

## ANÁLISE QUANTITATIVA DOS FOCOS DE FOGO EM GOVERNADOR VALADARES, MG, DE 2012 A 2021

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.XI-009>

**Emanuel Freitas Soares (\*), Marcos Wendell Jesus Vieira De Sá, Daniela Martins Cunha, Evandro Klen Panquestor, Arnaldo José Cambraia Neto**

\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, campus Governador Valadares – IFMG-GV. emanuelfs10@hotmail.com

### RESUMO

Na cidade de Governador Valadares tem sido recorrente a ocorrência de focos de fogo, em especial no Monumento Natural Estadual Pico da Ibituruna. Tendo esta observação como inspiração, percebeu-se a importância de realizar um trabalho sobre a quantidade de focos de fogo já ocorridos no município. Assim, o objetivo geral do trabalho é realizar uma análise quantitativa dos focos de fogo ocorridos em Governador Valadares, Minas Gerais, de 2012 a 2021. E os objetivos específicos são: apresentar os dados de focos de fogo em duas escalas temporais: a anual e a mensal; e verificar, através da comparação de dados, se há relação dos focos de fogo com os dados de chuva anual e da estação chuvosa (outubro a março) do município. No site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) obteve-se os dados de focos de fogo e no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os dados de chuva. Em geral a comparação dos dados nos evidencia que estações chuvosas (outubro a março) mais secas ocasionam um aumento das ocorrências de focos de fogo no trimestre agosto-setembro-outubro. É de se destacar que nem sempre o fator chuva é diretamente proporcional com a quantidade de focos, fato observado em 2015. E, observa-se, principalmente, a partir dos dados, uma tendência no aumento do número de focos de fogo no município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Focos de fogo, chuva, queimadas, poluição do ar.

### INTRODUÇÃO

Ar é sinônimo de vida, uma vez que a existência humana, dentre outros seres, depende da respiração. Contudo, devido às suas características, abundante, invisível e inodoro, tem sido um elemento bastante impactado pela ação antrópica. Com o passar dos anos, as atividades econômicas, especialmente as resultantes do processo de industrialização, fez com que houvesse alterações em suas características (BRAGA, et al, 2001).

As queimadas são atividades realizadas tanto em áreas de florestas como em áreas agrícolas, ocorrendo para diversas finalidades como a limpeza da vegetação ou preparo do solo para a agricultura e pecuária. Elas podem ser classificadas em dois tipos: natural, causada por fenômenos do próprio meio, e a humana, causadas por ações antrópicas.

A realização de queimadas em áreas rurais e áreas florestais é uma fonte de poluição antrópica que tem se tornado cada vez mais comum no Brasil.

“Quando há uma queimada, além da liberação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), são liberados também gases-traço como metano (CH<sub>4</sub>), monóxido de carbono (CO) e nitroso de oxigênio (N<sub>2</sub>O). A parte da biomassa que não queima na queimada inicial, que é quente, com chamas, também será oxidada. Parte disto ocorre por processos de decomposição (com alguma emissão de CH<sub>4</sub> pela madeira consumida por cupins) e parte pelas requeimadas (queimadas das pastagens e capoeiras, que também consomem os remanescentes da floresta original ainda presentes nas áreas), queimadas estas de temperatura reduzida, com formação de brasas e maiores emissões de gases-traço” (FEARNSIDE, 2022, p. 99).

A queima acidental de biomassa (material orgânico derivado de planta ou animais) e as erupções vulcânicas são consideradas exemplos de fontes de poluição natural. A poluição antrópica, por sua vez, originou-se, principalmente a partir da Revolução Industrial quando surgiram novas fontes de poluição do ar provenientes da combustão dos motores nas indústrias e nos meios de transporte movidos à combustível fóssil (CANÇADO, et al, 2006).

De acordo com Manguiera (2020, p.9), a queimada “é uma prática primitiva da agricultura, destinada principalmente à limpeza do terreno para o cultivo de plantações ou formação de pastos, com uso de fogo de forma controlada que, às vezes, pode descontrolar-se e causar incêndios em florestas, matas e terrenos grandes”.

Segundo BRAGA et. al. (2001), os principais poluentes atmosféricos são: materiais particulados, Ozônio (O<sub>3</sub>), Dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e aerossóis ácidos, Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrogênio (NOX).

