento do impacto da poluição atmosférica, decorrente das queimadas da floresta amazônica, na saúde das pessoas, residentes no estado de Rondônia.

## Referencial Teórico

Na queima de biomassa são emitidos vários poluentes clássicos, Ribeiro; Assunção (2002) cita, como exemplo, o óxido nítrico, o monóxido de carbono, hidrocarbonetos e material particulado, além de diversas outras substâncias altamente tóxicas. O efeito agudo à saúde da população em geral fica restrito àquelas pessoas mais próximas à área da queimada, em especial as que estejam atuando no seu combate. O efeito pode ir de intoxicação até a morte por asfixia, decorrente da redução da concentração de oxigênio em níveis críticos e pela elevação no nível de monóxido de carbono, o qual compete com o oxigênio na sua ligação com a hemoglobina.

Um dos componentes sólidos presentes na fumaça, segundo Malilay (1999), é o material particulado, que no tamanho respirável apresenta riscos para a saúde humana. A massa desse material particulado é categorizada em dois modos: partículas finas, com diâmetro médio de massa de 0,3 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ), e partículas grossas, com diâmetro médio de massa superior a 10  $\mu\text{m}$ . Mesmo em baixas concentrações, as partículas finas causam alterações nos pulmões levando a aumentos na mortalidade respiratória e cardiovascular, incluindo asma. Partículas finas podem atingir os alvéolos e, se não suficientemente limpa nos pulmões e em grandes concentrações, podem entrar na corrente sanguínea ou permanecer no pulmão, resultando em doença pulmonar crônica, a exemplo do enfisema.

Santos *et al* (2017) ressaltam que os altos índices de material particulado incorporados na atmosfera amazônica são oriundos da queima de vegetação durante a estação seca e das variações sazonais de precipitação. A diminuição nas taxas de deposição de aerossóis durante a estação seca é capaz de expandir o material particulado para outras regiões e se mostra como um fator preponderante para a mudança nas propriedades atmosféricas na região amazônica. Para Silva *et al* (2013), essa poluição do ar resultante da queima de biomassa ocorre de maneira diferente da dos centros urbanos. Nesses centros, é caracterizada por longos períodos de exposição e baixos níveis de poluentes, enquanto a queima de biomassa é caracterizada principalmente por ter estações bem definidas e altos níveis de material particulado fino (SILVA *et al.*, 2013).

A intensidade do fogo é outro fator variável que influencia a composição da fumaça de biomassa. Estudo de Fowler, (2003) demonstra que, em incêndios de maior intensidade, as principais emissões são o dióxido de carbono e a água. Porém, o maior problema das queimadas está nos incêndios de menor intensidade, caracterizados por combustão incompleta. Nesses incêndios são produzidos maiores volumes de gases nocivos, incluindo óxidos de enxofre,

hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos poli nucleares aromáticos, monóxido de carbono, aldeídos e radicais livres.

Os principais efeitos adversos à saúde humana da poluição atmosférica, para Ribeiro; Assunção (2002), são: problemas pulmonares, gastrointestinais, dermatológicos, cardiovasculares e oftálmicos, além de alguns tipos de neoplasias. Efeitos sobre o sistema nervoso também podem ocorrer em decorrência de envenenamento por monóxido de carbono após exposição a níveis de monóxido de carbono causando concentrações tóxicas no sangue humano. Além disso, efeitos indiretos podem ser apontados em decorrência de alterações climáticas provocadas pela poluição do ar. Ademais, o aumento na temperatura do ar tem impactos na distribuição da flora e da fauna e, conseqüentemente, influencia a distribuição de doenças transmitidas por vetores.

Ribeiro; Assunção (2002), Smith *et al.* (2014) e Machado Silva (2020) contextualizam que a maioria das doenças decorrentes da exposição à fumaça de queimadas têm fatores etiológicos múltiplos e a tarefa de avaliar os efeitos à saúde humana da poluição do ar não é fácil e não há base científica consolidada que possa quantificar todos os seus riscos. Os principais danos à saúde, na base científica, incluem doenças cardiopulmonares, morte prematura e outras doenças, que, direta ou indiretamente, impactam os programas de saúde pública. Assim, a influência de incêndios e secas na saúde humana pode ser estudada usando uma abordagem multidisciplinar que envolve estudos epidemiológicos e dados meteorológicos.

