

Article

Associação entre os Adoecimentos Respiratórios e as Queimadas no Município de Anápolis - Goiás: Um Estudo Ecológico de Série Temporal

Romulo Araujo da Rocha¹, Andressa Paz e Silva², Josana Peixoto³

¹ Doutorando em Recursos Naturais do Cerrado pela Universidade Estadual de Goiás. Mestre em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente pela Universidade Evangélica de Goiás. ORCID: 0000-0002-1779-2492. E-mail: romulorochapsi@gmail.com

² Doutoranda em Recursos Naturais do Cerrado pela Universidade Estadual de Goiás. Mestre em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente pela Universidade Evangélica de Goiás. ORCID: 0000-0002-1065-2614. E-mail: mfcandressa@gmail.com

³ Doutora em Ciências Biológicas. Docente do Programa de Pós-Graduação em Territórios e Expressões Culturais do Cerrado da Universidade Estadual de Goiás. ORCID: 0000-0002-3496-1315. E-mail: josana.peixoto@gmail.com

RESUMO

Os focos de calor decorrentes de queimadas podem trazer vários prejuízos à saúde humana, entre eles problemas respiratórios. Este trabalho objetivou analisar os perfis temporais da distribuição de focos de calor detectados por satélites e as internações hospitalares por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e em idosos acima de 65 anos na população residente no município de Anápolis, Goiás, no período de 2012 a 2021. A metodologia utilizada foi um estudo ecológico de série temporal. Foram utilizadas bases públicas de dados, disponíveis na Internet por meio das páginas eletrônicas do INPE, IBGE e DATASUS, de onde foram levantadas informações sobre focos de calor, área territorial, população e internações hospitalares, respectivamente. Quanto aos principais achados da pesquisa, a prevalência dos focos de calor em Anápolis segue o mesmo padrão de Goiás, entre os meses de julho a agosto. O período com maior incidência de focos de calor foi em setembro de 2017 e também foi o período com maior número de internações por problemas respiratórios. O estudo aponta para uma possível associação positiva entre o aumento de focos de calor detectados por satélites e as internações hospitalares por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e em idosos acima de 65 anos. Como este é um estudo exploratório e descritivo, destaca-se a necessidade de mais estudos na área, para melhor detalhamento, análise e exploração destes resultados.

Palavras-chave: poluição do ar; material particulado; cerrado; risco à saúde humana; doenças do sistema respiratório.

ABSTRACT

Wildfires can cause several damages to human health, including controlled problems. This work analyzed the temporal profiles of the distribution of smokes detected by satellites and hospital admissions due to problems reported in children aged 1 to 4 years and in elderly people over 65 years of age in the population residing in the city of Anápolis, Goiás, in the period of 2012 to 2021. The methodology used was an ecological time series study. Public databases available on the Internet through INPE, IBGE and DATASUS websites were used, from which information on fires, territorial area, population and hospital admissions, respectively, were collected. The prevalence of fires in Anápolis follows the same pattern as in Goiás, between July and August. The period with the highest incidence of fires and also the period with the highest number of hospitalizations for controlled problems was in September of 2017. The study pointed to a possible positive association between the increase in hot spots detected by satellites and hospital admissions for controlled problems in children aged 1 to 4 years and in elderly people over 65 years. As this is an exploratory and descriptive study, the need for further studies in the area is highlighted, with a view to better detailing, analysis and exploration of these results.

Keywords: air pollution; particulate matter; brazilian cerrado; risk to human health; respiratory tract diseases.



Submissão: 27/09/2024



Aceite: 14/01/2025



Publicação: 18/02/2025



Introdução

As queimadas têm sido cada vez mais associadas a desfechos em saúde ao redor do globo. Isto porque, com o avanço das mudanças climáticas, caracterizadas por eventos de incêndios naturais e ondas de calor mais frequentes e de maiores proporções, bem como as de origem antrópicas para fins de agricultura e pecuária, os índices de poluentes liberados no ar têm aumentado de forma alarmante ao longo das últimas duas décadas, trazendo consigo impactos diretos nas condições de saúde de populações expostas.

Desde que foi criado, em 1998, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) tem acompanhado os eventos relacionados às mudanças climáticas e emitido, através de relatórios, informações relevantes com diagnósticos ambientais e alertas a líderes mundiais. Em seu mais recente relatório de 2021, o aumento dos eventos de queimadas e ondas de calor foi apontado como um dos cenários preocupantes associados às mudanças climáticas (IPCC, 2023; Araújo, 2020).

Entre os fatores que tornam as queimadas um fenômeno preocupante para a saúde humana e do planeta, estão os poluentes presentes na queima. Os mais estudados na sua relação com desfechos em saúde são o gás carbônico (CO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio e os Materiais Particulados (PM). Estes últimos merecem uma atenção especial por estarem presentes em todos os estágios da queima, ao ficarem suspensos na atmosfera por até uma semana (Freitas *et al.*, 2005). Caracterizados por serem um conjunto de aerossóis, sólidos ou líquidos, suspensos no ar e geralmente invisíveis a olho nu, os PMs podem variar de tamanho, com diâmetros entre 0,001µm a 100µm, no entanto os PMs com diâmetro menor que 2,5 µm (PM_{2.5}) e menor que 10 µm (PM₁₀), são considerados os mais prejudiciais à saúde humana.