A convivência dos seres vivos, em especial a do homem, com esses poluentes tem provocado consequências sérias para a saúde. Estudos mais recentes mostram que podemos encontrar efeitos graves mesmo quando os poluentes se encontram dentro dos padrões de segurança (MORAES et al., 2010).

As consequências das queimadas, de modo geral, são prejudiciais, tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. De forma direta, as queimadas provocam destruição ambiental dos biomas e das áreas que elas afetam e a emissão de gases poluentes e fumaça provocam mal à saúde do ser humano quando inalados imediatamente.

Na cidade de Governador Valadares, no estado de Minas Gerais, é comum observar, especialmente nos períodos mais secos, focos de fogo ao longo de rodovias, em áreas de pastagens próximas as áreas urbanas e também na região da Unidade de Conservação Monumento Natural Pico da Ibituruna e em sua zona de amortecimento. E, por essas observações, torna-se importante o monitoramento quantitativo desses focos de fogo, tal como o entendimento de sua dinâmica de ocorrência.

## OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise quantitativa dos focos de fogo ocorridos em Governador Valadares, Minas Gerais, no período de 2012 a 2021. E, como objetivos específicos tem-se: apresentar os dados de focos de fogo em duas escalas temporais, a anual e a mensal; e verificar, através da comparação de dados, se há relação dos focos de fogo com os dados de chuva anual e da estação chuvosa (outubro a março) do município.

## METODOLOGIA

Esse artigo utiliza o enfoque quantitativo para analisar os focos de fogo no período de 2012 a 2021 na cidade de Governador Valadares MG. Trata-se de uma pesquisa, com caráter descritivo, buscando a identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo, a fim de estabelecer de forma clara e objetiva os resultados obtidos.

Assim, inicialmente foi utilizado como procedimento a revisão bibliográfica em artigos, capítulos de livros e outros materiais que contribuíssem com o embasamento conceitual do tema tratado.

Os dados de focos de fogo de Governador Valadares foram obtidos no site do Programa Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (INPE, 2022a). Pelo site tinha-se disponível os dados mensais de focos de fogo no período entre 2012 e 2021, os quais foram copiados, organizados em tabelas e gráficos, com o uso do Excel, e posteriormente analisados e discutidos em textos.

Destaca-se ainda que foram utilizados os dados do Satélite de referência, “cujos dados diários de focos detectados são usados para compor a série temporal ao longo dos anos e assim permitir a análise de tendências nos números de focos para as mesmas regiões e entre regiões em períodos de interesse” (INPE, 2022b). Ainda conforme informações do INPE (2022b), desde 03 de julho de 2022 o AQUA\_M-T (sensor MODIS, passagem no início da tarde) é utilizado como o satélite de referência, especialmente por ele apresentar órbita mais regular e sensor mais estável.

O tamanho das queimadas que os satélites podem identificar variam: “Para os satélites de órbita polar (NOAAs a 800 km acima da superfície, e TERRA e AQUA a 710 km), trabalhos de validação de campo indicam que uma frente de fogo com cerca de 30 m de extensão por 1 m de largura, ou maior, será detectada. Para os geoestacionários, a 36 mil km de distância, a frente precisa ter o dobro de tamanho para ser localizada. Os satélites mais recentes, NPP-SUOMI e NOAA-20, com seu sensor VIIRS de resolução espacial 375 m, conseguem detectar áreas de alguns m<sup>2</sup> queimando no período noturno, desde que a temperatura seja superior a ~300 graus C” (INPE, 2022b).