Nesse sentido, para Ribeiro; Assunção (2002), quanto maior a proximidade da população à queimada, geralmente maior o seu efeito à saúde dessas pessoas. Contudo, a direção e a intensidade das circulações atmosféricas e trajetórias dos ventos têm muita influência sobre a dispersão do material particulado poluente e sobre as áreas afetadas pela fumaça. Assim, se os ventos predominantes das correntes de ar se dirigirem para áreas urbanas ou áreas densamente povoadas, um número maior de pessoas estará sujeito aos efeitos dos contaminantes aéreos.

Sendo assim, a forma como a população próxima a áreas de queimadas se relaciona com a natureza implica impactos para si mesmo. Por conseguinte, Gonçalves; Gonçalves (2013) e Fonseca-Morello *et al* (2017), afirmam que é um elemento central e fundamental compreender como se dá as inter-relações entre o homem e o ambiente que ele está inserido. As relações sociais que permeia essa população estão baseadas na econômica em que o fogo tem papel crucial enquanto meio de produção. Isso significa que a percepção perpassa pelo reconhecimento da inserção do homem em determinado ambiente, entender as causas de fundo

das queimadas e dos incêndios na Amazônia e as distintas formas de sua interpretação em relação ao seu meio, e é a partir desta percepção que nascem as políticas públicas relacionadas ao ambiente de cada sociedade.

## **Metodologia**

Trata-se de uma pesquisa com abordagem quantitativa do tipo analítico observacional ecológico que, conforme Aragão (2011), parte da observação da realidade, sugerindo hipóteses a partir de medidas de associação entre diferentes fatores. Parte-se de um fator de exposição em busca de uma associação a um evento denominado desfecho, que visualizam a situação de uma população em um determinado momento, como instantâneos da realidade. Os estudos ecológicos, para Almeida Filho (1998), não são (ou não são somente) uma das alternativas de desenho para o estudo dos problemas de saúde individuais, mas sim o nível adequado para o estudo da saúde das populações.

As fontes de dados serão baseadas em dados secundários, da distribuição espacial das taxas de internações por doenças respiratórias e de focos de queimadas nos municípios do Estado de Rondônia, no período de 1 de janeiro de 2009 a 31 de dezembro de 2018.

A escolha do Estado de Rondônia para este estudo deve-se a sua localização geográfica, situada no arco do desmatamento, principal trajeto de dispersão de poluentes da Região Norte. Divisa com a Bolívia e os estados do Amazonas, Mato Grosso e Acre, possui dois terços de sua área (237.576,167 km<sup>2</sup>) cobertos pela floresta amazônica, composto por 52 municípios e predominância em atividades primárias, conta com uma população de aproximadamente 1,7 milhão de habitantes, segundo as estimativas populacionais do IBGE para o ano de 2014. (IGNOTTI et al, 2007). O Estado, como dito, possui 52 municípios que foram agrupados em seis regiões geográficas imediatas que, no Brasil, constituem a divisão geográfica regional do estado, segundo a composição elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

1. Porto Velho - Agrupamento composto por cinco cidades: Candeias do Jamari, Guajará-Mirim, Itapuã do Oeste, Nova Mamoré e Porto Velho;
2. Ariquemes - Agrupamento composto por oito cidades: Alto Paraíso, Ariquemes, Buritis, Cacaúlândia, Campo Novo de Rondônia, Cujubim, Monte Negro, e Rio Crespo;

