



## Educação Ambiental e o compromisso com o futuro: por mais florestas e menos biomassas

**Sebastião Melo Campos**  
Universidad Interamericana - PY

**Resumo:** As queimadas, ou queima de biomassa florestal, é uma prática antiga e persistente no Brasil, sendo uma das principais fontes de emissão de gases de efeito estufa em escala global. No entanto, a conscientização escolar e social acerca de seus impactos é relativamente recente. Neste contexto, a presente revisão apresenta os estudos realizados nos últimos anos sobre as queimadas na Amazônia Brasileira e suas implicações na saúde respiratória. Logo, o objetivo principal é fornecer informações relevantes para gestores e líderes ambientais sobre os desafios relacionados à queima de biomassa florestal na região amazônica. Os resultados evidenciaram que grandes queimadas, tanto no Brasil quanto em outras partes do mundo, têm atraído a atenção para essa questão, embora as iniciativas destinadas à prevenção e controle dos incêndios sejam insuficientes, cabendo uma ampliação desse compromisso junto às escolas. Portanto, na Amazônia, devido às suas características geográficas e ambientais específicas, além de uma complexa história de ocupação, o uso do fogo continua a expor um número crescente de pessoas a seus efeitos nocivos a cada ano.

**Palavras-chave:** Queimada; Educação Ambiental; Amazônia.



Recebido em: Mar. 2024 Aceito em: Ago. 2024

DOI: 10.56069/2676-0428.2024.492

*Pesquisa Científica em Perspectiva Global*

Setembro, 2024 v. 3, n. 21

Periódico Multidisciplinar da FESA Educacional

ISSN: 2676-0428





## Environmental Education and the commitment to the future: for more forests and less biomass

**Abstract:** Burning, or burning forest biomass, is an old and persistent practice in Brazil, being one of the main sources of greenhouse gas emissions on a global scale. However, school and social awareness of its impacts is relatively recent. In this context, the present review presents the studies carried out in recent years on fires in the Brazilian Amazon and their implications for respiratory health. Therefore, the main objective is to provide relevant information to environmental managers and leaders about the challenges related to the burning of forest biomass in the Amazon region. The results showed that large fires, both in Brazil and in other parts of the world, have attracted attention to this issue, although initiatives aimed at preventing and controlling fires are insufficient, and it is necessary to expand this commitment with schools. Therefore, in the Amazon, due to its specific geographical and environmental characteristics, as well as a complex history of occupation, the use of fire continues to expose an increasing number of people to its harmful effects each year.

**Keywords:** Burning; Environmental education; Amazônia.

## Educación ambiental y apuesta de futuro: por más bosques y menos biomasa

**Resumen:** La quema, o quema de biomasa forestal, es una práctica antigua y persistente en Brasil, siendo una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero a escala global. Sin embargo, la conciencia escolar y social de sus impactos es relativamente reciente. En este contexto, la presente revisión presenta los estudios realizados en los últimos años sobre los incendios en la Amazonía brasileña y sus implicaciones para la salud respiratoria. Por lo tanto, el objetivo principal es brindar información relevante a los gestores y líderes ambientales sobre los desafíos relacionados con la quema de biomasa forestal en la región amazónica. Los resultados mostraron que los grandes incendios, tanto en Brasil como en otras partes del mundo, han atraído la atención sobre este tema, aunque las iniciativas destinadas a prevenir y controlar los incendios son insuficientes, y es necesario ampliar este compromiso con las escuelas. Por lo tanto, en la Amazonía, debido a sus características geográficas y ambientales específicas, así como a una compleja historia de ocupación, el uso del fuego continúa exponiendo a un número cada vez mayor de personas a sus efectos nocivos cada año.

**Palabras clave:** Quema; Educación ambiental; Amazônia.

## Introdução

Anualmente, os incêndios na Amazônia brasileira consomem uma área equivalente a dez vezes o território da Costa Rica. As queimadas e o uso do fogo na agricultura prejudicam o equilíbrio dos ecossistemas, afetam a saúde humana e, conseqüentemente, têm repercussões a nível global.