Estima-se que a exposição aos poluentes oriundos de incêndios seja responsável ou esteja associada a cerca de 179 a 339 mil mortes prematuras a cada ano (Butt *et al.*, 2020). No Brasil, em 2019 durante o período de queimadas, de agosto a outubro, 10% das mortes prematuras no país foram relacionadas com a exposição a poluentes de queimadas (Nawaz & Henze, 2020). Mortes por doenças circulatórias, infarto agudo do miocárdio e doenças cerebrovasculares também têm sido associadas aos impactos dos incêndios (Nunes *et al.*, 2013; Andrade Filho *et al.*, 2017).

O adoecimento respiratório é outro tipo de problema de saúde que tem sido associado às queimadas. Estudos encontraram associações das queimadas com problemas respiratórios em crianças brasileiras, tais como reduções das funções pulmonares, infecções respiratórias, asma e hospitalizações por pneumonia (Jacobson *et al.*, 2012; Nascimento & Medeiros, 2012; Andrade Filho *et al.*, 2013; Cardoso *et al.*, 2013; Carmo *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2013). Os impactos também foram observados na saúde respiratória de adultos (Requia *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2020) e de idosos (Ye *et al.*, 2021).

Outro fator que merece destaque é sobre a maioria dos estudos que avaliaram a associação entre queimadas e adoecimento respiratório no Brasil, serem realizados na região amazônica. O Cerrado é o segundo bioma que mais sofre com queimadas e degradação ambiental (Barros *et al.*, 2021). No entanto, poucos estudos têm investigado os impactos destes eventos na saúde humana das populações expostas (Pope *et al.*, 2020).

Neste sentido, o presente estudo buscou compreender em um município do Cerrado, Anápolis - Goiás, como os focos de calor, decorrente de queimadas, se relacionam com casos de hospitalização por adoecimento respiratório em idosos e crianças, entre os anos de 2012 a 2021.

Metodologia

Seleção da Mesorregião do Município de Anápolis, GO

Para a escolha do caso deste estudo foi realizada uma seleção das mesorregiões críticas do município de Anápolis com relação à exposição às emissões originárias de queimadas. A seleção foi realizada tendo como



pontos de corte alguns fatores previamente determinados, a saber: concentração de focos de calor e densidade demográfica.

A variável concentração de focos de calor foi obtida pela razão entre o número de focos e a área territorial (n° focos/km²). Com a finalidade de evitar a instabilidade na prevalência de internações apresentada em populações pequenas, foi estabelecido como ponto de corte o tamanho da população.

Fontes e Bases de Dados

A área de abrangência deste estudo compreendeu o município de Anápolis, estado de Goiás e, o mesmo foi utilizado como unidade de análise.

Foram utilizadas bases públicas de dados, disponíveis na Internet por meio das páginas eletrônicas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), de onde foram levantadas informações sobre focos de calor, área territorial, população e internações hospitalares, respectivamente.

Os focos de calor são indícios de queimada e estão disponíveis na Internet, em formato de planilha eletrônica e foto de satélite, com informações a partir de 01 de junho de 1998. Os dados para o município de Anápolis, GO teve como intervalo de análise o período compreendido entre os dias 1º de janeiro de 2012 e 31 de dezembro de 2021. O conjunto de dados utilizado foi obtido pela Internet no site do DPI - Divisão de Processamento de Imagens do INPE, que disponibiliza o banco de dados geo-referenciado dos focos de queimada detectados por satélite. Este estudo utilizará os dados do satélite NPP-SUOMI (Sensor VIIRS) da NASA+NOAA_DoD dos EUA, lançado em outubro/2011, utilizado no monitoramento de focos pelo INPE desde 2012. Este satélite detecta aproximadamente 10 vezes mais focos que os satélites anteriores utilizados pelo INPE, MODIS e NOAA-AVHRR (INPE, 2021).

Os dados gráficos foram obtidos a partir da Malha Digital Municipal do Estado de Goiás, compilada pelo IBGE na escala 1:250.000, que acompanha uma base de dados com informações censitárias do município. A área territorial oficial do município em estudo – em quilômetros quadrados, aprovada pela Resolução da Presidência do IBGE n° 5 de 10 de outubro de 2002 – foi obtida na página eletrônica deste órgão.

Para definir a população do município no período de estudo foram consideradas as projeções intercensitárias realizadas pelo Ministério da Saúde, disponibilizadas por meio da página eletrônica do DATASUS, tendo como base os dados dos censos populacionais realizados pelo IBGE.

O levantamento de dados de morbidade por doenças respiratórias e circulatórias para os grupos estudados utilizou os dados disponibilizados pelo DATASUS, em sua página eletrônica. Os dados de morbidade foram obtidos por local de residência e segundo faixa etária, para calcular a prevalência de internação hospitalar por doenças respiratórias (capítulo X) e circulatórias (capítulo IX), conforme a Classificação Internacional de Doenças, 10ª Revisão (CID-10). Em específico para os dados do DATASUS foram utilizados os filtros "Conteúdo = Internações" e "Grupo de procedimentos = Afecções das vias áreas superiores". Foi utilizado a título da obtenção de dados completos, a internações no aplicativo Informações de Saúde (TABNET) do Sistema de Informações Hospitalares (SIH) e do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM).