3. Jaru - Agrupamento composto por cinco cidades: Governador Jorge Teixeira, Jaru, Machadinho d'Oeste, Theobroma e Vale do Anari;
4. Ji-Paraná - Agrupamento composto por treze cidades: Alvorada d'Oeste, Costa Marques, Ji-Paraná, Mirante da Serra, Nova União, Ouro Preto do Oeste, Presidente Médici, São Francisco do Guaporé, São Miguel do Guaporé, Seringueiras, Teixeirópolis, Urupá e Vale do Paraíso;
5. Cacoal - Agrupamento composto por quatorze cidades: Alta Floresta d'Oeste, Alto Alegre dos Parecis, Cacoal, Castanheiras, Espigão d'Oeste, Ministro Andreazza, Nova Brasilândia d'Oeste, Novo Horizonte do Oeste, Parecis, Pimenta Bueno, Primavera de Rondônia, Rolim de Moura, Santa Luzia d'Oeste e São Felipe d'Oeste;
6. Vilhena - Agrupamento composto por sete cidades: Cabixi, Cerejeiras, Chupinguaia, Colorado do Oeste, Corumbiara, Pimenteiras do Oeste e Vilhena.

A série temporal dos focos de queimadas foram obtidas por meio do banco de dados online disponibilizados no endereço eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, captados pelo sensor PRODES e foram agregadas pelas Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia. Foi considerado como “satélite de referência”, o AQUA\_M-T com dados entre 1 de janeiro de 2009 a 31 de dezembro de 2018. As bases cartográficas utilizadas no estudo foram disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As variáveis utilizadas na análise incluíram: data de captura, município, latitude e longitude.

Por sua vez, a série temporal das internações hospitalares foram obtidas por meio de banco de dados online disponibilizados pelo DATASUS e foram agregadas pelas Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia. Outrossim, para o estudo foi considerado o local de residência dos pacientes devido ao possível deslocamento de pacientes que procuram atendimento em melhores hospitais. As variáveis utilizadas na análise incluíram: ano de admissão, código do município de residência e diagnóstico principal; as causas de doenças respiratórias foram codificadas de acordo com a Décima Revisão da Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), especificamente Capítulo X (J00-J99).

Na análise espacial descritiva, foi utilizado o programa QGIZ<sup>1</sup> 3.10.0, para apresentar a estimativa de Kernel<sup>2</sup> das taxas de internações por doenças respiratórias e os focos de queimadas. Para Rodrigues; Ignotti; Hacon (2013) e Andrade Filho *et al.* (2017) o cálculo da estimativa de densidade de Kernel leva em consideração a influência das regiões vizinhas. As “áreas quentes” são uma aproximação das possíveis áreas geográficas de risco, uma vez que representam a concentração de casos ou focos no espaço.

A etapa de coleta consistiu na extração de dados das bases de dados do INPE e Datasus, do Estado de Rondônia. A partir dos dados extraídos, foram trabalhados e cruzados utilizando o banco de dados MySQL.

A análise limitou-se a internações no sistema público brasileiro devido à ausência de dados sistematizados confiáveis sobre outros níveis de atenção.

O presente estudo não possui registro no sistema de Comitês de Ética em Pesquisa (CEP) e na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), sendo dispensado conforme Resolução N° 510, de 07 de Abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde, Artigo 1º, Parágrafo Único: “Não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP: [...] II – Pesquisa que utilize informações de acesso público, nos termos da Lei no 12.527, de 18 de novembro de 2011; III – pesquisa que utilize informações de domínio público;”.

## Resultados e Análises

O Estado Rondônia integra uma área designada como ‘Arco do Desmatamento’, cujos limites compreendem desde o sudeste do Maranhão, incluindo o norte do Tocantins, o sul do Pará, o norte do Mato Grosso, o estado de Rondônia, o sul do Amazonas, até o sudeste do Acre. Os incêndios recorrentes na área são quase sempre relacionados ao desmatamento, pois é quando, após o desmate, agricultores e fazendeiros queimam suas terras para converter as florestas em áreas de lavouras ou pastagens.

Os focos de queimadas coletados pela pesquisa apresentaram, no período estudado, média anual de 9.487 focos para o Estado de Rondônia. A Região Geográfica Imediata de Porto

---

<sup>1</sup>O QGIS é o principal software livre com código-fonte aberto, sendo um sistema de informação geográfica - SIG que permite que criar, editar, visualizar, analisar e publicar informações geo-espaciais em ambientes multiplataforma.

