



Por **Philip Martin Fearnside** Publicado em: 14/10/2024 às 20:23



## **Fogo na Amazônia: impactos ambientais e sociais: 1 – Tipos de fogo**

A grande escala do fogo na Amazônia e dos seus impactos estão se tornando cada vez mais evidentes. Esta série apresenta uma atualização da revisão da literatura sobre assunto apresentada em 2022 pelo autor no 72º Congresso Nacional de Botânica, disponível [aqui](#).

Ocorrências de fogo são agrupadas em duas categorias: queimadas e incêndios (e.g., [1]). Queimadas representam uso proposital do fogo, geralmente como parte do processo de desmatamento para preparar áreas para o plantio ou para manutenção de pastagens e roças agrícolas. Incêndios são fogos danosos, geralmente representando a entrada acidental de fogo na floresta adjacente a uma área sendo queimada propositalmente, ou, então, a destruição de culturas agrícolas, casas e outros bens por esses fogos. Ocasionalmente incêndios podem ser proposital, por ação criminal.

Quase todas os incêndios florestais na Amazônia são de causa antropogênica [2]. Incêndios significativas iniciadas por raios são raros nesta região devido à ocorrência de chuva junto com raios e a alta umidade da floresta na época do ano quando raios são mais comuns. Os incêndios são concentrados na época seca, quando as queimadas proposital são realizadas e a floresta está mais seca e inflamável. O constante aumento da ocupação humana na Amazônia resulta em

mais incêndios, pois fornece os pontos de ignição sem os quais incêndios não ocorrem. O fogo tem uma relação estreita com o desmatamento [3-7] e com a mudança climática [8, 9].

Queimadas e incêndios provocam diversos custos econômicos para as populações humanas nos locais desses eventos [10-15]. A fumaça desses fogos gera micropartículas PM2.5 muito acima dos níveis considerados aceitáveis pela Organização Mundial de Saúde e provoca graves problemas respiratórias, lotando os hospitais da região [16-19]. Números récorde para fogo resultou em níveis récorde para fumaça em 2023 [20, 21] and in 2024 [22].

A fumaça aumentou complicações com COVID-19 [23]. Este tipo de partícula também provoca câncer do pulmão, o que aparece anos depois [24].

---

*A imagem que abre este artigo mostra área de queimada próxima à comunidade de Campo Novo, em Tefé no Amazonas (Foto: Ricardo Stuckert / PR/10/09/2024).*

---

## Notas

[1] Barlow, J., Berenguer, E., Carmenta, R. & França, F. 2020. [Clarifying Amazonia's burning crisis](#). *Global Change Biology* 26: 319-321.

[2] Fearnside, P.M. 1990. Fire in the tropical rain forests of the Amazon Basin. p. 106-116 In: J.G. Goldammer (ed.) *Fire in the Tropical Biota: Ecosystem Processes and Global Challenges*. Springer-Verlag, Heidelberg, Alemanha. 490 p.

[3] de Oliveira, G., Mataveli, G., Stark, S.C., Jones, M.W., Carmenta, R., Brunzell, N.A., Santos, C.A.G., da Silva Junior, C.A., Cunha, H.F.A. & da Cunha, A.C. 2023. [Increasing wildfires threaten progress on halting deforestation in Brazilian Amazonia](#). *Nature Ecology & Evolution* 7(12): 1945-1946.

[4] Alencar, A., Martenexen, L.F., Gomes, J., Morton, D. & Brando, P. 2024. [Amazônia em chamas: Entendendo a relação entre o fogo e desmatamento em 2023](#). Nota Técnica No. 12. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), Brasília, DF. 20 p.

[5] da Silva, S.S., Fearnside, P.M., Anderson, L.O., de Melo, A.W.F., Silva Junior, C.H.L., Brown, I.F. & Morelli, F. 2023. [Análise de focos de calor e área queimada no estado do Acre](#). *XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2 a 5 de abril de 2023, Florianópolis, SC, Vol. 20: 2979-2982*. Art. 156367. Eds. D.F.M.

Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP.