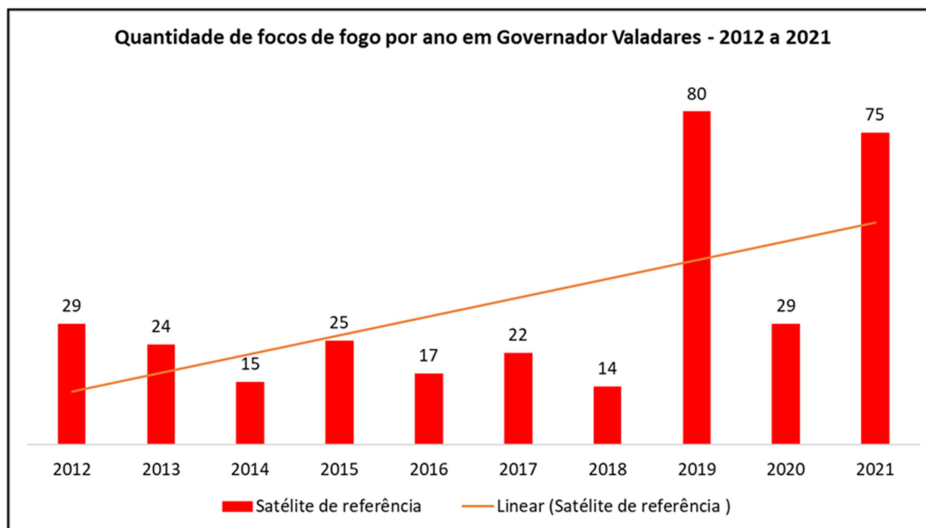
Além disso, um foco pode não corresponder a uma queimada/incêndio, ou seja, a relação não é direta nas imagens de satélite. “Um foco indica a existência de fogo em um elemento de resolução da imagem (pixel), que varia de 375 m x 375 m até 5 km x 5 km, dependendo do satélite. Neste pixel pode haver uma ou várias frentes de fogo ativo distintas que a indicação será de um único foco ou ponto” (INPE, 2022b).

Por fim, obteve-se junto ao site oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) as chuvas médias históricas do município – Normal Climatológica de 1981-2010 (INMET, 2022a) e os dados de chuva acumulada mensal e anual dos anos da pesquisa (INMET, 2022b), os quais foram tabulados e geraram gráficos que permitiram comparar os dados de chuva com os dados de focos de fogo.

## RESULTADOS

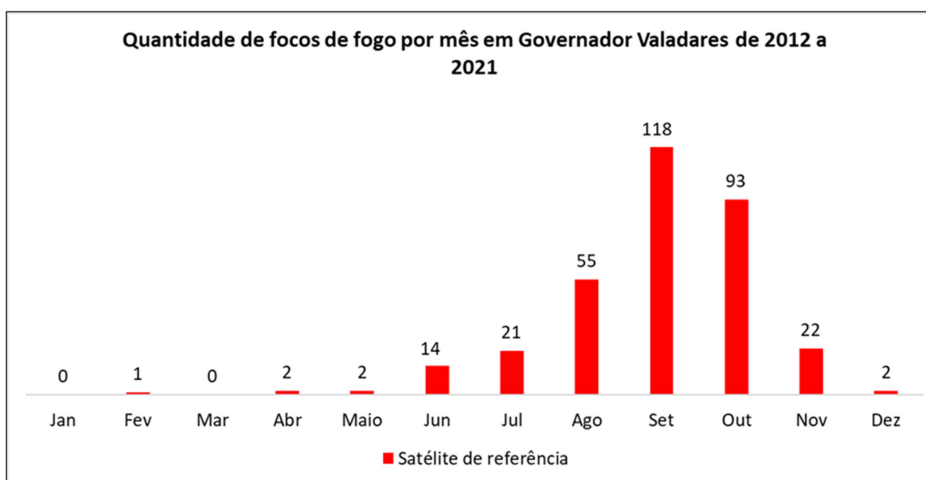
Na Figura 1, demonstra-se quantitativamente os focos de fogo por ano em Governador Valadares, durante os últimos 10 anos (2012 – 2021), conforme dados do satélite de referência. Ao fazer a análise dos dados pode-se observar que o menor registro de focos de fogo ocorreu em 2018 e o maior em 2019.

É de se destacar uma discrepância entre os valores médios do período de 2012 a 2018 em relação ao alto registro do ano de 2019 seguido de uma queda significativa no ano de 2020 e novamente por um grande aumento em 2021. Tal discrepância reflete-se na linha de tendência linear, a qual demonstra a tendência de aumento do número de focos de fogo nos últimos anos.



**Figura 1: Quantidade de focos de fogo por ano em Governador Valadares de 2012 a 2021 segundo Satélite de referência. Fonte: Elaborado pelos autores com dados do INPE/Programa Queimadas (2022a).**

Já na Figura 2 pode-se identificar a quantidade de focos de fogo por mês em Governador Valadares de 2012 a 2021. Pela figura é possível analisar os meses com menor e maior número de focos de fogo de acordo com o satélite de referência, que, respectivamente, são os meses de janeiro e março (sem registro), e setembro (118 focos) e outubro (93 focos). Observa-se também que os meses de junho à novembro apresentam os valores mais significativos, sendo que, setembro e outubro registram, cada um, aproximadamente, o dobro ou ainda quatro ou sete vezes mais do número de focos se comparado com outros meses.