Para verificar uma possível correlação entre a incidência de doenças respiratórias crônicas e a exposição aos produtos da queima foi utilizado um estudo epidemiológico ecológico devido à abordagem que se pretenderá com base em Lima-Costa & Barreto (2003), pelo qual houve a comparação da ocorrência da doença/condição relacionada à saúde e a exposição de interesse entre agregados de indivíduos (populações e municípios, por exemplo) para verificar a possível existência de associação entre elas.



Análise do Perfil de queimadas e Morbidade de Anápolis, GO

A avaliação dos indicadores de saúde foi feita sob duas abordagens: padrão anual no período de queimadas e padrão mensal, com ênfase no ano crítico.

Foi definido como período de queimadas os meses que, juntos, responderão por pelo menos noventa por cento (90%) do total de focos daquele ano. A sazonalidade desse evento é característica de cada município e varia, inclusive, em um mesmo município ao longo dos anos. Como a variação encontrada será quantitativa (quantos meses) e qualitativa (quais meses), foi calculada a média mensal da ocorrência de focos de calor do período de queimadas de cada ano, por meio da razão entre o número de focos e a quantidade de meses que compunham a estação de queima.

O padrão anual da prevalência de internações iniciou com o levantamento dos dados de internação, segundo faixa etária, do período de queima, definido anteriormente, para os agravos respiratórios e circulatórios. Será calculado a prevalência média mensal de hospitalizações (por dez mil habitantes) por meio da seguinte fórmula:

$$(I / P) * 10.000^{-1}, \text{ sendo}$$

I = Média mensal de internações por faixa etária durante período de queimada em um dado ano índice; e
P = População segundo faixa etária no mesmo ano índice.

Para a comparação dos padrões de internações e de focos de calor, foram elaborados gráficos de linhas com dois eixos, sendo um relativo aos focos de calor e outro referente aos indicadores de morbidade. Desta forma foi possível observar o perfil das curvas em interesse e comparar os seus padrões.

Foi realizada ainda uma análise estatística de tendência para verificar os maiores incrementos interanuais dos indicadores avaliados. O padrão foi delineado durante todo o período de estudo, com destaque para o ano crítico, ou seja, aquele que apresentou o maior número de focos de calor. Foram levantadas as internações mensais de cada ano para problemas do aparelho respiratório segundo faixa etária.

Como a estimativa da população é feita anualmente, e não mensalmente, na análise mensal do ano crítico foi determinado apenas o padrão das internações de forma bruta, por meio do número de internações. A prevalência foi calculada na análise do padrão anual visto que a variação no tamanho da população interfere na quantidade total de internações. A análise dos indicadores foi feita de forma similar à anterior.

Resultados

A prevalência de focos de calor no Estado de Goiás ocorre entre os meses de julho a agosto, tendo também períodos que se estendem ao mês de outubro, com mais de 90% do total de focos detectados durante o ano. Os anos de 2019 (6123 focos de calor) e 2017 (5555 focos de calor) foram os que apresentaram maiores registros no Estado (Tabela 1).

Quando comparado com a sazonalidade de queimadas no Estado de Goiás, o município de Anápolis, ainda que com proporções bem inferiores às do Estado, apresenta um comportamento semelhante, com maiores períodos de queima entre os meses de julho a agosto (Tabela 2). Os períodos críticos com maiores índices detectados ocorreram durante os anos de 2017 e 2021, com 151 e 170 focos, respectivamente.

**Tabela 1.** Distribuição mensal dos focos de calor no Estado de Goiás, com ênfase nos períodos críticos de 2012 a 2021.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan	22	43	60	105	27	46	54	129	60	63
Fev	29	67	34	43	69	64	41	88	92	89
Mar	71	74	54	48	107	91	113	138	124	86
Abr	116	61	117	58	152	58	74	83	156	110
Mai	123	187	197	117	210	138	181	134	150	255
Jun	254	202	302	263	261	308	183	217	314	401
Jul	556	356	424	320	815	433	405	403	402	627
Ago	899	527	1201	876	1038	1109	518	698	964	1056
Set	2334	735	1568	2033	1571	2155	1070	4149	1825	2634
Out	1450	567	1728	1607	488	1858	345	873	1622	576
Nov	64	162	160	490	115	125	36	160	229	71
Dez	113	69	52	147	59	43	90	88	70	52
Período crítico	5239	2185	4921	4836	3912	5555	2338	6123	4813	4893
Total	6031	3050	5897	6107	4912	6428	3110	7160	6008	6020

Fonte: INPE (2021).

