

Focos de calor e impactos associados à dinâmica do trabalho na América do Sul

Heat spots and associated impacts on labor dynamics in South America

Wesley Leitão de Sousa¹ , Eric Renan Mota Vasconcelos² , Ana Karine Justino da Costa³ ,
Moisés Dias Gomes de Asevedo^{4,5} 

¹Departamento de Teoria Econômica, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade (FEAAC), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mail: wesleyleitao@gmail.com

²Ciências Econômicas, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mail: ericrenan1903@gmail.com

³Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil.

E-mail: anakarinejc@gmail.com

⁴Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil.

E-mail: moisesdga@gmail.com

⁵Departamento de Contabilidade, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade (FEAAC),

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza (CE), Brasil. E-mail: moisesdga@gmail.com

Como citar: Sousa, W. L., Vasconcelos, E. R. M., Costa, A. K. J., & Asevedo, M. D. G. (2026). Focos de calor e impactos associados à dinâmica do trabalho na América do Sul. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 64, e304025. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2026.304025>

Resumo: Focos de Calor, incêndios e queimadas são externalidades negativas que impactam o meio ambiente, o social e o econômico, sobretudo no mercado de trabalho. Nessa linha, o presente trabalho buscou quantificar os impactos dos focos de calor sobre o mercado de trabalho via nível de emprego na América do Sul no período de 2002 a 2022, especificamente nas estatísticas de trabalhadores por conta própria e empregos nos setores agrícola, industrial e de serviços. Para tal, aplicou-se o modelo de dados em painel com efeitos fixos, considerando 11 países do continente sul-americano e controlando os efeitos dos focos de calor no mercado de trabalho por variáveis sociodemográficas e climáticas. Os resultados demonstraram que o aumento da incidência dos focos de calor impacta negativamente o setor de serviços e positivamente o setor agrícola, devido à necessidade da recuperação da terra ou pela prática recorrente do uso do fogo no calendário agrícola tradicional. Os “conta própria” e o setor industrial também foram analisados, mas não apresentaram significância estatística. O estudo reforça a atenção para as políticas preventivas que possam monitorar e combater os incêndios e queimadas, a fim de evitar efeitos negativos no mercado de trabalho em regiões mais suscetíveis a essas externalidades.

Palavras-chave: dados em painel, emprego setorial, queimadas e incêndios florestais, variáveis climáticas.

Abstract: Heat spots, wildfires, and burnings are negative externalities that affect environmental, social, and economic outcomes, particularly in the labor market. In this context, this study sought to quantify the impacts of heat spots on the labor market through employment levels in South America from 2002 to 2022, specifically focusing on statistics for self-employed workers and employment in the agricultural, industrial, and services sectors. To this end, a fixed-effects panel data model was applied, considering 11 South American countries and controlling for the effects of heat spots on the labor market through sociodemographic and climatic variables. The results show that an increase in the incidence of heat spots negatively affects employment in the services sector and positively affects employment in the agricultural sector, due to the need for land recovery or the recurrent use of fire in the traditional agricultural calendar. Self-employment and the industrial sector were also analyzed, but no statistically significant effects were found. The study highlights the importance of preventive policies aimed at monitoring and combating wildfires and burnings in order to avoid adverse effects on labor markets in regions more vulnerable to these externalities.

Keywords: panel data, sectoral employment, burning and forest fires, climatic variables.

1 Introdução

Os eventos climáticos extremos vêm sendo investigados e reconhecidos como fontes de choque econômicos, que impactam a produtividade, a dinâmica do emprego e a alocação setorial



do trabalho, sobretudo naquelas cidades e países com dependência econômica das atividades primárias e dos serviços presenciais (Jones & McDermott, 2021; Pradhan & Arneson, 2024).

Nesse contexto, os países da América do Sul apresentam, de forma geral, uma estrutura econômica baseada na produção de bens primários, com destaque para a agropecuária e a extração mineral. Esse padrão de especialização produtiva, historicamente consolidado, está associado à inserção internacional dessas economias como exportadoras de *commodities*, o que as torna particularmente vulneráveis a choques ambientais e climáticos (Prebisch, 1950; Ocampo, 2017).

Logo, a atividade do fogo, vista na forma dos focos de calor, incêndios florestais e queimadas, configuram-se como externalidades negativas capazes de promover impactos no mercado de trabalho. Em consonância com essa discussão, os focos de calor são definidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2025) como qualquer temperatura registrada na superfície da terra acima de 47°C, e estão associados à ocorrência dos incêndios florestais e às queimadas (Dias et al., 2025). De forma distinta, os incêndios são definidos como um fogo descontrolado que incide sobre a vegetação, que pode ocorrer por causas naturais ou por ação antrópica. Já as queimadas são práticas agrícolas que utilizam o fogo de forma controlada para viabilizar a agricultura ou renovar as pastagens (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2025).

Na América do Sul, constata-se uma tendência de aumento na incidência desses eventos, com aproximadamente 511 mil focos, em que cerca de 54,60% desse valor, 279 mil, pertenciam ao Brasil em 2024, tornando o país um epicentro das discussões referentes aos incêndios e queimadas na região (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2025). A intensificação desses eventos está atrelada tanto aos fatores climáticos, como no caso dos períodos de seca, quanto aos fatores antrópicos, como detalhado no estudo de Sousa & Irffi (2024).

Do ponto de vista econômico, os focos de calor, incêndios e queimadas afetam as economias locais a partir da perda de safra, da mortandade de animais e da redução da produtividade do solo, o que impacta diretamente as cadeias produtivas. Tais efeitos recaem no mercado de trabalho, afetando o setor agroindustrial, que depende da produção advinda da agricultura e da pecuária (Prudencio et al., 2018).

Embora a literatura internacional tenha avançado na investigação dos impactos dos incêndios florestais e da poluição associada ao fogo sobre o mercado de trabalho, boa parte dos estudos se concentra para o Canadá (Kabore et al., 2023) e os Estados Unidos (Jones & McDermott, 2021; Han et al., 2024), sendo escassas as evidências empíricas para a América do Sul (Chan et al., 2022). Vale salientar que esta última se trata de uma região cujo uso do fogo é recorrente nas práticas agrícolas tradicionais e com forte participação do setor de serviços na composição do emprego total (International Labour Organization, 2025).

Importante dizer que poucos estudos abordam os efeitos setoriais de tais choques ambientais sobre o mercado de trabalho a nível de países, distinguindo-se entre os empregos agrícolas, industriais e de serviços, bem como a categoria dos trabalhadores por conta própria. Essa lacuna, portanto, limita a compreensão dos mecanismos de ajuste do trabalho em face aos eventos climáticos extremos nas economias em desenvolvimento, como no caso dos países sul-americanos.

À luz do apresentado, o presente estudo traz consigo o seguinte questionamento: qual o impacto dos focos de calor no mercado de trabalho na América do Sul? Perante o exposto, a pesquisa tem por objetivo quantificar os impactos da ocorrência dos focos de calor no mercado de trabalho da América do Sul, com ênfase nos mecanismos de ajustamento via nível de emprego, desagregando os efeitos por setores da economia, a partir dos trabalhadores por

conta própria, empregos agrícolas, industriais e setor de serviços, considerando o período de 2002 a 2022.

Do ponto de vista metodológico, aplica-se a modelagem de dados em painel com efeitos fixos, consagrada na literatura (Jones & McDermott, 2021; Borgschulte et al., 2024; Xie, 2024) que avalia a relação entre os focos de calor e variáveis relacionadas ao mercado de trabalho. Desse modo, o uso de dados em painel auxiliará na compreensão de como os focos de calor nos países sul-americanos, ao longo de duas décadas, impactam no mercado de trabalho em diferentes setores econômicos.