<sup>2</sup> A Estimativa de Kernel é um recurso, que no contexto das Geotecnologias, é utilizado para criar um mapa raster de densidade. A densidade é calculada com base no número de pontos de um local a partir de uma camada vetorial do tipo ponto, ou seja, quanto maior for o número de pontos agrupados (cluster), a percepção da densidade será maior.

Velho atingiu a maior média anual do período estudado, 4.385 focos de queimadas, enquanto a Região Imediata de Cacoal, para o mesmo período, de 2009 a 2018, apresentou a menor média anual, 685 focos. A maior concentração de focos de queimada, para todo o Estado de Rondônia, durante o período estudado, de 2009 a 2018, foi verificada no ano de 2010 com um total de 16.970 focos, enquanto a menor concentração, para o mesmo período de estudo, foi verificado no ano 2013 com o um total de 4.613 focos (Tabela 1).

**Tabela 1** - Focos de queimadas nas Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia, Brasil, nos períodos de 2009 a 2018.

Região	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Anual
Ariquemes	1038	3042	899	1627	838	1365	2614	2122	2185	1870	1760
Cacoal	451	1717	474	380	385	478	736	902	764	566	685
Jaru	493	1236	647	780	460	922	1419	982	1015	776	873
Ji-Paraná	767	2912	810	719	454	511	1111	1130	955	1005	1037
Porto Velho	2287	6062	2471	4164	1978	3418	6552	5574	5800	5547	4385
Vilhena	365	2001	779	642	498	640	681	764	594	491	746
<b>Total</b>	<b>5401</b>	<b>16970</b>	<b>6080</b>	<b>8312</b>	<b>4613</b>	<b>7334</b>	<b>13113</b>	<b>11474</b>	<b>11313</b>	<b>10255</b>	<b>9487</b>

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Pelo período estudado, a média de internações foi de 13.570 internações, com menor quantidade no ano de 2012 com 11.818 internações e a máxima em 2014 com 14.878 internações (Tabela 2).

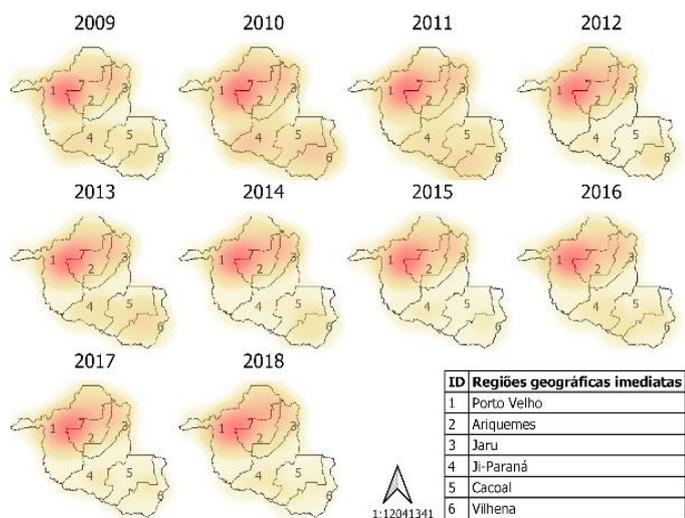
**Tabela 2** - Internações por doenças respiratórias nas Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia, Brasil, nos períodos de 2009 a 2018.

Região	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Média Anual
Ariquemes	1927	1730	1783	1221	1687	1850	1550	1249	1791	1659	1645
Cacoal	3778	4058	3958	3431	4211	4302	3501	3480	3612	3959	3829
Jaru	996	910	824	715	902	916	866	710	757	1073	867
Ji-Paraná	4298	3642	3125	2342	2591	2851	2949	2656	2411	2570	2944
Porto Velho	2067	2302	2608	2316	2826	3070	3072	2615	2844	2613	2633
Vilhena	1661	1679	1546	1793	1659	1889	1657	1442	1641	1555	1652
<b>Total</b>	<b>14727</b>	<b>14321</b>	<b>13844</b>	<b>11818</b>	<b>13876</b>	<b>14878</b>	<b>13595</b>	<b>12152</b>	<b>13056</b>	<b>13429</b>	<b>13570</b>

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DATASUS

A distribuição espacial e temporal dos focos de queimadas apresentou configuração espacial semelhante em toda a série histórica do estudo. As maiores quantidades dos focos de queimadas foram encontradas nas Regiões Geográficas imediatas localizadas no noroeste do Estado: Porto Velho e Ariquemes (Figura 1).