Tabela 2.- Distribuição mensal dos focos de calor em Anápolis, com ênfase nos períodos críticos, de 2012 a 2021.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Jan			3	1			1	4	1	3
Fev	2	1		2						
Mar	1	1	1		1					
Abr		2			5					
Mai		2	3	3	4		2	1	5	12
Jun	6	3	6	4	21	3	9	7	2	28
Jul	12	8	15	10	29	10	8	13	20	22
Ago	25	22	55	27	43	51	21	31	19	49
Set	38	23	25	39	35	86	29	61	48	59
Out	13	7	4	19	2	14	1	5	14	2
Nov		2	2	3		4		3	3	2
Dez		1		1				1	1	1



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Período crítico	88	65	101	99	128	151	67	117	101	170
Nº de meses	4	6	4	5	4	3	4	5	4	5
Média mensal	22	11	25	20	32	50	16	23	25	4
Proporção	90%	90%	92%	90%	91%	90%	94%	92%	90%	95%
Total	98	72	114	109	140	168	71	126	113	178

Fonte: INPE (2021).

A análise dos incrementos anuais das médias mensais de focos de calor nos períodos críticos no município de Anápolis e no Estado de Goiás, através das porcentagens dos totais de aumento e diminuição das queimadas detectadas em cada ano, evidencia como os índices de Anápolis seguem um perfil semelhante ao do Estado (Gráfico 1).

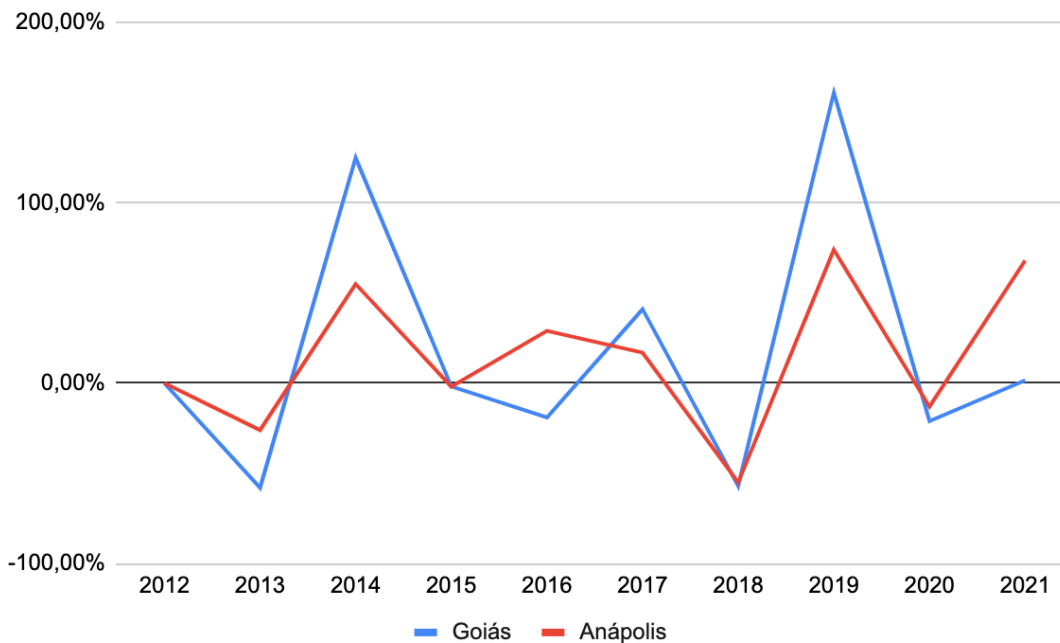


Gráfico 1. Comparação entre o Estado de Goiás e o município de Anápolis dos incrementos anuais da média mensal nos períodos críticos da ocorrência de focos de calor, de 2012 a 2021. Fonte: INPE, DATASUS e IBGE (2021).

Entre os anos de 2012 a 2021, a prevalência mensal de internações registradas no período crítico de queimadas por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos em Anápolis teve seu maior registro em 2017, com 31,27 internações por 10.000 habitantes. As internações nos outros anos entre os períodos críticos variaram entre 0,3 (2021) a 17,54 (2016). Entre 2012 a 2021, ocorreram 1.199 internações de crianças de 1 a 4 anos por problemas respiratórios em Anápolis durante o período de queimadas. Mais de 20% destas internações (250) ocorreram somente entre os meses de agosto a outubro de 2017.

É possível notar (Gráfico 2) que os indicadores de morbidade por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos em Anápolis seguiram o mesmo padrão do perfil da curva de ocorrência de focos de calor durante os anos, diferindo apenas entre os anos de 2020 a 2021. Da mesma forma, no ano de 2017 em que a curva de



focos de calor atingiu o seu maior pico, a curva de internações de crianças de 1 a 4 anos seguiu um padrão semelhante.