2 Fundamentação Teórica

Os impactos socioeconômicos dos focos de calor, incêndios florestais e queimadas vêm ganhando destaque na literatura científica, sobretudo no que diz respeito ao mercado de trabalho. A análise desses fenômenos requer uma abordagem interdisciplinar, uma vez que envolve a interação entre fatores econômicos, ambientais e sociais. Conforme argumenta Sachs & Stroh (2002), a compreensão dos desafios contemporâneos demanda a integração entre diferentes campos do conhecimento, especialmente no tratamento de problemas ambientais complexos.

Coulombe e Rao (2025) investigaram esse fenômeno nos Estados Unidos, verificando que o aumento da atividade dos incêndios está associado ao declínio nos níveis de emprego em diversos condados (*counties*), resultando na destruição de postos de trabalho e migração líquida negativa. Em maiores detalhes, os autores utilizaram um conjunto de dados em painel de 2000 a 2021 e, a partir da função impulso-resposta, identificaram que os efeitos variam de acordo com o nível de desemprego pré-existente. Durante os períodos de alto desemprego, os incêndios causam uma redução significativa no emprego nos dois anos subsequentes ao choque. Já em contextos de baixo desemprego, o impacto não se mostrou estatisticamente significativo (Coulombe & Rao, 2025).

Por outro lado, Pradhan & Arneson (2024) avaliaram os impactos dinâmicos dos incêndios florestais no setor de construção, valendo-se de dados sobre as licenças residenciais e o emprego de mão de obra. A análise baseia-se em um estudo de caso do incêndio *Camp Fire* de 2018, que ocorreu no condado de *Butte* no estado da Califórnia. Os achados sugerem que o evento provocou um aumento na atividade de construção residencial, com crescimento médio das licenças em 67%, seguido de uma elevação consistente de 25% da mão de obra após o incêndio (Pradhan & Arneson, 2024).

Prudencio et al. (2018), por sua vez, dimensionaram o impacto da área das queimadas e da frequência dos grandes incêndios¹ nos empregos totais e por setores específicos da região de *Intermountain West*, localizada nos Estados Unidos. O estudo avaliou tais efeitos no período de 2001 a 2015, sendo as estimativas obtidas a partir de dados em painel com modelo de efeitos fixos. Como resultado, observaram efeitos econômicos positivos dos incêndios totais e daqueles localizados em área rurais, sob os empregos totais, com efeitos decrescentes a longo prazo, concluindo que os incêndios totais e rurais proporcionam empregos no setor de produção de bens, com foco nos recursos naturais, na atividade de mineração e no setor de prestação de serviços.

¹ Convém destacar que os regimes do fogo na América do Norte e na América do Sul são distintos. Nas florestas boreais do Canadá e dos Estados Unidos, o fogo é um processo ecológico natural de elevada intensidade, que consome grande parte da biomassa do dossel das árvores (Stocks & Kauffman, 1997). Por outro lado, os incêndios em florestas tropicais úmidas, como no caso da floresta Amazônica, são em grande parte de origem antrópica (Nepstad et al., 2006).

Ainda no contexto dos grandes incêndios, Luo (2023), Walls & Wibbenmeyer (2023) observaram os impactos dos incêndios florestais destrutivos em alterações do emprego por setores a curto e longo prazo. Ambos os trabalhos se valeram do modelo de diferenças-em-diferenças, com abrangência na parte oeste dos Estados Unidos, sendo o primeiro mais específico para o estado da Califórnia. Ademais, a primeira pesquisa utilizou dados entre os anos de 2003 a 2021, ao passo que o estudo de Walls & Wibbenmeyer (2023) abrangeu o recorte de 1990 a 2019. Além das proximidades geográficas e do modelo empregado, alguns resultados também foram semelhantes, como no caso do crescimento no número de postos de trabalho no setor de construção após a ocorrência dos grandes incêndios. Segundo Luo (2023), o número de trabalhadores neste setor cresceu de forma constante ao longo de 18 meses após os incêndios florestais, alcançando cerca de 10% acima do que seria esperado sem o incêndio. De maneira análoga, os setores de arquitetura e engenharia, por sua vez, apresentaram um crescimento de até 5% nesses 18 meses. Em paralelo, Walls & Wibbenmeyer (2023) observaram que a taxa de crescimento do emprego na área de construção aumentou por até seis trimestres após um episódio de queimada, enquanto no setor de hospitalidade² foi observada uma diminuição no crescimento do emprego entre o segundo e o quinto trimestre após a queimada. De maneira geral, o aumento do número de trabalhadores no setor da construção constatado nas duas pesquisas, deve-se especialmente pela reconstrução das infraestruturas danificadas nas áreas mais afetadas.

Convém mencionar a ocorrência dos megaincêndios, que também ocorrem nas florestas dos Estados Unidos e são definidos como aqueles que devastam áreas superiores a 40.500 hectares (National Interagency Fire Center, 2020). Nessa linha, Jones & McDermott (2021) investigam os efeitos desses eventos sobre o mercado de trabalho em comunidades situadas nas zonas diretamente afetadas pelo fogo, utilizando dados em painel e modelo de efeitos fixos, com base no período de 2010 a 2017. A partir dos resultados, pode-se observar uma queda nos empregos e salários no setor de serviços, devido à diminuição nas atividades comerciais, às evacuações, à emigração e outras perturbações que reduzem as operações de comércio (Jones & McDermott, 2021). Outra externalidade é a redução da produtividade dos trabalhadores, seguida da queda nos rendimentos salariais, fato associado à piora na saúde dos trabalhadores, devido à exposição à fumaça dos incêndios, mudanças na saúde mental e perda de familiares ou amigos. Em relação ao impacto sobre os salários, os autores identificam uma redução de até 1,7% no ano da ocorrência do megaincêndio, seguida por uma nova queda de 1% no ano subsequente e de 0,4% dois anos após o evento.

Outra frente de pesquisa discute os efeitos da exposição humana à fumaça dos incêndios florestais, como visto no trabalho de Borgschulte et al. (2024), que estimaram os impactos dessa forma de poluição do ar nos resultados do mercado de trabalho a nível de condados americanos, a partir de dados em painel com modelo de efeitos fixos no período de 2007 a 2019. A pesquisa adotou a medida de “elasticidade por poluição”, que representa a variação percentual em um resultado do mercado de trabalho para cada aumento de 1% na poluição. Os resultados demonstraram que um incremento de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nas concentrações trimestrais de $\text{MP}_{2,5}$ acarreta uma perda *per capita* de US\$103, equivalente a aproximadamente 1,81% dos ganhos trimestrais individuais (Borgschulte et al., 2024). Além disso, estimou-se que cada dia adicional de exposição à fumaça de incêndios reduz o emprego trimestral no condado em cerca de 80 pessoas por milhão na população com 16 anos ou mais, o que corresponde a uma

² A pesquisa de Walls e Wibbenmeyer (2023) refere-se à indústria de acomodação (código NAICS: 721) e à indústria de hotéis, outros estabelecimentos de hospedagem e empreiteiras de construção civil (código SIC: 70).

³ Partículas finas de poluição atmosférica com diâmetro igual ou inferior a 2,5 micrômetros.

queda de 0,013% em relação à taxa média de emprego da amostra (62,6%). Esses achados indicam que o aumento da exposição à fumaça não apenas reduz significativamente os ganhos, mas também impacta negativamente os indicadores de emprego.

Em contrapartida, a pesquisa de Nielsen-Pincus et al. (2013) evidenciou resultados opostos, ao examinarem o efeito dos grandes incêndios florestais no crescimento econômico na região Oeste dos Estados Unidos, durante os anos de 2004 a 2008, com base em séries temporais avaliadas no modelo de heterocedasticidade condicional autorregressiva generalizada. Os resultados do estudo indicam que a ocorrência dos grandes incêndios tende a elevar o emprego e os salários médios nos condados considerados durante o trimestre que se deu o incêndio, bem como aumenta tais variáveis durante a perturbação ambiental. A pesquisa destaca que os incêndios também tendem a aumentar a volatilidade do emprego e dos salários médios no ano posterior ao evento, sendo que um dos fatores que pode explicar o crescimento da volatilidade é o fato de certos condados americanos terem enfrentado incêndios recorrentes (Nielsen-Pincus et al., 2013).