Esse equilíbrio está sob crescente pressão devido ao acelerado aumento populacional, mudanças nos padrões de consumo e intensificação das atividades econômicas e tecnológicas, que impactam diretamente a qualidade de vida das comunidades afetadas.

A queima de biomassa é considerada uma das principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa e representa uma prática antiga no Brasil. No entanto, a conscientização global sobre seus impactos é uma preocupação mais recente.

Apesar de anos de pesquisa sobre os efeitos dos poluentes do ar em áreas urbanas e da extensa cobertura midiática sobre o desmatamento e incêndios – sejam acidentais ou intencionais – os potenciais efeitos sobre a saúde da população ainda são insuficientemente explorados pela comunidade científica.

As grandes queimadas registradas em Bornéu (1983 e 1997), Tailândia (1997), Indonésia (1997), Roraima (1997-1998), Mato Grosso (1998) e Pará (1998) destacaram essa problemática; no entanto, as medidas voltadas para a prevenção e controle dos incêndios ainda são inadequadas.

Nesse contexto, esta revisão visa fornecer informações relevantes aos gestores e líderes ambientais, com o objetivo de minimizar as incertezas relacionadas à queima de biomassa, com ênfase especial na Amazônia Brasileira.

## A história por detrás da realidade

Vários fatores contribuem para a degradação da floresta, com destaque para o corte seletivo, incêndios (intensificados pela derrubada) e práticas agro-pastoris. O desmatamento e as queimadas constituem duas das questões ambientais mais sérias que o Brasil enfrenta atualmente. Embora sejam práticas

distintas, elas estão inter-relacionadas, pois, após a derrubada da vegetação, é comum a queima do material restante.

Neste contexto, a floresta Amazônica permaneceu intacta até o início da moderna era do desmatamento, que se iniciou com a construção da rodovia Transamazônica em 1970. Nos últimos anos, a taxa de degradação florestal alarmou as estatísticas, com aproximadamente 20% da floresta desmatada, especialmente na área conhecida como "arco do desmatamento", que se estende de Paragominas, no Pará, até Rio Branco, no Acre.

A crescente utilização e o uso indiscriminado do fogo emergiram como um grave problema ambiental no país. À medida que as áreas destinadas à pecuária bovina se ampliavam, a prática do fogo aumentou. Os incentivos fiscais foram um fator crucial que fomentou o desmatamento nas décadas de 1970 e 1980, e desde 1991, essas políticas têm acelerado o desflorestamento.

Estudos realizados em 1998 na área do arco do desmatamento mostraram que apenas 25% das áreas desmatadas pertenciam a propriedades de 100 hectares ou menos, evidenciando o domínio dos grandes empreendimentos florestais.

Nas florestas amazônicas, o fogo avança lentamente pelo sub-bosque, queimando as bases das árvores. Após sucessivas queimadas, a área devastada é registrada como desmatamento nas imagens de satélite. Um exemplo notável de perda florestal ocorreu durante o fenômeno do El Niño, em 1997 e 1998, quando um incêndio em Roraima devastou entre 11.394 e 13.928 km<sup>2</sup> de floresta primária intacta.

Do ponto de vista legal, o Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, considera as florestas e outras formas de vegetação como bens de interesse público, devido à sua utilidade e ao valor das terras que ocupam. Essa Lei limita os direitos de propriedade em relação à utilização e exploração das florestas, classificado como uso prejudicial da propriedade apreensões contrárias.

As áreas naturais protegidas incluem unidades de conservação estabelecidas pelo governo, as quais possuem um regime especial de administração

e garantias adequadas de proteção, formando o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), instituído pela Lei 9.985/00.

Ferreira et al. (2004) destacaram que mais de 90% do desmatamento ocorrido entre 2001 e 2003 foi registrado fora das áreas protegidas, evidenciando a relevância desse mecanismo de proteção.