[6] Barni, P.E., Santos, A.M., Pedreira, B.S., do Nascimento, F.B., dos Santos, J.F., de Sousa, K.G.A., dos Santos, R.V., Alves, T.S., Vieira, T.S., Dias, V.S., Pereira, Y.A., Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 2023. [Ocorrência de queimadas em área de uso antrópico na região centro sul do estado de Roraima, Brasil](#). *Ambiente: Gestão e Desenvolvimento* 16(2): 46-64.

[7] Dutra, D.J., Anderson, L.O., Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A., Yanai, A.M., Dalagnol, R., Burton, C., Jones, C., Betts, R. & de Aragão, L.E.O.C. 2023b. [Fire dynamics in an emerging deforestation frontier in southwestern Amazonia, Brazil](#). *Fire* 6(1): art. 2.

[8] Diele-Viegas, L.M., Sales, L.P., Hipólito, J., Amorim, C., Pereira, E.J.A.L., Ferreira, P., Folta, C., Ferrante, L., Fearnside, P.M., Malhado, A.C., Rocha, C.F.D. & Vale, M.M. 2022. [We're building it up to burn it down: Fire occurrence and fire-related climatic patterns in Brazilian biomes](#). *PeerJ* 10: art. e14276,

[9] Fonseca, M.G., Alves, L.M., Aguiar, A.P.D., Arai, E., Anderson, L.O., Rosan, T.M. Shimabukuro, Y.E. & de Aragão, L.E.O.C. 2019. [Effects of climate and land-use change scenarios on fire probability during the 21st century in the Brazilian Amazon](#). *Global Change Biology* 25(9): 2931-2946.

[10] Nepstad, D.C., Moreira, A.G. & Alencar, A.A. 1999a. [Flames in the Rain Forest: Origins, Impacts and Alternatives to Amazonian Fires](#). Brasília, DF, *The Pilot Program to Conserve the Brazilian Rain Forest*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. 161 p.

[11] de Mendonça, M.J.C., Vera Diaz, M.C., Nepstad, D., Seroa da Motta, R., Alencar, A., Gomes, J.C. & Ortiz, R.A. 2004. [The economic cost of the use of fire in the Amazon](#). *Ecological Economics* 49: 89–105.

[12] Campanharo, W.A., Lopes, A.P., Anderson, L.O., da Silva, T.F.M.R. & Aragão, L.E.O.C. 2019. [Translating fire impacts in southwestern Amazonia into economic costs](#). *Remote Sensing* 11(7): art. 764.

[13] Oliveira, A.S., Rajão, R.G., Soares Filho, B.S. et al. 2019. [Economic losses to sustainable timber production by fire in the Brazilian Amazon](#). *Geographical Journal* 185: 55–67.

[14] Butt, E.W., Conibear, L., Reddington, C.L. et al. 2020. [Large air quality and human health impacts due to Amazon forest and vegetation fires](#). *Environmental Research Communications* 2: art. 095001.

- [15] Rocha, R. & Sant'Anna, A.A. 2022. [Winds of fire and smoke: Air pollution and health in the Brazilian Amazon](#). *World Development* 151: art. 105722.
- [16] Campanharo, W.A., Morello, T., Christofolletti, M.A.M. & Anderson, L.O. 2022. [Hospitalization due to fire-induced pollution in the Brazilian Legal Amazon from 2005 to 2018](#). *Remote Sensing* 14(1): art. 69.
- [17] Urrutia-Pereira, M, Rizzo, L.V., Chong-Neto, H.J. & Solé, D. 2021. [Impact of exposure to smoke from biomass burning in the Amazon rain forest on human health](#). *Jornal Brasileiro de Pneumologia* 47(5): art. e20210219.
- [18] Anderson, L.O., Silva, S. & Melo, A.W.F. 2023. [There's no smoke without fire!](#) *Cadernos da Saúde Pública* 39(8): art. e00103823.
- [19] McKay, A. 2023. [Deforestation linked to respiratory health](#). *Nature Ecology and Evolution* 7: 794.
- [20] Brown, S. 2024. [Amid record-high fires across the Amazon, Brazil loses primary forests](#). *Mongabay*, 23 de abril de 2024.
- [21] Ferrante, L. & Fearnside, P.M. 2023. [Picos de fumaça em Manaus não podem ser atribuídos às queimadas do Pará, como afirma o governo do Amazonas](#). *Amazônia Real*, 14 de novembro de 2023.
- [22] Lacerda, L. 2024. [Em meio a incêndios, qualidade do ar é considerada insalubre em oito estados e no DF](#). *Folha de S. Paulo*, 26 de agosto de 2024.
- [23] Schroeder, L., de Souza, E.M., Rosset, C. et al. 2022. [Fire association with respiratory disease and COVID-19 complications in the State of Pará, Brazil](#). *The Lancet Regional Health – Americas* 6: art. 100102.
- [24] Crick Institute. 2022. [Scientists reveal how air pollution can cause lung cancer in people who have never smoked](#). Crick Institute, 10 de setembro de 2022.