Ainda no âmbito da discussão dos impactos dos incêndios florestais nas mudanças nos níveis de emprego, salários totais e salários médios, cita-se a pesquisa de Fiehn (2019), aplicada ao estado da Califórnia, Estados Unidos, no período de 2000 a 2017. O estudo de eventos, estimado a partir de dados em painel de efeitos fixos, demonstrou que existe uma tendência de crescimento nos salários após os incêndios florestais. Ademais, os autores controlaram os efeitos do fogo por categorias de incêndio, observando que a maioria dos coeficientes estimados para o estrato dos megaincêndios permaneceram não significantes, levando a crer que não existem evidências de que os grandes incêndios afetam as condições no mercado de trabalho nas regiões investigadas.

Ampliando o escopo de estudos, Kabore et al. (2023) examinaram os efeitos a curto, médio e longo prazo do incêndio devastador de 2011 no município de *Slave Lake*, na província de Alberta, no Canadá. Para tanto, utilizaram o estimador de diferenças-em-diferenças aplicado a dados em painel no intervalo de tempo de 2004 a 2018. Nos dois primeiros anos após o incêndio, as estimativas não foram significantes tanto para a renda total quanto para a renda do emprego. Segundo os autores, uma possível explicação para esse resultado é que as atividades de reconstrução e limpeza podem ter estimulado a economia local imediatamente após o desastre. No entanto, a partir do terceiro ano, os impactos foram significantes: a renda total diminuiu, em média, \$4.500, enquanto a renda de emprego caiu \$3.100. Além disso, observou-se uma redução de \$3.500 e \$2.500, respectivamente, em outros indicadores relacionados ao emprego (Kabore et al., 2023). Outra descoberta relevante foi a diferença nos efeitos do incêndio entre a margem intensiva⁴ (indivíduos já empregados) e a margem extensiva (pessoas em busca de emprego). Os impactos foram mais acentuados na margem intensiva, sugerindo que a perturbação econômica afetou principalmente aqueles que já estavam empregados, em vez de influenciar significativamente a entrada de novos trabalhadores no mercado (Kabore et al., 2023).

Diferente dos estudos apresentados, a pesquisa de Han et al. (2024) quantificou os efeitos da exposição à fumaça dos incêndios florestais nos Estados Unidos sobre as vendas locais, no mercado de varejo de purificadores de ar, garrafas de água, remédios para gripe, produtos nutricionais, entre outros. A metodologia seguiu a análise para dados em painel com o modelo de efeitos fixos para os anos de 2006 a 2019. Um dos aspectos apontados no estudo indica que os condados norte-americanos expostos a seis ou sete dias de fumaça por semana experimentaram um aumento nas vendas de bens duráveis, como os purificadores de ar.

⁴ Na literatura da economia do trabalho, o conceito de margem extensiva também pode se referir a quantas pessoas trabalham, a participação no mercado de trabalho. Já a margem intensiva diz respeito a quanto essas pessoas trabalham em média (horas trabalhadas, produtividade) (Blundell et al., 2011).

Há de se ressaltar que o efeito das vendas é maior na população idosa, aqueles com 65 anos ou mais, sobretudo com os produtos relacionados ao sistema respiratório, sendo os bens duráveis comprados para suavizar os efeitos de longo prazo da exposição à fumaça, ao passo que os bens de consumo não duráveis, como as garrafas de água ou pastilhas para tosse não apresentaram um padrão de consumo consistente em relação à intensidade da exposição (Han et al., 2024).

Os estudos de Cabral & Dillender (2024) e Hetalo (2024) analisaram os efeitos da exposição ao fogo e à fumaça sobre as horas trabalhadas e a saúde dos trabalhadores. Ambos os trabalhos utilizaram dados em painel com modelos de efeitos fixos, porém com abordagens distintas: o primeiro estudo focou no Texas (EUA) no período de 2005 a 2018, enquanto o segundo examinou dados do Canadá entre 2010 e 2019. Cabral & Dillender (2024) demonstraram que o aumento da concentração de $MP_{2,5}$ no ar é um fator determinante para o crescimento na incidência de lesões ocupacionais, com impacto desproporcional sobre homens, cuja taxa de lesões foi 2,5 vezes superior à das mulheres. Adicionalmente, os autores estimaram que esse fenômeno gerou custos extras de US\$ 108,60 por 100 mil trabalhadores/dia para as empresas. Já Hetalo (2024) identificou que a exposição à fumaça de incêndios eleva a probabilidade de os trabalhadores migrarem para jornadas parciais ou ficarem desempregados. O estudo também detectou aumentos modestos, porém estatisticamente significativos, nas taxas agregadas de desemprego, evidenciando que os efeitos negativos da poluição atmosférica se manifestam tanto em nível individual quanto macroeconômico.

Na América do Sul, Chan et al. (2022) avaliaram os episódios de incêndios florestais para entender o impacto da poluição atmosférica na oferta de trabalho no Chile, considerando os anos de 2010 a 2018 a partir de dados em painel e estimativas para modelo de variáveis instrumentais. Os autores detectaram uma correlação positiva entre a poluição do ar e as horas trabalhadas, sugerindo que mais poluição está associada a mais horas trabalhadas. No escopo dos setores econômicos, a agricultura e os serviços tiveram um efeito negativo de três a quatro vezes mais do que nos outros setores, apontando que a poluição do ar afeta fortemente os trabalhadores inseridos em ocupações primárias. No entanto, os setores de manufatura, construção e utilidades tendem a aumentar as horas trabalhadas em decorrência da poluição do ar, um efeito que pode estar correlacionado com atividades ligadas aos incêndios florestais (Chan et al., 2022).

Apesar de não trabalhar diretamente com os focos de calor, o estudo de Saiani & Perosa (2016) discute a mecanização da colheita da cana-de-açúcar nos municípios paulistas e sua relação com a saúde respiratória da população local. Vale enfatizar que a mecanização de tais atividades agrícolas implica na redução das queimadas, procedimento utilizado na colheita da cana e que agrava a função respiratória da população. O estudo foi realizado considerando dados entre os anos de 2006 e 2011, sendo observado que a mecanização e as internações por problemas respiratórios apresentaram relação negativa, ou seja, à medida que as práticas agrícolas se tornaram mecanizadas (menores queimadas) ocorreu redução dos agravos com problemas respiratórios, sobretudo em crianças e idosos.

3 Metodologia

3.1 Área de estudo

A análise envolve os 11 países oficialmente reconhecidos da América do Sul, sendo estes Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Equador, Guiana, Paraguai, Peru, Suriname, Uruguai, representados no mapa visto na Figura 1 a seguir.

Além dos países mencionados, a América do Sul também inclui territórios dependentes, como a Guiana Francesa e as Ilhas Malvinas. No entanto, esses territórios foram excluídos da presente análise em razão da indisponibilidade de informações relevantes.