O uso de fogo em florestas e outras áreas vegetais é proibido, salvo em práticas agropastoris ou florestais quando justificadas por características locais ou regionais. O Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998, regulamenta essa prática com normas de precaução, especificando as situações de proibição e condições para a permissão do uso do fogo. A norma também abrange a regulamentação e suspensão temporária da utilização do fogo, levando em conta condições atmosféricas e a demanda por autorizações para queimadas controladas, com o intuito de controlar a emissão de fumaça. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) implementou o Sistema Nacional de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, PREVFOGO, que visa desenvolver programas para ordenar, monitorar, prevenir e combater incêndios florestais.

A Resolução Conama nº 3 de 1990 estabelece padrões de qualidade do ar e define limites para concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassados, podem ameaçar a saúde e o bem-estar da população, além de causar danos à flora e fauna. Essa Resolução atribui aos estados a responsabilidade pelo monitoramento da qualidade do ar e especifica os níveis a serem observados em situações de emergência relacionadas à poluição.

Apesar de ter normas para diversos períodos, a Resolução Conama nº 3 não se adequa completamente às realidades de poluição aguda, como as provocadas por queimadas na Amazônia. Tanto os parâmetros quanto os limites estabelecidos foram direcionados à poluição típica de áreas urbanas.

Em suma, o desmatamento na região resulta de um conjunto complexo de forças subjacentes, incluindo a fragilidade institucional, políticas públicas e interesses governamentais que atuam em sinergia, perpetuando essa prática.

Dessa forma, os desmatamentos e queimadas não são um "novo problema ambiental" no Brasil. A conscientização sobre os danos socioambientais

causados por essas práticas tem aumentado nas últimas décadas, requerendo uma investigação e fiscalização adequadas.

## O controle

O gerenciamento de queimadas abrange um conjunto de ações essenciais voltadas à proteção e conservação dos recursos florestais, com ênfase na prevenção, controle, identificação precoce de riscos e supressão de incêndios. Ao contrário dos riscos geológicos e hidro-meteorológicos, as queimadas são eventos que podem ser previstos, controlados e, em muitas situações, evitados.

A vasta extensão das áreas impactadas por queimadas de biomassa em regiões tropicais torna o sensoriamento remoto por satélites uma abordagem altamente eficiente para monitorar e prevenir esses eventos. Essa tecnologia se destaca como uma ferramenta poderosa para compreender a dinâmica do uso da terra, o desmatamento e seus efeitos ecológicos e sociais, além de ajudar na redução dos custos associados ao combate e mitigação de danos.

Conforme descrito por Guimarães (2000), o sensoriamento remoto consiste em um conjunto de técnicas que possibilitam a coleta de dados sobre os recursos naturais da Terra ou seu ambiente, utilizando sensores instalados em plataformas orbitais que captam a radiação eletromagnética emitida ou refletida, convertendo-a em um sinal analisável.

A aplicação do sensoriamento remoto para a coleta de dados é relativamente recente, iniciando-se no começo do século XX e alcançando avanços significativos, especialmente após a Segunda Guerra Mundial. A partir da década de 1970, o sucesso dos primeiros programas de sensoriamento orbital facilitou sua adoção sistemática pela sociedade civil, com ampla aplicação na pesquisa científica. O lançamento de satélites destinados ao monitoramento de recursos naturais acelerou ainda mais o desenvolvimento dos sensores.

De acordo com Phulpin et al. (1966), as imagens de satélite são empregadas tanto em estudos globais sobre incêndios florestais e clima quanto em análises regionais que avaliam os impactos das queimadas.

Anderson et al. (2005) mencionam duas linhas de pesquisa na detecção de queimadas através de monitoramento: uma voltada para a identificação de focos de calor, essencial para compreender a sazonalidade, frequência e variações anuais das queimadas; e outra destinada à espacialização das queimadas, que quantifica a área afetada por esses eventos.

No Brasil, o monitoramento de queimadas via sensoriamento remoto teve início em julho de 1987 com o projeto SEQE - Sensoriamento Remoto de Queimadas por Satélite, resultado de parcerias entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF).