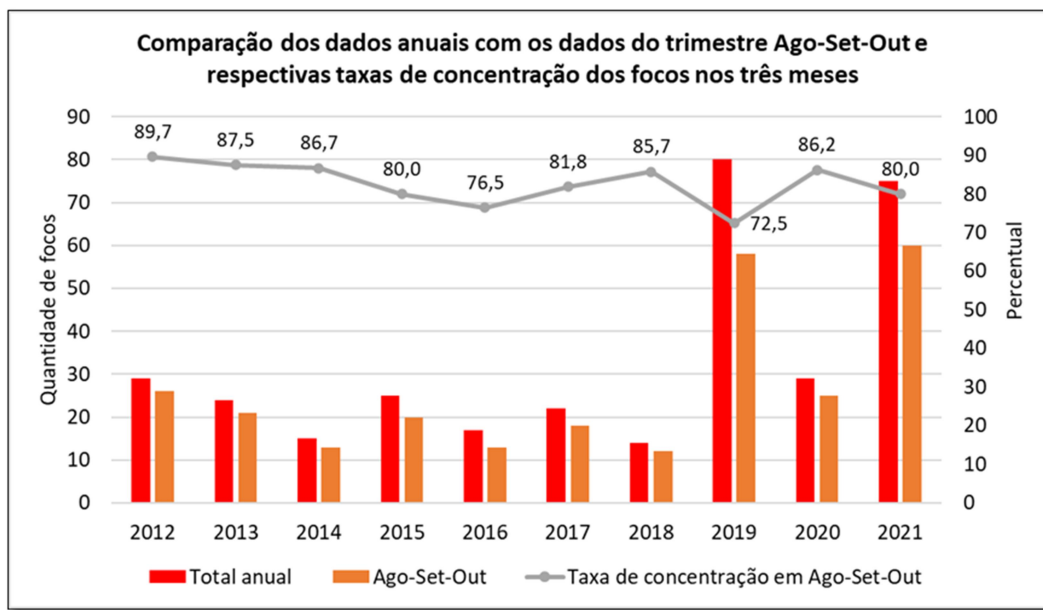


**Figura 2: Quantidade de focos de fogo por mês em Governador Valadares de 2012 a 2021 segundo Satélite de referência. Fonte: Elaborado pelos autores com dados do INPE/Programa Queimadas, 2022a.**

Após constatar que os maiores valores acumulados de focos de fogo ocorrem no trimestre – agosto, setembro e outubro (Figura 2), elaborou-se um gráfico com a finalidade de comparar a quantidade de focos de fogo registrados anualmente com a quantidade de focos registrados no trimestre – agosto, setembro e outubro de cada ano (Figura 3). Por esta

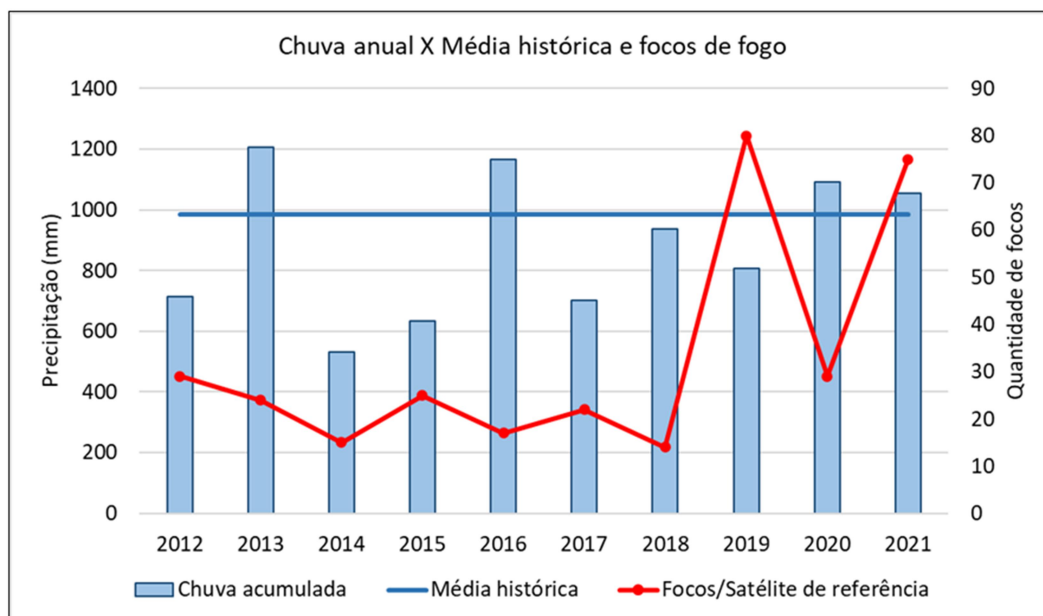
comparação e pelo cálculo da porcentagem é possível identificar uma taxa média de 82,7% dos focos de fogo totais de cada ano concentrados no trimestre agosto-setembro-outubro (Figura 3).