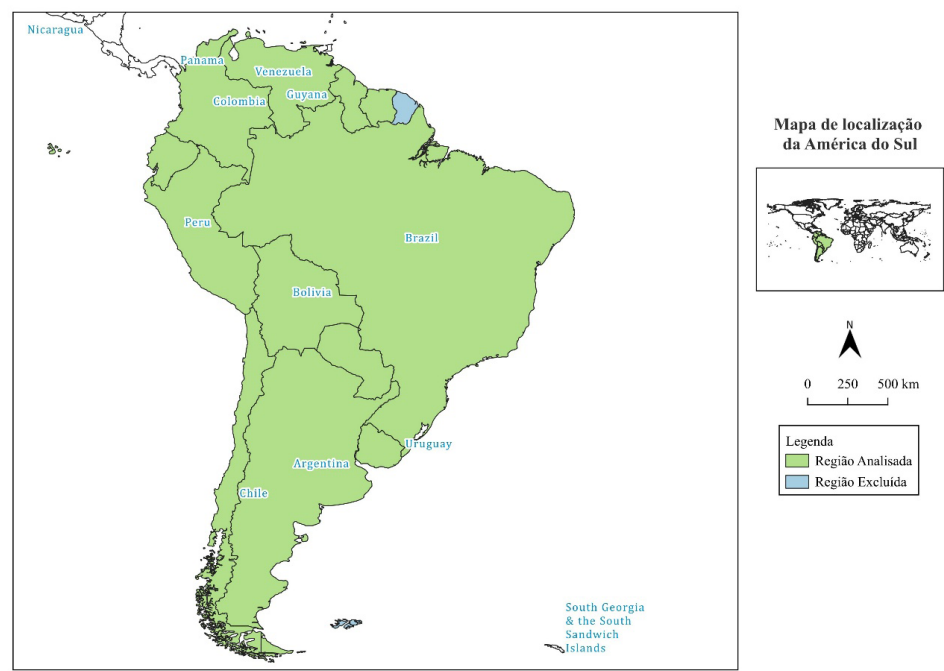


Figura 1. Delimitação da área de estudo.
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

3.2 Base de dados

Os dados anuais de 2002 a 2022 para o mercado trabalho foram extraídos do World Bank (2025), que consolida estatísticas internacionais a partir de diferentes fontes, incluindo a *International Labour Organization* (International Labour Organization, 2025), responsável pela agregação dos dados primários. De forma mais detalhada, foram obtidos dados para os trabalhadores por conta própria, bem como os empregos nos seguintes setores: agricultura, indústria e serviços. A descrição completa pode ser vista no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1. Resumo das estatísticas para o mercado de trabalho.

Estatísticas	Descrição
Trabalhadores por Conta Própria	Percentual da população empregada e caracterizada como empregador. São trabalhadores que, trabalhando por conta própria ou com um ou alguns parceiros, ocupam o tipo de emprego definido como “trabalho por conta própria”, ou seja, empregos em que a remuneração depende diretamente dos lucros obtidos com a produção de bens e serviços. Nessa condição, contratam, de forma contínua, uma ou mais pessoas para trabalhar com estes como empregado(s).
Empregos: Agrícola	Percentual da população empregada no setor agrícola, que consiste nas atividades de agricultura, caça, silvicultura e pesca, de acordo com a divisão 1 (<i>International Standard Industrial Classification</i> - ISIC 2) ou categorias A-B (ISIC 3) ou categoria A (ISIC 4).

Fonte: elaborado a partir de International Labour Organization (2025) e World Bank (2025).

Quadro 1. Continuação...

Estatísticas	Descrição
Empregos: Indústria	Percentual da população empregada no setor industrial, sendo que este consiste na mineração e extração, manufatura, construção e serviços públicos (eletricidade, gás e água), de acordo com as divisões 2-5 (ISIC 2) ou categorias C-F (ISIC 3) ou categorias B-F (ISIC 4).
Empregos: Serviços	Percentual da população empregada no setor de serviços, sendo que este consiste em comércio atacadista e varejista, restaurantes e hotéis; transporte, armazenagem e comunicações; finanças, seguros, imóveis e serviços empresariais; e serviços comunitários, sociais e pessoais, de acordo com as divisões 6-9 (ISIC 2) ou categorias G-Q (ISIC 3) ou categorias G-U (ISIC 4).

Fonte: elaborado a partir de International Labour Organization (2025) e World Bank (2025).

Conforme Ehrenberg et al. (2025), existem grupos de trabalhadores que não competem entre si (*noncompeting groups*) devido a habilidades diferentes, localização geográfica ou barreiras à entrada. No contexto desse estudo, por exemplo, os trabalhadores do setor de serviços e da agricultura pertencem a grupos distintos, ou seja, um choque como os focos de calor afeta os grupos de forma diferente, pois em tese atuam em mercados distintos. Dessa forma, corrobora-se a desagregação da análise por setores.

Na sequência, a frequência absoluta anual dos focos de calor foi obtida a partir do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2025), especificamente do Programa Queimadas, que realiza o monitoramento diário desde 1998 da situação dos focos de calor na América do Sul. Para fins de inclusão no modelo da subseção 3.3, relativizou-se a variável, dividindo-a pela área de cada país, possibilitando comparar países diferentes de forma mais apropriada, evitando a distorção dos resultados.

Um grupo de variáveis está relacionado às características sociodemográficas por países, que se relacionam aos resultados no mercado de trabalho e à ocorrência dos focos de calor. Para levar isso em consideração, incluiu-se a densidade populacional, expressa pelo número de habitantes a cada *km²*, obtida das estimativas da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2025) e do World Bank (2025). O Produto Interno Bruto *per capita* (PIBpc), a preços constantes de 2015, está expresso em dólares americanos, sendo disponibilizado pelo World Bank (2025) e pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Organization for Economic Co-Operation and Development, 2025).

Vale salientar que a ocorrência dos focos de calor é ainda afetada pelo clima. Portanto, para identificar de forma crível os impactos da atividade do fogo na América do Sul, deve-se considerar a questão climática. Para tal, incorporou-se à análise a mudança anual de temperatura, expressa em graus Celsius (°C) e calculada pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (2025). Cabe destacar que os critérios de inclusão das variáveis se deram pela cobertura por países e pela abrangência da variável no cenário de 2002 a 2022.

3.3 Estratégia empírica

Para quantificar os efeitos dos focos de calor no mercado de trabalho da América do Sul, fez-se uso de modelo de dados em painel com estimativas de efeitos fixos, estratégia empregada nos trabalhos de Prudencio et al. (2018), Jones & McDermott (2021), Borgschulte et al. (2024), Cabral & Dillender (2024), Han et al. (2024) e Xie (2024). Desse modo, o modelo para o mercado de trabalho pode ser apresentado a partir da Equação (1) a seguir:

$$MT_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Focos_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \alpha_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \tag{1}$$

Onde $MT_{i,t}$ é uma das quatro estatísticas do mercado de trabalho apresentadas no Quadro 01, para o país i no ano t ; Focos é a variável que representa a densidade dos focos de calor a cada $100km^2$, que ocorreu no país i no ano t ; $X_{i,t}$ é o vetor de variáveis sociodemográficas (densidade populacional e PIBpc) e climática (mudança anual de temperatura); o termo $\alpha_{i,t}$ denota os efeitos fixos por país e ano; e $\varepsilon_{i,t}$ é o termo de erro idiossincrático.

Da Equação (1), o coeficiente de interesse é o β_1 , que fornece informações sobre os impactos dos focos de calor da América do Sul nas estatísticas do mercado de trabalho. Um β_1 negativo e significativo indica que o aumeo dos focos de calor reduz o desempenho da variável dependente, $MT_{i,t}$. Por outro lado, um β_1 positivo e significativo indica que mais focos de calor estão associados a aumentos nas variáveis do mercado de trabalho.

4 Resultados e Discussão

4.1 Análise descritiva das variáveis

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas do mercado de trabalho na América do Sul entre os anos de 2002 e 2022. A média dos “conta própria” no período analisado foi de 4,35%, com percentual mínimo de 0,98%, observado no Suriname em 2002, e valor máximo de 8,03% para a Bolívia no ano de 2014.