## Sobre o autor



**Philip Martin Fearnside**

É doutor pelo Departamento de Ecologia e Biología Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 600 publicações científicas e mais de 500 textos de divulgação de sua autoria que podem ser acessados aqui. <https://philip.inpa.gov.br>

<https://amazoniareal.com.br/fogo-e-desmatamento/>



# Fogo na Amazônia: impactos ambientais e sociais: 2 – Fogo e desmatamento



Por [Philip Martin Fearnside](#) Publicado em: 23/10/2024 às 15:00



## Fogo e agricultura

O uso de fogo é uma parte essencial dos sistemas de agricultura da forma praticada por pequenos agricultores na região e para pecuária. Não é tão importante para agricultura mecanizada, como plantações de soja, com exceção de uso junto com desmatamento quando áreas são convertidas diretamente de floresta para essas culturas. Os solos na Amazônia são pobres em fósforo, geralmente o nutriente limitante nessa região, e os solos também são ácidos, limitando a disponibilidade do pouco fósforo que têm. A queimada da biomassa derrubada no desmatamento, ou da capoeira cortada em ciclos subsequentes de uso, aumenta o pH do solo e o teor de fósforo na forma disponível, fazendo com que a qualidade da queimada seja chave para a produção agrícola [1, 2]. Uma queimada boa em solo pobre resulta em mais produção do que uma queimada ruim em um solo bom.

## Fogo e pecuária

A pecuária é o principal indutor do desmatamento e, também, nas áreas que foram originalmente desmatadas para plantar culturas agrícolas a pastagem se torna o principal uso da terra poucos anos depois. O fogo é parte integral deste processo [3]. Os incêndios florestais são aumentados em muito pela fragmentação da floresta induzida pelo desmatamento [4], sendo que isto resulta em extensas bordas com contato com as pastagens que são regularmente queimadas para controlar invasoras lenhosas e para regenerar o capim (*e.g.*, [5, 6]).

As queimadas das pastagens resultam na liberação do carbono na biomassa remanescente da floresta anterior [7]. A queimada também resulta em uma perda a curto

prazo de carbono do solo [8] e pode contribuir para a perda substancial ao longo prazo observado em pastagens sob manejo típico na Amazônia [9]. As queimadas repetidas da pastagem também atrasam o crescimento subsequente de capoeira quando as áreas são deixadas em pousio [10].

### Fogo e manejo florestal

A exploração madeireira, seja por ilegal ou por manejo florestal autorizado, deixa a floresta mais suscetível a incêndios florestais e intensifica os incêndios quando ocorrem [11, 12]. Independente da causa, o provável aumento do risco de incêndios florestais prejudica os esforços para manter floresta amazônica com base no seu valor do seu estoque de carbono em evitar o aquecimento global [13]. [14]

---

*A imagem que abre este artigo mostra área de queimada entre o sul do Amazonas e o norte de Rondônia em julho de 2024. (Foto: Marizilda Cruppe/ Greenpeace).*