A detecção de focos de calor na região do cerrado e na floresta tropical brasileira foi iniciada por Pereira em 1981, com a implementação operacional por Setzer e Pereira em 1991 no INPE, usando o radiômetro AVRHH (Advanced Very High Resolution Radiometer) a bordo dos satélites NOAA.

O sistema do INPE para a detecção de focos de calor é composto por cinco etapas: recepção da imagem, seleção das queimadas, obtenção das coordenadas geográficas durante a análise da imagem, elaboração e envio dos produtos.

Desde então, o sistema de detecção de incêndios florestais foi aprimorado pelo INPE, utilizando imagens termais de satélites como TERRA, AQUA, da série NOAA e satélites geoestacionários MSG e GOES. Em colaboração com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e a inclusão do IBDF, o monitoramento teve foco especial na Amazônia, culminando na criação do Programa de Prevenção e Controle às Queimadas e Incêndios Florestais no Arco do Desflorestamento (PROARCO), em resposta às queimadas descontroladas de 1997 no sul da Amazônia e em 1998 em Roraima.

Segundo Setzer (2004), entre as inovações do sistema, estão os mapas de risco de queima, um banco de dados de queimadas a partir de 1992, a expansão do monitoramento para países vizinhos, páginas de previsão climática para a Amazônia, visualização da posição dos satélites, informações sobre

emissões de queimas, alertas para usuários cadastrados e melhorias na resolução de mapas e produtos.

O termo foco de calor ou pixel quente refere-se ao registro de calor captado pela imagem do satélite, onde qualquer temperatura acima de 47°C é interpretada como um foco. Pereira (2007) identifica três fontes de radiação na detecção de incêndios: i) emissão do próprio incêndio: substâncias em combustão; ii) reflexão da área afetada, juntamente com resíduos da combustão; e iii) emissão e reflexão de outras fontes: solo exposto ou rochas, que influenciam o processo.

Assim, um material em combustão emite energia na faixa térmica de 3,7 µm a 4,1 µm do espectro óptico. Para a detecção dos focos, são utilizadas imagens que apresentam essa faixa característica, selecionando os elementos de imagem (pixels) com maior temperatura e saturando o sensor.

### Uma questão de saúde

A Organização Mundial da Saúde (OMS) enfatiza, em um documento sobre incêndios florestais, que a saúde está profundamente relacionada a um meio ambiente saudável, ressaltando a urgência de abordar as queimadas no contexto das transformações ambientais globais.

Embora a literatura atual tenha explorado amplamente a relação entre saúde e poluentes atmosféricos em áreas urbanas, há uma dificuldade em encontrar estudos que analisem os impactos à saúde de populações expostas à fumaça das queimadas, particularmente na região Amazônica.

Essa lacuna pode ser atribuída à necessidade de que as investigações sobre queimadas levem em consideração a influência de fatores exógenos abióticos, que podem produzir efeitos diretos e indiretos nos ecossistemas, comprometendo o equilíbrio entre saúde e doença nas áreas afetadas. Dessa forma, identificar e isolar as diversas variáveis que afetam a saúde torna-se uma tarefa complexa, evidenciando a necessidade de metodologias específicas para cada situação.



Para enfrentar este desafio, a OMS propõe quatro estratégias essenciais para mitigar os riscos à saúde decorrentes das emissões de queimadas: a) caracterização da magnitude e composição das emissões, bem como suas transformações durante o transporte; b) quantificação das concentrações de poluentes tóxicos na atmosfera de áreas habitadas; c) avaliação de cenários prováveis de exposição para as populações afetadas, tanto em ambientes fechados quanto ao ar livre; e d) avaliação dos riscos à saúde resultantes da exposição humana.

### **Pesquisas levantadas**

Em diversas nações, tanto desenvolvidas quanto em desenvolvimento, as doenças respiratórias constituem uma parcela significativa da morbidade, com 60% dessas condições atribuídas diretamente à poluição ambiental. Crianças e idosos apresentam uma vulnerabilidade biológica acentuada à poluição do ar, influenciada por características fisiológicas específicas. As crianças, devido ao seu crescimento acelerado, maior área de superfície em relação ao peso, e elevadas taxas de metabolismo e consumo de oxigênio, são particularmente suscetíveis à inalação de poluentes. Por sua vez, os idosos, em virtude da imunidade diminuída e da redução da função ciliar, encontram-se em maior risco de adoecer em decorrência da poluição atmosférica.