Quanto à distribuição setorial do emprego, conclui-se que o setor agrícola possui menor média de participação no emprego, com 18,19%, com registro máximo (42,38%) na Bolívia, no ano de 2002 e valor mínimo (6,31%) para o Chile no ano de 2022, refletindo a mecanização das práticas agrícolas, e não necessariamente uma redução da dependência do setor na composição do PIB. Dando sequência, o setor industrial é o segundo que mais emprega, com média de 20,77%, variando entre 15,56% no Brasil em 2003 e 27,16% no Suriname em 2015. Enfatiza-se que o desvio-padrão de 2,68% indica uma distribuição mais estável da variável ao longo dos anos e/ou entre países.

Tabela 1. Estatística descritiva do mercado de trabalho na América do Sul, 2002 a 2022.

Estatística	Conta Própria (%)	Empregos: Agrícola (%)	Empregos: Indústria (%)	Empregos: Serviços (%)
Média	4,35	18,19	20,77	61,03
Máximo	8,03	42,38	27,16	73,76
Mínimo	0,98	6,31	15,56	39,86
Desvio-padrão	1,11	9,31	2,68	7,76

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados de International Labour Organization (2025).

Conforme a Tabela 1, o setor de serviços é o de maior importância na América do Sul, pois concentra em média 61,03% dos postos de trabalho, alcançando no máximo 73,76% no Uruguai para o ano de 2020 e no mínimo 39,86% na Bolívia para o ano de 2022.

No que diz respeito aos focos de calor, apresenta-se a série temporal desta estatística na América do Sul, entre os anos de 2002 a 2022, como visto na Figura 2. Os dados suscitam uma tendência de redução no quantitativo dos focos de calor ao longo do período avaliado: na primeira década dos anos 2000, os valores foram significativamente mais elevados quando comparados à segunda década dos anos 2000.

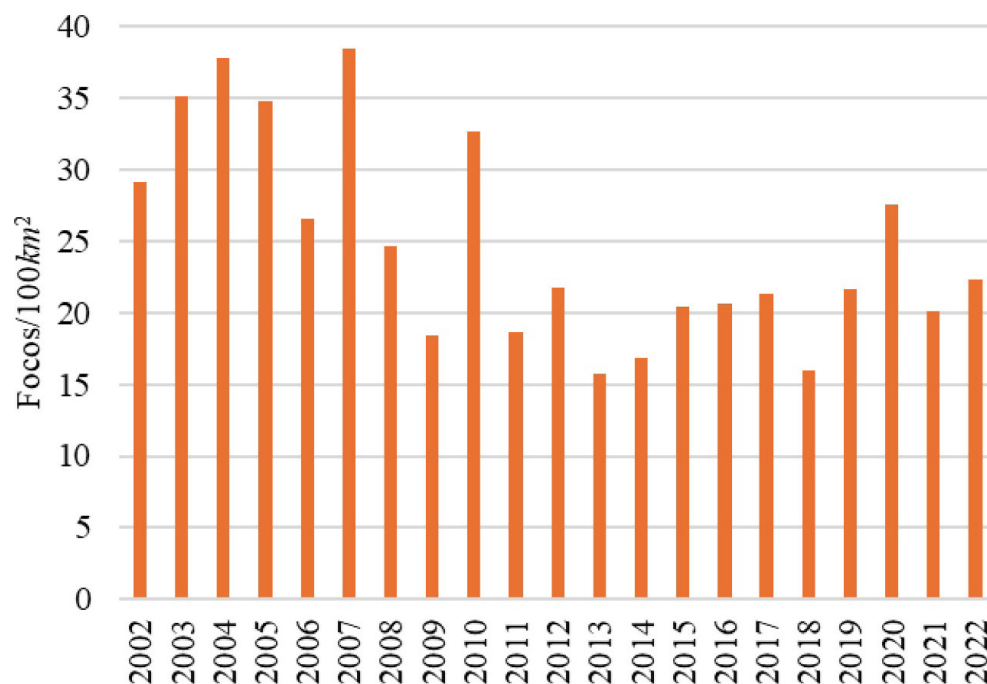


Figura 2. Evolução do quantitativo dos focos de calor na América do Sul, 2002 a 2022.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O maior valor ocorreu no ano de 2007, com cerca de 38 focos a cada 100km^2 , seguido por 2003, 2004 e 2005 que apresentaram níveis elevados, acima dos 34 focos/ 100km^2 . Em oposição, o menor nível de ocorrência foi observado nos anos de 2013 e 2018, com resultados inferiores a 16 focos/ 100km^2 . O ano de 2020 evidencia um salto expressivo na ocorrência dos focos de calor, aproximando-se de 27 focos/ 100km^2 . Cabe mencionar que 2020 foi o primeiro ano da pandemia da COVID-19, fato que pode ter contribuído para uma redução no monitoramento e fiscalização ambiental. Esse cenário possivelmente favoreceu a atividade do desmatamento, que pode vir acompanhada de um aumento na ocorrência dos focos de calor.

4.2 Resultados dos modelos

Os resultados empíricos apresentados na Tabela 2 indicam efeitos heterogêneos da ocorrência dos focos de calor sobre o mercado de trabalho na América do Sul entre 2002 e 2022. De modo geral, os coeficientes estimados revelam que o aumento da densidade dos focos de calor por 100km^2 está associado a uma redução significativa na participação do setor de serviços (coef. = -0,462; $p < 0,05$) e um aumento significativo na proporção de empregos na agricultura (coef. = 0,532; $p < 0,05$). Para os “conta própria” e o setor industrial, os coeficientes não se mostraram estatisticamente significantes.

Esse padrão é coerente com o observado em estudos como o de Jones & McDermott (2021), que identificaram que os megaincêndios estão associados à queda do emprego no setor de serviços, sobretudo devido à interrupção das atividades comerciais e à deterioração das condições de saúde dos trabalhadores. Da mesma forma, os achados de Chan et al. (2022) também apontaram que o setor de serviços é um dos mais afetados pela poluição atmosférica associada aos incêndios, com perda de produtividade e retração de ocupações formais.

Chama a atenção a magnitude do resultado, em que, a cada foco adicional/100km², reduz-se em até 0,462 pontos percentuais os empregos do setor de serviços. Isso revela que os serviços são mais vulneráveis às externalidades negativas dos focos de calor, exemplificadas pela perda de produtividade, evacuação populacional e retração da demanda. É possível que os focos de calor, incêndios e queimadas causem o fechamento parcial de escolas, comércios, hotéis, agências bancárias e serviços públicos.

Tabela 2. Impactos dos focos de calor no mercado de trabalho da América do Sul, 2002 a 2022.

	Conta- Própria	Empregos: Agrícola	Empregos: Indústria	Empregos: Serviços
Focos de Calor/100 km ²	-0,090 (0,054)	0,532* (0,167)	-0,069 (0,096)	-0,462* (0,164)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (<i>within</i>)	0,48	0,65	0,16	0,64
Observações		231		
Controle Sociodemográfico e Climático	Sim	Sim	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Notas: erros-padrão entre parênteses. Nível de significância: * < 0,05. As estimativas completas podem ser vistas no Apêndice 1.

Dialogando com o parágrafo anterior, o estudo de Weihs et al. (2017) apresentou o comportamento da saúde da população local e as alterações ambientais na fronteira agrícola amazônica de Mato Grosso. Durante a fase de ocupação da fronteira, existe uma prevalência das doenças respiratórias, que estão associadas à exposição das pessoas à fumaça das queimadas de florestas e pastagens. Como consequência, compostos químicos e orgânicos são lançados na atmosfera com propriedades tóxicas (Gonçalves et al., 2012).

A associação positiva entre focos de calor e empregos na agricultura pode parecer contraintuitiva à primeira vista, mas encontra evidências em parte da literatura. Por exemplo, Prudencio et al. (2018) mostram que a curto prazo os incêndios ocasionaram um impacto positivo no subsetor de recursos naturais e mineração. Contudo, os prejuízos econômicos gerados pela degradação ambiental e na saúde podem ser altos a médio e longo prazo, por isso os resultados devem ser avaliados com cautela.