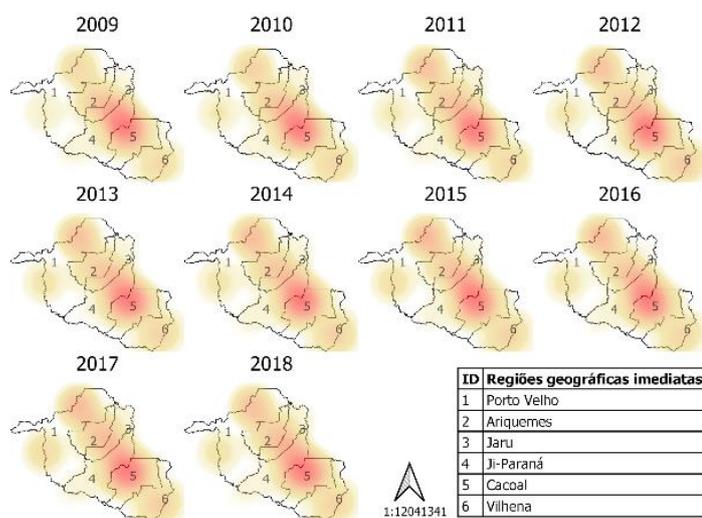
**Figura 1** - Distribuição espacial e temporal dos focos de queimada segundo as Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia, Brasil, entre 2009 e 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

A distribuição espacial e temporal das internações por doenças respiratórias apresentou configuração espacial semelhante em toda a série histórica do estudo. As maiores quantidades de internação foram encontradas nas Regiões Geográficas imediatas localizadas no centro do Estado: Ji-Paraná e Cacoal (Figura 2).

**Figura 2** - Distribuição espacial e temporal das internações por doenças respiratórias segundo as Regiões Geográficas Imediatas do Estado de Rondônia, Brasil, entre 2009 e 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do DATASUS

Analisando os dados, percebe-se que os focos de queimadas na Região Geográfica Imediata de Porto Velho (Tabela 1) apresentaram os maiores valores durante toda a série histórica do estudo, entretanto, quando comparada com série histórica das internações por doenças respiratórias (Tabela 2) verifica-se que a região assume a terceira posição em quantidade de internações no período.

A Região Geográfica Imediata de Cacoal assume a última posição na listagem dos focos de queimadas (Tabela 1), representando 7,22% (6853), do total de focos de incêndios do Estado, 94.855 focos, no período estudado. Efetuando contraponto, tem-se que a mesma região assume a primeira posição na quantidade de internações, representando 28,22% (38.290), do total de internações do Estado, 135.636.

Para explicar a divergência exemplificada acima, foram utilizadas duas técnicas estatística no estudo: coeficiente de determinação e Correlação de Pearson. Observa-se baixa a correspondência entre os focos de queimada e a incidência de internações por doenças respiratórias para o Estado de Rondônia. A Correlação de Pearson chega a aproximadamente 0,09 indicando uma correlação desprezível e um R-quadrado onde somente 1% dos focos de queimada explicariam a quantidade de internações. A análise de correlação de Pearson nos períodos e Regiões Geográficas Imediatas indicam que não existem uma associação linear direta entre os focos de queimadas e as internações por doenças respiratórias.

O resultado da pesquisa indicou que para os dados apresentados não houve influência das queimadas na ocorrência das hospitalizações a cada ano, tais resultados vão de encontro com o estudo de Andrade Filho (2017), que evidenciou que devido a exposição aos poluentes originados nas queimadas não necessariamente coincidir com o local de ocorrência da queima, razão pela qual os focos de calor devem ser utilizados como indicadores indiretos de exposição.