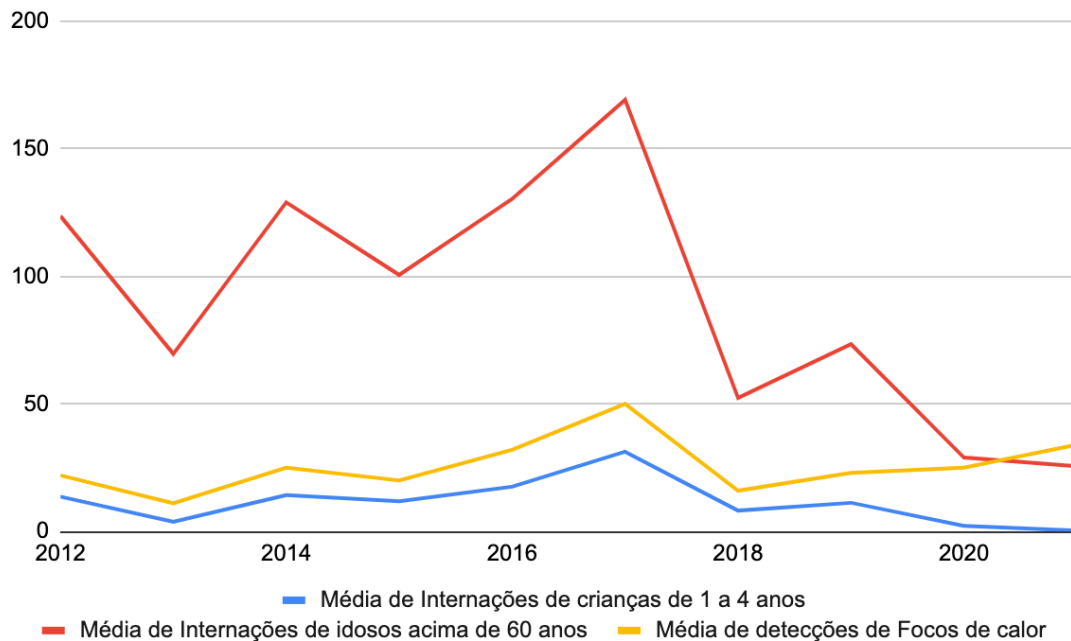


Gráfico 2. Média mensal de focos de calor e da prevalência de internações por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e idosos acima de 60 anos durante o período de queimadas, de 2012 a 2021 em Anápolis, Goiás. Fonte: INPE, DATASUS e IBGE (2021).

Sobre a população de idosos, esta apresentou uma média de internações por cada 10.000 habitantes maior que a de crianças de 1 a 4 anos, no período de queimadas em Anápolis. O ano de 2017 também foi o período que mais registrou internações de idosos por problemas respiratórios, 169,29 por 10.000 habitantes, tendo nos outros anos números que oscilaram entre 25,54 (2021) a 129,02 (2014). De forma semelhante ao padrão observado concernente aos indicadores de internações de crianças de 1 a 4 anos, os indicadores de internações por problemas respiratórios de idosos acima de 65 anos em Anápolis durante os anos de 2012 a 2021 seguiram padrão parecido com a curva de focos de calor detectados nestes anos (Gráfico 2).

Ao analisar os incrementos anuais através das porcentagens de aumento e diminuição dos indicadores anuais de queimadas e internações por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e idosos acima de 60 anos, observou-se que os maiores aumentos (280%, 127% e 85%) e as maiores reduções (-73%, -69% e -68%) foram observados entre 2013 a 2014 e 2017 a 2018, respectivamente (Gráfico 3). Uma exceção foi para a redução de problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos, que apresentou maior queda entre 2020 a 2021 (-86%).

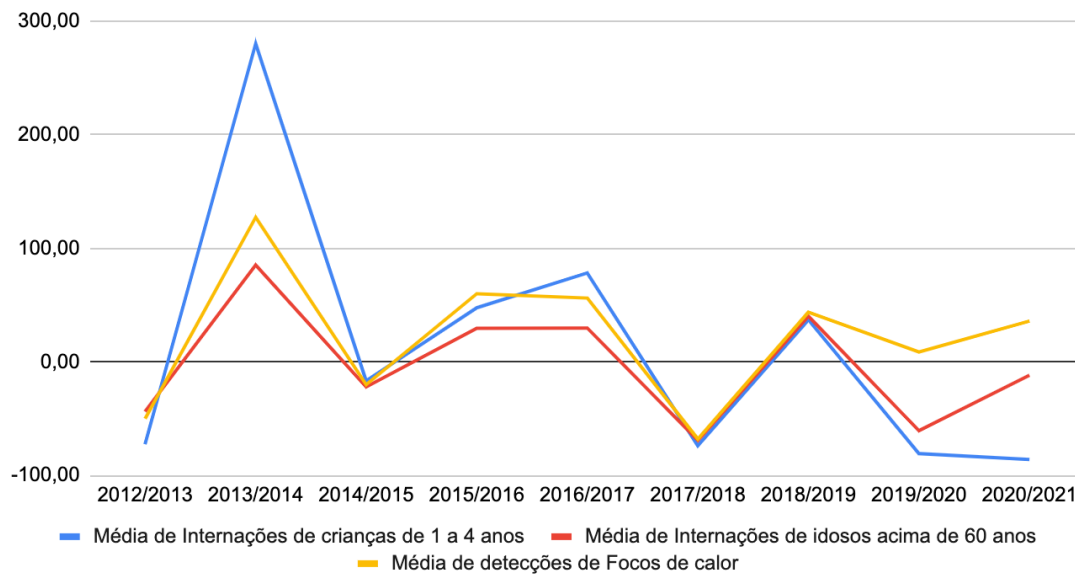


Gráfico 3. Incrementos anuais da média mensal da ocorrência de focos de calor e a prevalência por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e idosos acima de 60 anos, no período de queimadas, de 2012 a 2021. Fonte: INPE, DATASUS e IBGE (2021).