Em termos de magnitude, cada foco adicional/100km² aumenta em até 0,532 pontos percentuais o emprego no setor agrícola. Lançando um olhar para os empregos na agricultura, o presente trabalho sugere alguns mecanismos que podem ser responsáveis por esse aumento, sendo a reestruturação da força de trabalho, que pode ocorrer com a destruição das lavouras e das áreas de pastagem, o que eleva a demanda por trabalho para limpeza, replantio e outras atividades de recuperação. Uma outra hipótese é que, em algumas regiões, o uso do fogo faz parte do calendário agrícola tradicional, o que pode coincidir com o aumento de mão de obra na época dos focos de calor.

Para o caso brasileiro, e em atenção ao bioma Cerrado, Santos et al. (2014) alertam, em análise durante os anos de 2002 a 2012, que existe demanda para extensão das fronteiras agrícolas nacionais, mediante conversão dos espaços naturais em áreas agropecuárias. Os estados da Bahia, Maranhão e Piauí são, segundo os autores, locais em que ocorrem tais ampliações, tornando-se imprescindível a conservação dos aspectos ecológicos e hídricos regionais.

Em menor escala geográfica, a pesquisa de Rodrigues et al. (2020) quantificou, no intervalo de junho de 2017 a junho de 2018, os focos de queimadas na cidade de Balsas, localizada no estado do Maranhão, região de fronteira agrícola nacional. Em linhas gerais, boa parte das

notificações foram registradas nos meses de junho a setembro de 2017, sendo que o clima seco prolongado favorece a ocorrência do fogo. Ademais, o avanço na fronteira agrícola de soja na região potencializa os focos de calor, com o desmatamento ilegal e as queimadas criminosas.

4.2.1 Análise de robustez

Para verificar a confiabilidade dos resultados das estimativas econométricas da Tabela 2, procedeu-se com uma análise de robustez considerando amostra diferentes. Portanto, as novas estimativas são apresentadas na Tabela 3 e estão condicionadas a três bases de dados em painel. O primeiro, chamado de Painel A, é formado por todos os países, exceto o Brasil, que foi excluído por ser o território que mais apresenta focos de calor em termos absolutos na América do Sul. Por outro lado, o Painel B envolve os países que contêm bioma Amazônico, sendo composto por Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Guiana Francesa, Peru e Suriname, que juntos performam uma parcela considerável dos focos de calor no continente sul-americano. Por fim, o Painel C agrega os países não-amazônicos, incluindo Argentina, Chile, Paraguai e Uruguai.

Considerando os recortes e tomando o Painel A como ponto de partida, o resultado do impacto dos focos de calor nos empregos agrícolas permaneceu positivo e significativo (coef. = 0,548; $p < 0,05$), reforçando a ideia da necessidade de mão de obra devido às atividades de recuperação ou em atenção ao calendário agrícola tradicional, que utiliza o fogo rotineiramente. Salienta-se, ainda, o impacto negativo dos focos de calor no emprego do setor de serviços, com uma leve redução do impacto se comparado ao resultado visto na Tabela 2: enquanto, anteriormente, cada foco adicional/100km² reduzia o emprego nesse setor em até 0,462 pontos percentuais, a nova estimativa aponta para uma redução de até 0,426 pontos percentuais.

Ao examinar os resultados para o Painel B, fica evidente que as estimativas não foram significantes. Dando sequência à análise, no Painel C, pode-se constatar novamente o impacto positivo da ocorrência dos focos de calor nos empregos no setor agrícola, sendo que cada foco adicional/100km² aumenta em até 0,849 pontos percentuais o emprego no referido setor.

Retomando a discussão dos resultados das Tabelas 2 e 3, pode-se verificar que, em termos de magnitude, o impacto é superior na subamostra dos países do Painel C, e isso é preocupante, pois afeta o setor de serviços de forma mais severa do que nas outras regiões. Entende-se, portanto, que as externalidades negativas da ocorrência dos focos de calor são mais severas nos países não-amazônicos.

Tabela 3. Resultados das estimativas adicionais.

	Conta Própria	Empregos: Agrícola	Empregos: Indústria	Empregos: Serviços
Painel A: todos os países, exceto o Brasil				
Focos de Calor/100 km ²	-0,095 (0,057)	0,548* (0,182)	-0,121 (0,098)	-0,426* (0,174)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (within)	0,51	0,63	0,17	0,60
Observações			210	
Controle Sociodemográfico e Climático	Sim	Sim	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Notas: Erros-padrão entre parênteses. Nível de significância: * < 0,05. As estimativas completas podem ser vistas no Apêndice 1.

Tabela 3. Continuação...

	Conta Própria	Empregos: Agrícola	Empregos: Indústria	Empregos: Serviços
Painel B: apenas países amazônicos				
Focos de Calor/100 km²	-0,105 (0,090)	0,289 (0,241)	0,152 (0,148)	-0,441 (0,261)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R² (within)	0,54	0,70	0,18	0,63
Observações			147	
Controle Sociodemográfico e Climático	Sim	Sim	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Painel C: apenas países não-amazônicos				
Focos de Calor/100 km²	-0,067 (0,069)	0,849* (0,216)	-0,189 (0,122)	-0,660* (0,172)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R² (within)	0,53	0,82	0,60	0,87
Observações			84	
Controle Sociodemográfico e Climático	Sim	Sim	Sim	Sim
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Notas: Erros-padrão entre parênteses. Nível de significância: * < 0,05. As estimativas completas podem ser vistas no Apêndice 1.

Resgatando as estatísticas da Tabela 1, observa-se que a maior parte dos empregos na América do Sul, considerando o período de 2002 a 2022, são oriundos do setor de serviços, com média de 61,03% e, portanto, há de se considerar que os impactos dos focos de calor no setor são relevantes devido à estrutura do mercado de trabalho. Em praticamente todos os países e em quase todos os anos, nota-se a predominância do setor de serviços (International Labour Organization, 2025), o que reforça a preocupação com externalidades negativas destes eventos no mercado de trabalho.

Ainda nessa discussão, é justamente nos países não-amazônicos que se concentram os maiores percentuais da população ocupada no setor de serviços (International Labour Organization, 2025), sendo que, no triênio de 2020 a 2022, 70% dos empregos gerados na Argentina, Chile e Uruguai são oriundos do referido setor. Desse modo, os focos de calor devem ser monitorados com maior atenção nestas regiões, da mesma forma que o manejo do fogo nas queimadas agrícolas deve ser feito de forma assistida e que os incêndios florestais possam ser combatidos para suavizar os danos de tais eventos.

A nível global, destaca-se a intensificação das mudanças climáticas induzidas pelo homem e o potencial para agravar a ocorrência dos focos de calor, incêndios e queimadas. Segundo a World Meteorological Organization (2025a), 2024 é provavelmente o primeiro ano civil a registrar mais de 1,5°C acima da era pré-industrial, com temperatura média global próxima à superfície de 1,55±0,33°C, considerando a média de 1850-1900.

A favor dessa discussão, o *State of The Global Climate*, documento elaborado pela World Meteorological Organization (2025b), enfatiza que as mudanças na temperatura média global próxima à superfície acompanham com frequência os episódios de inundações, secas, ondas de calor e os incêndios florestais, ou seja, fenômenos de ocorrência natural que são amplificados pelas mudanças climáticas. No continente sul-americano, cita-se o incêndio florestal no início de 2024 no Chile, na cidade de Viña del Mar, que resultou em mais de 300 mortes, além de danos a milhares de propriedades, e foi considerado um dos piores incêndios florestais do século XXI. Vale destacar o período de estiagem que ocorreu em 2024 no Rio Negro na cidade de Manaus no Brasil, e ainda que o número de incêndios na Amazônia brasileira é o maior registrado desde 2010 (World Meteorological Organization, 2025b).