Ainda baseando-se nos dados da Figura 3 é possível verificar que os anos de 2012, 2013 e 2014 são os que registram os maiores percentuais de concentração de focos no trimestre, respectivamente, 89,7%, 87,5% e 86,7%. Já os anos com menores percentuais de concentração de focos no trimestre foram 2019 (72,5%), 2016 (76,5%) e 2015 e 2021 (ambos com 80%), destacando-se, ainda, os anos de 2016 e 2019 como os únicos anos com percentual de concentração no trimestre abaixo de 80%.



**Figura 3: Comparação dos dados anuais com os dados do trimestre agosto-setembro-outubro e respectivas taxas de concentração no trimestre. Fonte: Elaborado pelos autores com dados do INPE/Programa Queimadas, 2022a.**

Na Figura 4 realiza-se um comparativo entre a chuva acumulada anual, a média histórica de chuva e a quantidade anual de focos de fogo em Governador Valadares com a finalidade de se observar ou não relação entre estes dados. De antemão já se nota que a chuva acumulada no ano não é diretamente proporcional com a quantidade de focos de fogo.



**Figura 4: Comparativo entre a chuva acumulada anual, a média histórica de chuva e a quantidade anual de focos de fogo em Governador Valadares. Fonte: Elaborado pelos autores com dados do INPE/Programa Queimadas, 2022a e Inmet, 2022.**

A média de chuva histórica anual para Governador Valadares, conforme Normal Climatológica de 1981-2010 é de 985 mm, assim comparando a média com o acumulado de chuva anual, 6 anos apresentam registro abaixo da média (2012, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019) e 4 anos acima da média (2013, 2020, 2021). Porém, nem todos os anos que registraram acumulado de chuva anual abaixo da média histórica apresentam uma quantidade de focos de fogo em grande número. Tal observação é comprovada com a análise do ocorrido nos anos 2014 e 2015.

Os anos de 2014 e 2015 registraram 530 mm e 634 mm de chuva anual, respectivamente. De acordo com estudos realizados por Souza e Cunha (2021) estes anos podem ser classificados como extremamente secos, pois apresentaram IAC (índice de Anomalia de Chuva) superior a -4. No entanto, mesmo sendo anos extremamente secos registraram apenas 15 (2014) e 25 (2015) focos de queimadas, ou seja, foram o segundo e sexto ano, respectivamente, com menores registros.

Em contrapartida, nos anos de 2019, 2020 e 2021 pode-se observar algumas particularidades. O ano de 2019, classificado por Souza e Cunha (2021), como um ano de seca moderada, registrou a maior quantidade de focos de fogo do período – 80 focos. Neste ano a chuva acumulada ficou abaixo da média (806 mm), contudo, tiveram anos muito mais secos que apresentaram valores muito abaixo deste de focos de fogo.

O ano de 2020 foi um ano chuvoso (1091 mm), com acumulado de chuva acima da média histórica, contudo apresentou o terceiro maior registro de quantidade de focos de fogo, 29, se equiparando ao dado de um ano mais seco – 2012 (715 mm). E, por último, tem-se o ano de 2021, o qual registrou um acumulado de chuva anual acima da média – 1055 mm mas, no entanto, registrou também a segunda maior quantidade de focos de fogo, 75.

Assim, ao observar a falta de proporcionalidade dos dados de chuva anual com a quantidade de focos anuais, realizou-se a comparação da média histórica de chuva registrada de outubro a março em Governador Valadares (Normal Climatológica) com a chuva registrada na estação chuvosa (outubro a março), ou seja, os seis meses de estação chuvosa que compreendem o ano anterior e o ano em curso, com os focos de fogo registrados no trimestre agosto-setembro-outubro do ano em curso, a fim de observar ou não impacto das chuvas registradas na estação chuvosa nos dados de focos de fogo (Figura 5).