O ano de 2017 foi o que mais teve detecções de focos de calor durante o período crítico no município de Anápolis. Embora no âmbito estadual o ano de 2019 tenha sido o período com mais detecções, 2017 foi o segundo com maior número de emissões. No gráfico 4 é possível observar que o pico da prevalência de internações por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos em Anápolis coincidiu com o período de maior incidência do evento na região (86 focos detectados). No tocante à prevalência de internações de idosos acima de 60 anos por problemas respiratórios, a mesma também apresentou seu ápice no mês de setembro de 2017.

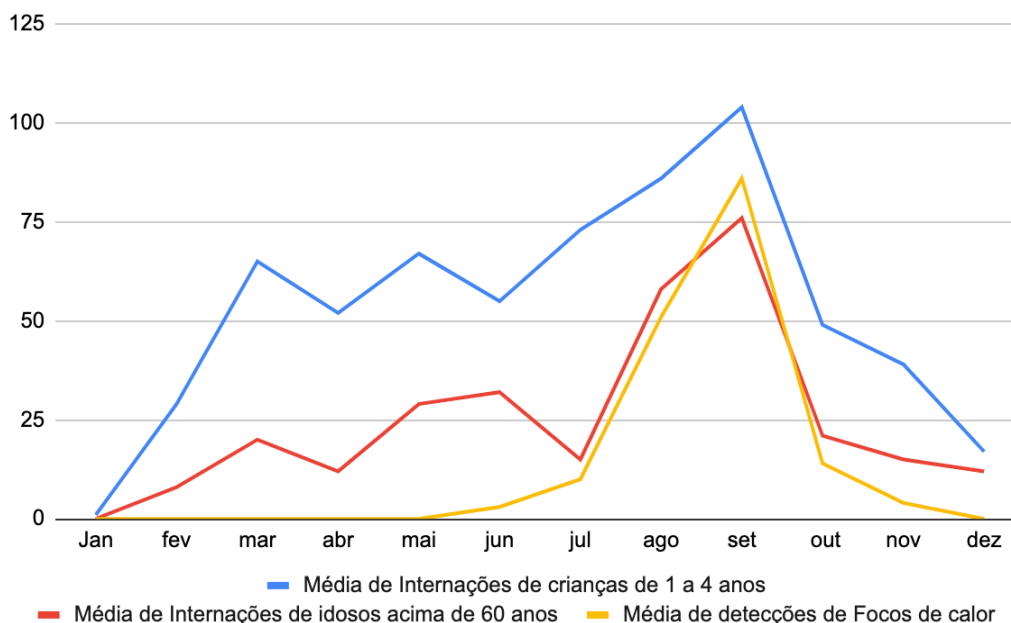


Gráfico 4.- Ocorrência de focos de calor e prevalência de internações por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e idosos acima de 60 anos, em 2017. Fonte: INPE, DATASUS e IBGE (2021).



Observa-se que, no perfil mensal da série histórica de todo o período deste estudo, de 2012 a 2021, os indicadores de saúde respiratória de crianças de 1 a 4 anos e idosos acima de 60 anos sofreram alterações consideráveis nos períodos de queimadas, tendo seus índices amenizados quando os esses tiveram reduções.

Discussão

Os resultados apresentados nesta pesquisa forneceram uma compreensão sobre o comportamento das queimadas em um município do Estado de Goiás com um perfil de emissões de focos de calor bem abaixo dos indicadores de outros municípios com emissões mais alarmantes na região. Ainda assim, durante o período de análise deste estudo, observou-se um padrão de emissões semelhante ao de Goiás, em proporções menores.

Com relação ao número de internações por doenças respiratórias, tanto crianças (de 1 a 4 anos) quanto idosos acima de 60 anos registraram aumento nas hospitalizações durante os períodos de aumento de focos de calor. Estes resultados podem ser corroborados com os de alguns estudos realizados em outras regiões do país, como no Rio Branco, Acre (Souza, 2008; Carmo *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2016; Nunes *et al.*, 2013), no Estado do Mato Grosso (Jacobson *et al.*, 2021; Nascimento & Medeiros, 2012) e no Estado do Maranhão (Castro *et al.*, 2016).

O estudo de Souza (2008) utilizou metodologia semelhante à realizada nesta pesquisa (estudo ecológico) e também investigou a correlação entre aumento de focos de calor e internações por doenças respiratórias em idosos e crianças. Embora esteja localizada em uma região com clima e vegetação diferentes do município deste estudo, Rio Branco, durante o período do estudo de Souza (2008) apresentou um regime de queimadas semelhante ao de Anápolis, com períodos críticos de emissões nos meses de julho a setembro. A capital, que conta com uma população de 413.418 habitantes, possui uma população com número próximo ao de Anápolis (391.772) (IBGE, 2021).

As evidências envolvendo a relação entre queimadas e adoecimento respiratório em crianças pareceu ser maior que em idosos. Isto pode ser explicado devido ao impacto das queimadas em idosos estar mais relacionada a mortalidade e outras morbidades com maior letalidade, como DPOC (Ramos *et al.*, 2017) e doenças circulatórias (Nunes *et al.*, 2013). No entanto, os resultados desta pesquisa podem contribuir para subsidiar mais estudos que investiguem o adoecimento respiratório em idosos. A especificação dos tipos de adoecimento respiratório foi observada como uma das limitações desta pesquisa. Outros estudos que investigaram a relação entre queimadas e saúde respiratória em crianças, especificaram algumas morbidades relacionadas, como pneumonia (Nascimento & Medeiros 2012) e asma (Fernandes *et al.*, 2018).