Retornando às evidências encontradas por esta pesquisa, pode-se afirmar que o impacto da ocorrência dos focos de calor nos diferentes tipos de empregos foi heterogêneo, porém se mantiveram robustos considerando as subamostras e ainda com os sinais dentro do esperado na literatura que investiga o tema. Isso aponta indícios de uma coerência nos resultados obtidos a partir dos modelos e das subamostras utilizadas.

5 Conclusões

O presente trabalho buscou quantificar os impactos da ocorrência dos focos de calor no mercado de trabalho em 11 países da América do Sul, no período de 2002 a 2022. Para tal, foi utilizada a modelagem de dados em painel com efeitos fixos, consagrada na literatura que avalia a relação entre focos de calor e variáveis relacionadas ao mercado de trabalho. O estudo levou em consideração dados sobre trabalhadores por conta própria, empregos nos setores agrícola, industrial e de serviços, variáveis sociodemográficas (densidade populacional, PIBpc) e climáticas (mudança anual de temperatura).

Os resultados indicaram efeitos heterogêneos na ocorrência dos focos de calor sobre o mercado de trabalho na América do Sul durante os anos analisados. As análises demonstraram que o aumento de um foco adicional por 100km^2 evidencia uma influência negativa em até 0,462 pontos percentuais no setor de serviços, resultado de uma maior vulnerabilidade do setor às externalidades ambientais. Perdas de produtividade, retração da demanda e o impacto na saúde dos trabalhadores devido à exposição à fumaça são alguns dos exemplos de vulnerabilidade. Em contraponto, o setor agrícola apresentou um aumento nos níveis de emprego, que pode estar relacionado com o uso recorrente do fogo no calendário agrícola tradicional. Esses achados são condizentes com a literatura utilizada no referencial teórico.

A análise de robustez confirmou a veracidade dos resultados, indicando que os efeitos negativos sobre os países não-amazônicos são mais enfáticos, onde o setor de serviços é mais acentuado. Os resultados indicam uma realocação setorial do emprego (retração nos serviços e expansão na agricultura), que pode fomentar o desemprego estrutural (Ehrenberg et al., 2025), uma vez que as habilidades dos trabalhadores deslocados do setor terciário não são diretamente transferíveis para as novas demandas do setor primário. Tal descompasso de competências (*mismatch*) evidencia a necessidade de políticas ativas de mercado de trabalho, sobretudo programas de requalificação profissional, para aumentar a resiliência dos trabalhadores diante de tais externalidades ambientais.

As descobertas reforçam ainda a necessidade de políticas de prevenção, com destaque para os monitoramentos espaciais, que são uma opção econômica para o mapeamento das áreas de queimadas (Santos et al., 2014), e de fiscalização ambiental, que ajuda a mitigar os efeitos sobre os empregos e o meio ambiente.

Sob a perspectiva do desenvolvimento sustentável, tais resultados reforçam a necessidade de políticas públicas que considerem simultaneamente as dimensões econômica, social e ambiental. Conforme destacado por Sachs & Stroh (2002), o desenvolvimento deve buscar reduzir tanto a dívida social quanto a dívida ecológica acumuladas ao longo do tempo. Nesse sentido, estratégias voltadas à mitigação dos incêndios e ao uso sustentável dos recursos naturais tornam-se fundamentais para promover um mercado de trabalho mais resiliente e equilibrado.

Como sugestão para estudos futuros, destaca-se a importância de considerar diferenças estruturais entre regiões no que se refere aos impactos econômicos dos incêndios. Na América do Sul, por exemplo, o menor uso de habitações construídas em madeira tende a reduzir a

magnitude dos prejuízos diretos quando comparado a países desenvolvidos, como no caso dos Estados Unidos e Canadá. Nesse sentido, pesquisas futuras podem explorar como características do padrão construtivo e da infraestrutura urbana influenciam os efeitos econômicos das queimadas.

Contribuições dos autores:

WLS: Conceituação, Análise formal, Metodologia, Supervisão, Redação da versão original. ERMV: Análise formal, Curadoria de dados, Metodologia. AKJC: Investigação, *Software*, Visualização, Edição e revisão da versão final. MDGA: Investigação, *Software*, Validação, Edição e revisão da versão final.

Suporte financeiro:

Nada a declarar.

Conflitos de interesses:

Nada a declarar.

Aprovação do conselho de ética:

Não se aplica.

Disponibilidade de dados:

As bases de dados estão disponíveis para consulta na forma dos *links* contidos nas referências.

*** Autor correspondente:**

Wesley Leitão de Sousa. wesleyleitao@gmail.com

6 Referências

- Blundell, R. W., Bozio, A., & Laroque, G. (2011). Extensive and intensive margins of labour supply: working hours in the US, UK and France. *SSRN*, 6051. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1951342>
- Borgschulte, M., Molitor, D., & Zou, E. Y. (2024). Air pollution and the labor market: evidence from wildfire smoke. *The Review of Economics and Statistics*, 106(6), 1558-1575. https://doi.org/10.1162/rest_a_01243
- Cabral, M., & Dillender, M. (2024). Air pollution, wildfire smoke, and worker health. *Social Science Research Network*, w32232.
- Chan, R., Pelli, M., & Vienne, V. (2022). *Wildfires, smoky days, and labour supply*. University of Huddersfield Research Portal. Recuperado em 20 de julho de 2025, de <https://pure.hud.ac.uk/en/publications/wildfires-smoky-days-and-labour-supply/>
- Coulombe, R. G., & Rao, A. (2025). Fires and local labor markets. *Journal of Environmental Economics and Management*, 130, 103109. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2024.103109>

- Dias, V. H. R., Rodrigues, N. P., & Rayol, B. P. (2025). Análise espaço-temporal de focos de calor no município de Santa Maria do Pará, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto*, 6(1), 25-35. <https://doi.org/10.66205/rbsr.v6i1.192>
- Ehrenberg, R. G., Smith, R. S., & Hallock, K. F. (2025). *Modern labor economics: theory and public policy*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003558880>
- Fiehn, M. (2019). *The effect of wildfires on labor markets: a California case study*. Recuperado em 01 de agosto de 2025, de https://www.econ.berkeley.edu/sites/default/files/Fiehn_Martha_The_Effect_of_Wildfires_on_Labor_Markets_A_California_Case_Study.pdf
- Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2025). *Statistics*. Recuperado em 25 de julho de 2025, de <https://www.fao.org/statistics/en>
- Gonçalves, K. S., de Castro, H. A., & Hacon, S. S. (2012). As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(6), 1523-1532. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000600016>
- Han, X., Li, W., & Wang, H. (2024). A burning issue: wildfire smoke exposure, retail sales, and demand for adaptation in healthcare. *Environmental and Resource Economics*, 87(11), 3011-3039. <https://doi.org/10.1007/s10640-024-00925-3>
- Hetalo, S. (2024). *Wildfire smoke and labour market outcomes: evidence from Canada*. Recuperado em 02 de agosto de 2025, de <https://stanhetalo.github.io/files/Paper1-Smoke-Labour-Canada.pdf>
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. (2025). *Programa queimadas do INPE*. Recuperado em 26 de julho de 2025, de <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/>
- International Labour Organization – ILO. (2025). *Data and statistics*. Recuperado em 25 de julho de 2025, de <https://www.ilo.org/data-and-statistics>
- Jones, B. A., & McDermott, S. (2021). The local labor market impacts of US megafires. *Sustainability*, 13(16), 9078. <https://doi.org/10.3390/su13169078>
- Kabore, P., Rivers, N., & Armstrong, C. D. (2023). Natural disasters and economic performance: evidence from the slave lake wildfire. *SSRN*. Preprint. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4333191>
- Luo, T. (2023). *Labor market impacts of destructive California wildfires: Monthly Labor Review: U.S. Bureau of Labor Statistics*. Recuperado em 17 de julho de 2025, de <https://www.bls.gov/opub/mlr/2023/article/labor-market-impacts-of-destructive-california-wildfires.htm>
- National Interagency Fire Center. (2020). *National interagency fire center*. Recuperado em 17 de julho de 2025, de <https://www.nifc.gov/>
- Nepstad, D., Schwartzman, S., Bamberger, B., Santilli, M., Ray, D., Schlesinger, P., Lefebvre, P., Alencar, A., Prinz, E., Fiske, G., & Rolla, A. (2006). Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology: The Journal of the Society for Conservation Biology*, 20(1), 65-73. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00351.x>
- Nielsen-Pincus, M., Moseley, C., & Gebert, K. (2013). The effects of large wildfires on employment and wage growth and volatility in the western United States. *Journal of Forestry*, 111(6), 404-411. <https://doi.org/10.5849/jof.13-012>
- Ocampo, J. A. (2017). Commodity-Led Development in Latin America. *Revue internationale de politique de développement*, 9, 51-76. <https://doi.org/10.4000/poldev.2354>
- Organization for Economic Co-Operation and Development – OECD. (2025). *OECD data explorer*. Recuperado em 25 de julho de 2025, de <https://data-explorer.oecd.org/>