Rodrigues; Ignotti; Hacon (2013) e Andrade Filho (2017) afirmam que gases e aerossóis contidos na fumaça gerada pelas queimadas podem se dispersar facilmente pela atmosfera, serem transportados por milhares de quilômetros das áreas de origem, e alcançar áreas distantes de onde estão concentrados os focos de queimadas, de acordo com o padrão da circulação atmosférica predominante, pela atuação de movimentos convectivos e de deslocamento das massas de ar, com longo tempo de permanência na atmosfera.

Corroborando nessa linha Longo *et al.*, (2009) e Santos *et al* (2017) com a ajuda do transporte à longa distância, os efeitos da queima de vegetação se espalham por diversas regiões Amazônia adentro, podendo chegar aos grandes centros urbanos, causando o aumento da ocorrência de doenças respiratórias na população da cidade. Os impactos causados pelas queimadas de origem antrópica vão muito além do seu local de origem, as emissões de partículas de aerossóis podem atingir longas distâncias. As partículas emitidas pelas queimadas estão em sua maioria presentes na fração fina, essas estão sujeitas ao transporte de longa distância através de milhares de quilômetros, fazendo com que as emissões originadas na Amazônia possam atingir regiões distantes.

Finalmente, justifica-se que a porção sudeste do estado, que compreende a Região Geográfica Imediata de Ji-Paraná e Cacoal, cujo resultado revelou as maiores quantidades de internações por doença respiratórias é, para Andrade Filho (2017), zona de convergência para ventos provenientes tanto do sul do Pará como do norte do Mato Grosso e do noroeste de Rondônia. Assim, a dispersão de poluentes relacionada às queimadas poderia influenciar a ocorrência de internações por doenças respiratórias em crianças naquela área.

## Conclusões

No presente estudo, a configuração espacial dos focos de queimadas apresentou divergência em relação às taxas de internação por doenças respiratórias no Estado de Rondônia. Mostrou-se, assim, que não há relação direta entre focos de queimadas e número de internações. Esse resultado converge com os estudos de Rodrigues; Ignotti; Hacon (2013) e Andrade Filho

(2013), que concluíram que as áreas com maior número de focos de queimadas diferiram daquelas com as taxas mais elevadas de internações por doenças respiratórias e que a relação das internações com focos de queimadas detectados não são estatisticamente significativas. Porém, os resultados divergem de estudos como o de Carmo *et al.*(2010) e Machado Silva (2020) que concluíram que exposição ao material particulado fino oriundo da fumaça das queimadas está associada ao aumento da demanda por atendimento ambulatorial por doenças respiratórias e que os focos de queimadas exercem influência secundária, aumentando o número de hospitalizações durante a estação de incêndio.

Estudos que efetuam identificação de áreas críticas quanto à emissão de material particulado na atmosfera derivada principalmente da ocorrência de queimadas de biomassa é um importante instrumento diretivo para a construção de indicadores de saúde sobre os impactos diretos e indiretos à saúde humana e construção de agendas de políticas públicas.

Os casos que requerem hospitalização, que representam os casos mais graves de adoecimento, correm maior risco do que aqueles que requerem consulta médica na rede de atenção primária. As queimadas e a má qualidade do ar delas decorrente pode ter impacto na necessidade de atendimento ambulatoriais como: inalações, consultas médicas ou em outros agravos menos graves. Neste estudo, não foi possível realizado o impacto dos focos de queimadas sobre os atendimentos ambulatoriais. Desta forma, fica como sugestão para trabalhos futuros verificar se a poluição das queimadas pode se apresentar para doenças respiratórias que requerem níveis de tratamento menos complexos, tais como os ambulatoriais.

## Referências

ANDRADE FILHO, V. S. et al. **Aerosols from biomass burning and respiratory diseases in children, Manaus, Northern Brazil.** Revista de Saúde Pública, v. 47, n. 2, p. 239–247, jun. 2013.

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

ALMEIDA FILHO, N., et al., orgs. **Teoria epidemiológica hoje: fundamentos, interfaces, tendências.** Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1998. 256 p. Epidemiológica series, nº2.