A similaridade dos padrões observados indica a possibilidade de ser forte a influência dos incêndios na prevalência das hospitalizações analisadas durante os meses críticos de cada ano. Isto pode ser observado também pela análise dos incrementos, na qual verificou-se que os maiores aumentos e reduções coincidem ao analisar os desfechos e a variável explicativa.

Este estudo contou com dados secundários, o que tornou a coleta dos dados mais célere e com menor custo para obtenção dos mesmos. No entanto, faz-se necessário destacar a limitação desta pesquisa quanto à qualidade destes dados. Com relação aos dados de internações, eles foram coletados exclusivamente através do Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS), o que exclui internações em hospitais particulares ou atendimentos domiciliares. Neste aspecto é provável que haja subnotificação.

Outro fator a se considerar para a probabilidade de subnotificação é a pandemia de COVID, a partir de 2020. Como foi possível observar nos resultados apresentados nesta pesquisa, as curvas de adoecimento respiratório e focos de calor seguiam um padrão semelhante em todos os anos da série deste estudo, mas a partir de 2020 elas passam a apresentar um comportamento diferente. A curva de focos de calor tem um pico



de aumentos e as internações por adoecimento respiratório diminuem drasticamente. Acredita-se que esta subnotificação tenha se dado devido à restrição do acesso aos hospitais para casos de morbidade mais leves neste período e também pela baixa exposição aos poluentes, devido ao *lockdown*.

Embora os resultados desta pesquisa permitiram compreender o comportamento das queimadas em Anápolis no período deste estudo, a compreensão de suas possíveis relações com o adoecimento respiratório em crianças e idosos ainda carece de mais estudos, sobretudo com maior detalhamento dos espaços geográficos acometidos e da população que foi internada. Estas limitações podem ser melhoradas com estudos em municípios com maior volume de queimadas e com maior especificação das morbidades a serem analisadas. Ampliar a base de dados de morbidade para além do SIH/SUS também é uma possibilidade, incluindo dados de hospitais particulares e atendimentos domiciliares.

Conclusões

Este estudo aponta para uma possível associação positiva entre os perfis temporais da distribuição de focos de calor detectados por satélites e das internações hospitalares por problemas respiratórios em crianças de 1 a 4 anos e em idosos acima de 60 anos na população residente no município de Anápolis, Goiás, no período de 2012 a 2021. Como este é um estudo exploratório e descritivo, destaca-se a necessidade de mais estudos na área, para melhor detalhamento, análise e exploração destes resultados.

Espera-se que estes resultados forneçam subsídios para melhor compreensão do fenômeno das queimadas no município de Anápolis e estimulem a realização de estudos sobre a relação dele com os indicadores de saúde da população em outros municípios do Estado, sobretudo aqueles com maiores registros de queimadas.

Considerando que a saúde pública busca a promoção da saúde e a garantia da qualidade de vida das coletividades, este trabalho apresentou ferramentas fomentadoras de hipóteses para estudos que buscam estes objetivos.

Agradecimentos

Agradecimento à Mayara Floss pela concisa orientação e suporte científico.

Referencias

Andrade Filho VSD, Artaxo P, Hacon SDS, Carmo CNS, Cirino G 2013. Aerosols from Biomass Burning and Respiratory Diseases in Children, Manaus, Northern Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 47(2): 239–247. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0034-8910.2013047004011>.

———. 2017. Distribuição espacial de queimadas e mortalidade em idosos em região da Amazônia Brasileira, 2001-2012. *Ciência e Saúde Coletiva*. 22(1): 245-253. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232017221.09622015>.

Araújo GRGD 2020. *Avaliação Orientada a Objeto do Impacto dos Aerossóis de Queimadas na Previsão de Ondas de Calor na América do Sul*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 120pp.

Barros VDS, Santana LITD, Silva JMD, Araújo LDS, Albuquerque CR, Stosic T 2021. Análise de Séries Temporais de Focos de Calor em Biomas Brasileiros Utilizando o Método Gráfico de Recorrência. *Research*,



Society and Development. 10(4): e16010413925. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/13925/12529/182140>.

Butt EW, Conibear L, Reddington CL, Darbyshire E, Morgan WT, Coe H, Artaxo P, Brito J, Knote C, Spracklen DV 2020. Large Air Quality and Human Health Impacts Due to Amazon Forest and Vegetation Fires. *Environmental Research Communications*. 2(9): 095001. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/2515-7620/abb0db>.

Cardoso AM, Coimbra CEA, Werneck GL 2013. Risk factors for hospital admission due to acute lower respiratory tract infection in Guarani indigenous children in southern Brazil: a population-based case-control study. *Tropical Medicine and International Health*. 18(5): 596–607, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.12081>.