A seguir, apresentamos estudos realizados no Brasil entre 2007 e 2011 que examinam os impactos da queima de biomassa e incêndios florestais na saúde. Na capital do Acre, Rio Branco, um estudo conduzido por Mascarenhas et al. investigou a relação entre os níveis diários de PM<sub>2,5</sub> e os atendimentos de emergência por doenças respiratórias em setembro de 2005, durante um período de alta concentração de fumaça. Ao longo de 23 dias, os níveis de PM<sub>2,5</sub> excederam os limites seguros de qualidade do ar, resultando em um aumento nas consultas de crianças com menos de 10 anos, destacando-se os casos de asma.

Souza (2008) realizou um estudo ecológico em Rio Branco entre 2000 e 2006, correlacionando a quantidade de focos de calor detectados por sensores

com internações hospitalares de crianças menores de quatro anos e idosos acima de 65 anos. O aumento nas internações estava diretamente associado ao número de focos de calor registrados.

Em Tangará da Serra, Mato Grosso, Rosa et al. analisaram internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças com menos de 15 anos entre 2000 e 2005 em uma região fortemente poluída. A taxa de internação foi de 70 por 1.000 crianças, sendo observado um aumento superior a 10% nas internações durante o período seco em comparação com a época das chuvas. As principais causas foram pneumonia (90,7%) e insuficiência respiratória (8,5%).

Castro et al. (2009) investigaram a mortalidade por doenças respiratórias em idosos em Rondônia entre 1998 e 2005, um período marcado pela intensificação das queimadas. Analisando as taxas de mortalidade, descobriram que entre 50% e 80% das mortes estavam possivelmente associadas a essas queimadas.

Ignotti et al. (2010) conduziram uma investigação sobre internações por doenças respiratórias e complicações no parto em relação à exposição ao PM<sub>2,5</sub> nas microrregiões da Amazônia, observando uma incidência maior de internações em idosos expostos a PM<sub>2,5</sub>.

Carmo et al. (2010) estabeleceram uma relação entre a exposição ao PM<sub>2,5</sub> e os atendimentos por doenças respiratórias em crianças e idosos em Alta Floresta, Mato Grosso do Sul, revelando que um aumento de 10 µg/m<sup>3</sup> nos níveis de PM<sub>2,5</sub> estava associado a um crescimento significativo nos atendimentos ambulatoriais.

Rodrigues et al. (2010) descreveram a taxa de internação por asma em idosos na Amazônia, notando uma tendência de queda nas internações ao longo do período analisado, com uma maior incidência durante a estação seca.

O estudo de Silva (2010) em Cuiabá focou nos efeitos do material particulado proveniente de queimadas sobre a saúde de grupos vulneráveis, concluindo que essas emissões estavam correlacionadas a um aumento nas internações por doenças respiratórias em crianças.

Andrade (2011) examinou a relação entre a exposição ao PM<sub>2,5</sub> e as internações hospitalares em Manaus, encontrando uma associação mais forte com as condições meteorológicas.

Por último, Oliveira (2010) avaliou o risco da exposição ao PM<sub>2,5</sub> em crianças de 6 a 14 anos em Tangará da Serra em 2008, concluindo que a exposição durante a seca representou um risco significativo à saúde, apresentando uma dose média de PM<sub>2,5</sub> superior em comparação ao período chuvoso.

### Considerações Finais

A análise dos efeitos das queimadas na saúde humana é de extrema relevância. É fundamental que as informações sejam organizadas, divulgadas e debatidas, não apenas entre as autoridades locais, mas, sobretudo, com equipes multidisciplinares. Essa abordagem possibilita um monitoramento mais eficaz e a implementação de decisões adequadas frente aos desafios ambientais e de saúde pública que emergem.