- Pradhan, S., & Arneson, E. (2024). Residential housing labor market outcomes following wildfires: A case study of the 2018 camp fire. *60th Annual Associated Schools of Construction International Conference*, 5, 759-767.
- Prebisch, R. (1950). *The economic development of Latin America and its principal problems*. Lake Success, NY: United Nations Department of Economic Affairs.
- Prudencio, L., Choi, R., Esplin, E., Ge, M., Gillard, N., Haight, J., Belmont, P., & Flint, C. (2018). The Impacts of Wildfire Characteristics and Employment on the Adaptive Management Strategies in the Intermountain West. *Fire*, 1(3), 46-69. <https://doi.org/10.3390/fire1030046>
- Rodrigues, J. B., Silva, D. D. S., Sales, L. L. N., Freitas, S. J. N., & Cabral, A. C. L. C. (2020). Análise de focos de queimadas no município de Balsas/MA. *Nature and Conservation*, 13(3), 146-151. <https://doi.org/10.6008/CBPC2318-2881.2020.003.0015>
- Sachs, I., & Stroh, P. Y. (2002). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond.
- Saiani, C. C. S., & Perosa, B. B. (2016). Saúde respiratória e mecanização da colheita da cana-de-açúcar nos municípios paulistas: a importância do protocolo agroambiental. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 54(1), 29-50. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-9479005401002>
- Santos, P. R., Pereira, G., & Rocha, L. C. (2014). Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012). *Caderno de Geografia*, 24(1), 133-142.
- Sousa, W. L., & Irffi, G. (2024). Focos de calor na América do Sul: evidências para o período de 2002 a 2018. *Estudos Econômicos*, 54(2), e53575422. <https://doi.org/10.1590/1980-53575422wlg>
- Stocks, B. J., & Kauffman, J. B. (1997). Biomass consumption and behavior of wildland fires in boreal, temperate, and tropical ecosystems: Parameters necessary to interpret historic fire regimes and future fire scenarios. In J. S. Clark, H. Cachier, J. G. Goldammer & B. J. Stocks (Eds.), *Sediment records of biomass burning and global change* (pp. 169-188). Berlin: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59171-6_8
- Walls, M., & Wibbenmeyer, M. (2023). How local are the local economic impacts of wildfires? Recuperado em 17 de julho de 2025, de https://media.rff.org/documents/WP_23-03.pdf
- Weihs, M., Sayago, D., & Tourrand, J.-F. (2017). Dinâmica da fronteira agrícola do Mato Grosso e implicações para a saúde. *Estudos Avançados*, 31(89), 323-338. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890024>
- World Bank. (2025). World development indicators. Recuperado em 17 de julho de 2025, de <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
- World Meteorological Organization – WMO. (2025a). State of the global climate 2024. Recuperado em 17 de julho de 2025, de <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024>
- World Meteorological Organization – WMO. (2025b). State of the global climate 2024. Recuperado em 17 de julho de 2025, de <https://library.wmo.int/records/item/69455-state-of-the-global-climate-2024>
- Xie, V. W. (2024). Labor market adjustment to extreme heat shocks: Evidence from Brazil. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 222, 266-283. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2024.04.017>

Data de submissão: 22 de dezembro de 2025.

Data de aceite: 25 de maio de 2026.

Classificação JEL: C23, J21, Q54.

Editor associado: Angélica Massuquetti

Apêndice 1. Resultados das estimativas completas para amostra geral e subamostras.

	Conta Própria	Empregos: Agrícola	Empregos: Indústria	Empregos: Serviços
Amostra completa				
Focos de Calor/100 <i>km</i> ²	-0,090 (0,054)	0,532* (0,167)	-0,069 (0,096)	-0,462* (0,164)
PIBpc	-0,00004 (0,00003)	-0,0001 (0,0001)	0,00001 (0,00006)	0,0001 (0,0001)
Densidade Populacional	-0,236* (0,024)	0,320* (0,076)	-0,099* (0,044)	-0,220* (0,074)
Mudança Anual de Temperatura	-0,038 (0,198)	1,136 (0,608)	-0,558 (0,350)	-0,577 (0,595)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (<i>within</i>)	0,48	0,65	0,16	0,64
Observações			231	
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Painel A: todos os países, exceto o Brasil				
Focos de Calor/100 <i>km</i> ²	-0,095 (0,057)	0,548* (0,182)	-0,121 (0,098)	-0,426* (0,174)
PIBpc	-0,00003 (0,00003)	-0,0001 (0,0001)	-0,00004 (0,00006)	0,0001 (0,0001)
Densidade Populacional	-0,231* (0,025)	0,318* (0,080)	-0,122* (0,043)	-0,196* (0,077)
Mudança Anual de Temperatura	-0,042 (0,205)	1,224 (0,650)	-0,496 (0,349)	-0,727 (0,620)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (<i>within</i>)	0,51	0,63	0,17	0,60
Observações			210	
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Painel B: apenas países Amazônicos				
Focos de Calor/ 100 <i>km</i> ²	-0,105 (0,090)	0,289 (0,241)	0,152 (0,148)	-0,441 (0,261)
PIBpc	-0,00006 (0,00005)	-0,0006* (0,0001)	0,00009 (0,00008)	0,0005* (0,0001)
Densidade Populacional	-0,250* (0,028)	0,328* (0,076)	-0,132* (0,047)	-0,196* (0,083)
Mudança Anual de Temperatura	0,534 (0,391)	3,591* (1,050)	-0,780 (0,645)	-2,810* (1,137)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (<i>within</i>)	0,54	0,70	0,18	0,63
Observações			147	
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000
Painel C: apenas países não-Amazônicos				
Focos de Calor/100 <i>km</i> ²	-0,067 (0,069)	0,849* (0,216)	-0,189 (0,122)	-0,660* (0,172)
PIBpc	-0,00001 (0,00007)	0,0003 (0,0002)	-0,0002 (0,0001)	-0,00008 (0,0001)

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa.**Notas:** erros-padrão entre parênteses. Nível de significância: * < 0,05.

Apêndice 1. Continuação...

	Conta Própria	Empregos: Agrícola	Empregos: Indústria	Empregos: Serviços
	Amostra completa			
Densidade Populacional	0,180 (0,118)	-0,968* (0,369)	0,452* (0,209)	0,515 (0,294)
Mudança Anual de Temperatura	-0,194 (0,271)	0,270 (0,847)	-0,096 (0,480)	-0,173 (0,674)
Efeitos Fixos: Ano e País	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² (<i>within</i>)	0,53	0,82	0,60	0,87
Observações			84	
Prob > F	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: elaborada a partir dos dados da pesquisa.

Notas: erros-padrão entre parênteses. Nível de significância: * < 0,05.