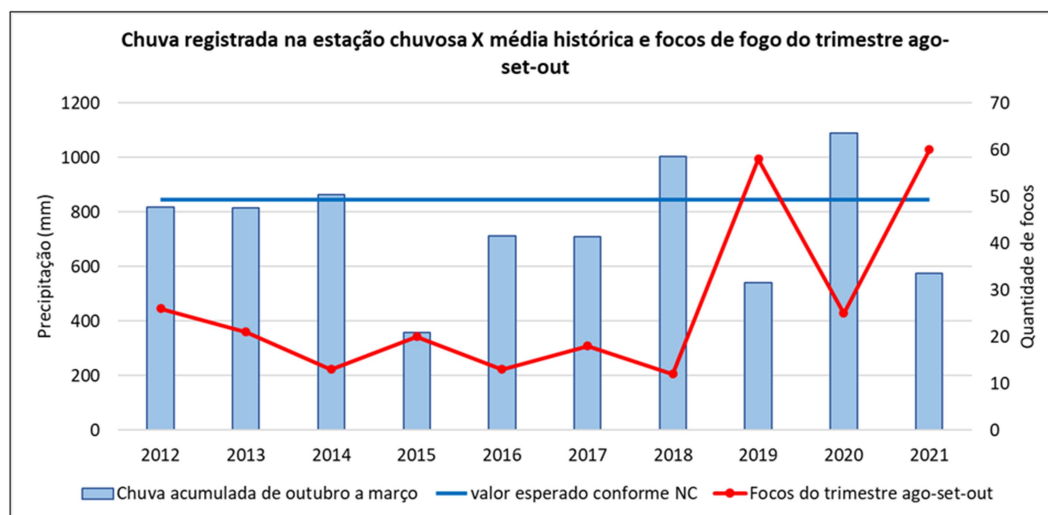


Figura 5: Comparativo da chuva acumulada na estação chuvosa com a média histórica do mesmo período e os focos de fogo do trimestre agosto-setembro-outubro. Fonte: Elaborado pelos autores com dados do INPE/Programa Queimadas, 2022a e Inmet, 2022.

Conforme visto anteriormente, o trimestre agosto-setembro-outubro concentra 82,7% dos focos de fogo registrados em um ano, assim, a ocorrência ou não de chuvas na estação chuvosa que antecede o trimestre podem ter impactos diretos no registro trimestral dos focos de fogo conforme se observa na Figura 5. Uma vez que, os seis meses da estação chuvosa concentram, conforme dados da Normal Climatológica do Inmet, 85% das chuvas registradas (845 mm) em relação à média histórica anual (985 mm).

Pela Figura 5, em geral, nota-se que os menores registros de focos de fogo no trimestre estão relacionados a uma estação chuvosa que o antecede com registro de chuva próximos a média ou superiores a média. É o que se observa, especialmente, nos anos de 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018 e 2020. Chama-se a atenção aqui para duas particularidades, os anos de 2014 e 2020.

Em relação ao ano de 2014 tem-se que o registro anual de chuva o colocou como o ano mais seco da série histórica, conforme observado na figura 4, ficando assim desproporcional a comparação dos dados de chuva com os dados de focos de fogo anuais. Contudo, ao se analisar os dados da estação chuvosa 2013/2014 encontra-se a resposta do pequeno registro de focos de fogo para o ano de 2014, uma vez que, esta estação chuvosa registrou chuvas acima da média, o que pode ter contribuído para um prolongamento da umidade durante a estação seca e menor incidência do fogo.

Em relação ao trimestre agosto-setembro-outubro do ano de 2020 destaca-se que ocorreu um registro considerável de focos de fogo, uma vez que, a estação chuvosa que o antecedeu, dentro da série histórica, é a que apresenta os maiores volumes acumulados de chuva.

Nos anos de 2019 e 2021 tem-se uma relação clara do que a baixa umidade relativa do ar comum no trimestre agosto-setembro-outubro devido a estação do ano inverno/outono somada a uma estação chuvosa – 2018/2019 e 2020/2021 com registro de chuva abaixo da média histórica, respectivamente, 542 mm e 575 mm, podem gerar em termos de quantidade de focos de fogo. Ou seja, verifica-se uma relação direta destes dados.