ARAGÃO, J. **Introdução aos estudos quantitativos utilizados em pesquisas científicas.** Revista Práxis, v. III, p. 59, 2011.

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

FONSECA-MORELLO, T. et al. **Fires in brazilian amazon: why does policy have a limited impact?** Ambiente & Sociedade, v. 20, n. 4, p. 19–38, 1 dez. 2017.

FOWLER, Cynthia. **Human Health Impacts of Forest Fires in the Southern United States: A Literature Review.** Journal of Ecological Anthropology, v. 7, n. 1, p. 39–63, Jan. 2003.

GONCALVES, Karen dos Santos; CASTRO, Hermano Albuquerque de; HACON, Sandra de Souza. **As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório.** Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1523-1532, June 2012.

GONÇALVES, I. S.; GONÇALVES, V. L. S. **Políticas públicas, percepção e gestão ambiental.** Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, v. 5, p. 167–177, 2013.

HIGGINS, B. G. et al. **Environmental exposure to air pollution and allergens and peak flow changes.** European Respiratory Journal, v. 16, n. 1, p. 61–66, 2000.

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

LEMOS ROCHA, Lilian Rose. **A correlação entre doenças respiratórias e o incremento das queimadas em Alta Floresta e Peixoto de Azevedo norte do Mato Grosso - Amazônia Legal.** Revista Brasileira de Políticas Públicas, v. 6, n. 1, 2016.

LONGO, K. M. et al. **Biomass burning in Amazonia: Emissions, long-range transport of smoke and its regionais and remote impacts.** Amazonia and Global Change. Wiley Blackwell, 2009. p. 207–232.

MALILAY J. **A review of factors affecting the human health impacts of air pollutants from forest fires.** In: **Background papers of Health Guidelines for Vegetation Fire Events**; 1998 Oct 6-9; Lima, Peru. Geneva: WHO, 1999.

MACHADO SILVA, F. et al. **Drought and fires influence the respiratory diseases hospitalizations in the Amazon.** Ecological Indicators, v. 109, 1 fev. 2020.

RADOJEVIC, Miroslav; HASSAN, Hasnah. **Air quality in Brunei Darussalam during the 1998 haze episode.** Atmospheric Environment, v. 33, n. 22, p. 3651–3658, 1999.

RIBEIRO, Helena; ASSUNÇÃO, João Vicente de. **Efeitos das queimadas na saúde humana.** Estudos Avançados, v. 16, n. 44, p. 125–148, abr. 2002.

RODRIGUES, Poliany Cristiny de Oliveira; IGNOTTI, Eliane; HACON, Sandra de Souza. **Distribuição espaço-temporal das queimadas e internações por doenças respiratórias em menores de cinco anos de idade em Rondônia, 2001 a 2010.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 22, n. 3, p. 455–464, set. 2013.

SANTOS, T. O et al. **Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão.** Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, n. 2, p. 157–181, 6 dez. 2017.

SILVA, Ageo Mário Cândido da et al. **Particulate matter originating from biomass burning and respiratory.** Revista de saúde pública, v. 47, n. 2, p. 345–352, 2013.

SMITH, L. T. et al. **Drought impacts on children's respiratory health in the Brazilian Amazon.** Scientific Reports, v. 4, 16 jan. 2014.

WANG, Yungang et al. **Spatial and temporal variations of six criteria air pollutants in 31 provincial capital cities in China during 2013-2014.** Environment International, v. 73, p. 413–422, 2014.

#### Como citar este artigo (Formato ABNT):

SILVA, Leandro Bomfim; MENDES, Debora Fernandes de Souza; SILVA, Rosália Maria Passos da. **Impactos da Poluição das Queimadas à Saúde Humana: Internações por Doenças Respiratórias no Estado de Rondônia entre 2009 e 2018.** *Id on Line Rev.Mult.Psic.*, Outubro/2020, vol.14, n.52, p. 414-427. ISSN: 1981-1179.

Recebido: 21/09/2020; Aceito: 24/09/2020.