A execução de estratégias de promoção da saúde, o acompanhamento dos fatores de risco, a detecção precoce de casos e a formulação de ações estratégicas podem, de maneira significativa, minimizar a vulnerabilidade dos sistemas socioambientais, otimizar a organização dos serviços e maximizar a utilização dos recursos disponíveis.

### Referências Bibliográficas

ANDERSON, L. O.; ARAGÃO, L. E. O. C.; LIMA, A.; SHIMABUKURO, E. Detecção de cicatrizes de áreas queimadas baseada no modelo linear de mistura espectral e imagens índice de vegetação utilizando dados multitemporais do sensor MODIS/TERRA no estado do Mato Grosso, Amazônia brasileira. *Acta Amaz* 2005; 35(4):445-456.

ANDRADE, V. S. F. Estudo da associação entre material particulado emitido em queimadas e doenças respiratórias no município de Manaus, AM [dissertação]. INPA: Manaus; 2011.

CARMO, C. N.; HACON, S.; LONGO, K. M.; FREITAS, S.; IGNOTTI, E.; PONCE DE LEON, A.; ARTAXO, P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. **Rev Panam Salud Publica** 2010;27(1):10-16.

CASTRO, H. A.; GONÇALVES, K. S.; HACON, S. S. Tendência da mortalidade por doenças respiratórias em idosos e as queimadas no estado de Rondônia/Brasil - período entre 1998 e 2005. **Cien Saude Colet** 2009;14(6):2083-2009.

FERREIRA L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estud. av.** 2004;19(53):157-166.

GUIMARÃES, R. J. P. S. **Seleção das bandas do sensor Modis Airbone Simulator (MAS) na discriminação de queimadas** [dissertação]. São José dos Campos: INPE; 2000.

IGNOTTI, E.; VALENTE, J. G.; LONGO, K. M.; FREITAS, S. R.; HACON, S. S.; ARTAXO, P. N. Impact on human health of particulate matter emitted from burnings in the Brazilian Amazon region. **Rev Saude Publica** 2010;44(1):121-130.

OLIVEIRA, B. F. A. **Avaliação do risco a saúde infantil relativa à exposição ao PM<sub>2,5</sub> proveniente da queima de biomassa no município de Tangará da Serra - MT 2011** [dissertação]. Fiocruz: Rio de Janeiro, 2010.

PEREIRA, G.; MORAES, E. C.; ARAI, E; OLIVEIRA, L. G. L. Comparação das áreas de queimada obtidas através de dados de campo e de dados do sensor CCD/CBERS 2. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**; 2007 abr 21-26; Florianópolis, Brasil. São José dos Campos: INPE; 2007.

PHULPIN, T.; LAVENU, F.; BELLAN, M. F.; MOUGENOT, B.; BLASCO, F. Using SPOT-4 HRVIR and VEGETATION sensors to assess impact of tropical forest fires in Roraima, Brazil. **International Journal of Remote Sensing** 2002;23(10):1943-1966.

RODRIGUES, P. C. O; IGNOTTI, E; ROSA, A. M; HACON, S. S. Spatial distribution of asthma-related hospitalizations of the elderly in the Brazilian Amazon. *Rev Bras Epidemiol* 2010; 13(3):1-10.

SETZER, A.; YOSHIDA, M. C. **Detecção de Queimadas nas Imagens do Satélite Geoestacionário GOES-12** [relatório técnico versão 3.4]. São José dos Campos: DAS, CPTEC, INPE; 2004.

SILVA, A. M. C. **Quantificação dos efeitos na saúde da exposição à queima de biomassa: uma contribuição ao entendimento dos efeitos da exposição ao material particulado (PM<sub>2,5</sub>) em grupos populacionais sensíveis na Amazônia Legal** [tese]. Fiocruz: Rio de Janeiro; 2010.

SOUZA, L. S. N. **Análise de Impactos das Queimadas sobre a Saúde Humana: Um estudo de caso do Município de Rio Branco, Acre** [dissertação]. Rio de Janeiro: ENSP; 2008.