Castro FRD, Bastos DMRF, Luana MMES, Nunes JLS 2016. Impactos das Queimadas Sobre a Saúde da População Humana na Amazônia Maranhense. *Revista de Pesquisa em Saúde*. 17(3): 141–146. Disponível em: <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/revistahuufma/article/view/5400>.

Carmo CND, Alves MB, Hacon SDS 2013. Impact of Biomass Burning and Weather Conditions on Children's Health in a City of Western Amazon Region. *Air Quality, Atmosphere and Health*. 6(2): 517–525. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11869-012-0191-6>.

DATASUS 2021. Datasus.br [homepage on the Internet]. Brasília: Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>.

Fernandes AGO, Souza-Machado CDS, Pinheiro GP, Oliva STD, Mota RCL, Lima VBD, Cruz CS, Chatkin JM, Cruz AA 2018. Dual Exposure to Smoking and Household Air Pollution is Associated with an Increased Risk of Severe Asthma in Adults in Brazil. *Clinical and Translational Allergy*. 8(1): 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13601-018-0235-6>.

Freitas SR, Longo KM, Silva Dias MAF, Silva Dias PL 2005. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. *Estudos Avançados*; 19(53): 67–85. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142005000100011>.

IBGE 2021. Ibge.br [homepage on the Internet]. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>.

INPE 2021. Inpe.br [homepage on the Internet]. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>.

IPCC 2023. *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press; 2023.

Jacobson LDSV, Hacon SDS, Castro HAD, Ignotti E, Artaxo P, Leon ACPMD 2012. Association Between Fine Particulate Matter and the Peak Expiratory Flow of School Children in the Brazilian Subequatorial Amazon: A Panel Study. *Environmental Research*. 117: 27–35. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2012.05.006>.



Jacobson LDSV, Oliveira BFAD, Schneider R, Gasparini A, Hacon SDS 2021. Mortality Risk from Respiratory Diseases Due to Non-Optimal Temperature among Brazilian Elderlies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(11): 5550. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18115550>.

Lima-Costa MF, Barreto SM 2003. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. 12(4): 189-201. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742003000400003>.

Nascimento LFC, Medeiros APPD 2012. Admissions Due to Pneumonia and Biomass Burning: a Spatial Approach. *Jornal de Pediatria*. 88(2): 177-183. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22434235/>.

Nawaz MO, Henze DK 2020. Premature Deaths in Brazil Associated With Long-Term Exposure to PM2.5 From Amazon Fires Between 2016 and 2019. *GeoHealth*. 4(8): e2020GH00026820. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2020GH000268>.

Nunes KVR, Ignotti E, Hacon SDS 2013. Circulatory Disease Mortality Rates in the Elderly and Exposure to PM2.5 Generated by Biomass Burning in the Brazilian Amazon in 2005. *Cadernos de Saúde Pública*. 29(3): 589–598, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2013000300016>.

Oliveira GD, Chen JM, Mataveli GAV, Chaves MED, Seixas HT, Cardozo FDS, Shimabukuro YE, He L, Stark SC, Santos CACD 2020. Rapid Recent Deforestation Incursion in a Vulnerable Indigenous Land in the Brazilian Amazon and Fire-Driven Emissions of Fine Particulate Aerosol Pollutants. *Forests*. 11(8): 829. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/f11080829>.

Pope RJ, Arnold SR, Chipperfield MP, Reddington CLS, Butt EW, Keslake TD, Feng W, Latter BG, Kerridge BJ, Siddans R *et al.* 2020. Substantial Increases in Eastern Amazon and Cerrado Biomass Burning-Sourced Tropospheric Ozone. *Geophysical Research Letters*. 47(3): e2019GL084143. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2019GL084143>.

Ramos D, Proença M, Leite MR, Ferreira AD, Trevisan IB, Brígida GFS, Tacao GY Ramos EMC 2017. Effects of Exposure to Biomass Burning on Pulmonary Inflammatory Markers and Pulmonary Function in Individuals with COPD. *Revista Portuguesa de Pneumologia (English Edition)*. 23(5): 273–279. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rppnen.2017.04.003>

Requia WJ, Roig HL, Adams MD, Zanobetti A, Koutrakis P 2016. Mapping Distance-decay of Cardiorespiratory Disease Risk Related to Neighborhood Environments. *Environmental Research*. 151: 203–215. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.038>.

Silva AMCD, Mattos IE, Ignotti E, Hacon SDS 2013. Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. *Revista de Saúde Pública*. 47(2): 345–352. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0034-8910.2013047004410>.

Silva PRDS, Ignotti E, Oliveira BFAD, Junger WL, Morais F, Artaxo P, Hacon S 2016. High Risk of Respiratory Diseases in Children in the Fire Period in Western Amazon. *Revista de Saúde Pública*. 50: 1-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050005667>.



Souza LSND 2008. *Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: um estudo de caso do Município de Rio Branco*. Dissertação de Mestrado, Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 129 pp.

Ye T, Guo Y, Chen G, Yue X, Xu R, Coelho MDSZS, Saldiva PHN, Zhao Q, Li S 2021. Risk and Burden of Hospital Admissions Associated with Wildfire-Related PM_{2.5} in Brazil, 2000–15: a Nationwide Time-series Study. *The Lancet Planetary Health*. 5(9): e599–e607. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00173-x](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00173-x).