Por outro lado, contudo, não se verifica a mesma relação no ano de 2015. O ano de 2015 teve a estação chuvosa (2014/2015) mais seca da série (358 mm) mas, no entanto, não registrou valores tão elevados de focos de fogo, somente 20, valor baixo quando relacionado ao ocorrido, especialmente, nos anos de 2019 – 58 focos e de 2021 – 60 focos.

## CONCLUSÕES

O registro no número de focos de fogo em Governador Valadares aumentou consideravelmente nos três últimos anos da série de dados, com destaque especial para os anos de 2019 e 2021. Nestes anos observa-se, em especial e muito claramente, os impactos da estação chuvosa, a qual ocorre de outubro a março, sobre os dados de focos de fogo do trimestre agosto-setembro-outubro, pois uma estação chuvosa com registros de chuva abaixo da média somado aos baixíssimos registros da estação seca geram condições mais propícias a existência de focos de fogo, sejam eles de causa natural ou antrópica.

Assim, considerando a ocorrência de uma estação chuvosa – três meses do ano antecedente e três meses do ano em curso com baixos volumes de chuva somados aos registros de chuva baixíssimos da estação seca – abril a setembro, tem-se o ápice de ar, solos e vegetação mais secos no trimestre agosto-setembro-outubro e por isso a concentração de focos de fogo neste período. Portanto, é importante aos órgãos fiscalizadores estarem atentos às condições climáticas para melhor planejarem seu trabalho e especialmente atuarem mais em situações em que se observa uma estação chuvosa mais seca.

Considera-se por fim que esta pesquisa cumpre a função de analisar dados e informações a fim de fornecer e divulgar, com o propósito de facilitar a promoção de alguma atividade a favor do meio ambiente. Constata-se, contudo, que é importante mais estudos e mais análises sobre este objeto como a constatação das áreas queimadas ao longo dos anos, os registros de queimadas nas áreas de preservação, dentre outros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA, Alfesio; BÖHM, György Miklós; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; SALDIVA, Paulo. Poluição atmosférica e saúde humana. **Revista USP**, São Paulo, v. 51, p. 58-71, set. 2001.
- CANÇADO, José Eduardo Delfini; BRAGA, Alfesio; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; ARBEX, Marcos Abdo; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; SANTOS, Ubiratan de Paula. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, [S.L.], v. 32, n. 2, p. 5-11, maio 2006. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s1806-37132006000800003>> Acesso em: 05 out. 2022.
- FEARNSIDE, Philip M.. Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, [S.L.], v. 16, n. 44, p. 99-123, abr. 2002. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142002000100007>> Acesso em: 05 out. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados Meteorológicos**. Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/>. Acesso em: 12 out. 2022a.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais Climatológicas do Brasil**. Brasília: INMET, 2022. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 12 out. 2022b.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais**. BDQueimadas. Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas#graficos>. Acesso em: 05 out 2022a.

7. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE. **Portal do Monitoramento de Queimadas e Incêndios Florestais. Perguntas frequentes.** Disponível em <https://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/portal/informacoes/perguntas-frequentes#p1>. Acesso em: 10 nov. 2022b.
8. MANGUEIRA, Rita de Souza. **Queimadas na Amazônia 2020: um estudo sobre as causas e consequências em longo prazo.** 2021. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Itaporanga, 2021.
9. MORAES, Ana Cláudia Lopes de; IGNOTTI, Eliane; NETTO, Paulo Artaxo; JACOBSON, Ludmilla da Silva Viana; CASTRO, Hermano; HACON, Sandra de Souza. Sibilância em crianças e adolescentes vizinhos a uma indústria petroquímica. **J. Pediatr.**, Rio de Janeiro, v. 86, n. 4, p. 44-337, ago. 2010.
10. SOUZA, Carlos Junio de. CUNHA, Daniela Martins. Anomalias de chuva em Governador Valadares – MG de 1989 A 2019. In: XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica – XIV SBCG, 2021. João Pessoa-PB. **Anais [...].** João Pessoa, 2021, p. 2680-2694. Disponível em: [https://www.xivsbcg.com/\\_files/ugd/9ff9b8\\_05290f37fcfb41e5abc21a1ae8aa8d40.pdf](https://www.xivsbcg.com/_files/ugd/9ff9b8_05290f37fcfb41e5abc21a1ae8aa8d40.pdf).