---

### Notas

- [1] Fearnside, P.M. 1986. [Human Carrying Capacity of the Brazilian Rainforest](#). Columbia University Press, New York, NY, E.U.A., 293 p. Tradução: *Capacidade de Suporte Humano da Floresta Amazônica*.
- [2] Fearnside, P.M. 1989. [Burn quality prediction for simulation of the agricultural system of Brazil's Transamazon Highway colonists](#). *Turrialba* 39(2): 229-235.
- [3] van Marle, M.J.E., Field, R.D., van der Werf, G.R. et al. 2017. [Fire and deforestation dynamics in Amazonia \(1973–2014\)](#). *Global Biogeochemical Cycles* art. 2016GB005445.
- [4] Dutra, D.J., de Medeiros, T.P., de Freitas, A.L.R., Cabral, B.F., Anderson, L.O., Fearnside, P.M., Nascimento, A.M.Y., Graça, P.M.L.A., da Silva, R.D., Ferro, P.D. & de Aragão, L.E.O.C. 2023a. [Influência da fragmentação florestal na expansão do fogo no sudoeste da Amazônia brasileira – Boca do Acre, Brasil](#). *XX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 2 a 5 de abril de 2023, Florianópolis, SC*, Eds. D.F.M. Gherardi, I. Del'Arco Sanchez & L.E.O.C. de Aragão. Vol. 20: 672-675, art. 155668. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP.
- [5] Silva Junior, C.H.L., Aragão, L.E.O.C., Fonseca, M.G., Almeida, C.T., Vedovato, L.B. & Anderson, L.O. 2018. [Deforestation-induced fragmentation increases forest fire occurrence in central Brazilian Amazonia](#). *Forests* 9(6): art. 305.
- [6] dos Reis, M., Graça, P.M.L.A., Yanai, A.M., Ramos, C.J.P. & Fearnside, P.M. 2021. [Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics](#). *Journal of Environmental Management* 88: art. 112310.
- [7] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1996. [Pasture burning in Amazonia: Dynamics of residual biomass and the storage and release of aboveground carbon](#). *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* 101(D20): 25,847-25,857.
- [8] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 2003. [Burning of pasture in Amazonia: Short-term changes in soil carbon stocks](#). *Brazilian Journal of Ecology* 8(5-6): 11-16.
- [9] Fearnside, P.M. & Barbosa, R.I. 1998. [Soil carbon changes from conversion of forest to pasture in Brazilian Amazonia](#). *Forest Ecology and Management* 108(1-2): 147-166.
- [10] Wandelli, E.V. & Fearnside, P.M. 2015. [Secondary vegetation in central Amazonia: Land-use history effects on aboveground biomass](#). *Forest Ecology and Management* 347: 140–148.
- [11] Nepstad, D.C., Veríssimo, A., Alencar, A. et al. 1999b. [Large-scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire](#). *Nature* 398: 505–508.

[12] Barni, P.E., Rego, A.C.M., Silva, F.C.F. et al. 2021. [Logging Amazon forest increased the severity and spread of fires during the 2015-2016 El Niño](#). *Forest Ecology and Management* 500: art. 119652.

[13] Aragão, L.E.O.C. & Shimabukuro, Y.E. 2010. [The incidence of fire in Amazonian forests with implications for REDD](#). *Science* 328: 1275–1278.

[14] Este texto é uma atualização de: Fearnside, P.M. 2022. Fogo na Amazônia: Impactos ambientais e sociais. p. 479-485. In: C.W.N. Moura & G.H. Shimizu (eds.) *Botânica: Para Que e Para Quem?: Desafios, Avanços e Perspectivas na Sociedade Contemporânea*. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, DF. 517 p.

#### [Artigos de Opinião ou colunas](#)

##### [Sobre a matéria](#)



[Philip Martin Fearnside](#)

É doutor pelo Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 600 publicações científicas e mais de 500 textos de divulgação de sua autoria que podem ser acessados aqui. <https://philip.inpa.gov.br>

<https://amazoniareal.com.br/fogo-na-amazonia-impactos-ambientais-e-sociais-3-fogo-e-mudancas-climaticas/>



## Fogo na Amazônia: impactos ambientais e sociais: 3 – Fogo e mudanças climáticas



Por **Philip Martin Fearnside** Publicado em: 30/10/2024 às 07:00



### **Emissões do desmatamento**

O desmatamento amazônico emite gases de efeito estufa, uma parte dos quais são produzidos pelo fogo quando as áreas desmatadas são queimadas. Isto emite CO<sub>2</sub>, e, também, emite CO, CH<sub>4</sub> e fuligem (carbono preto), e estoque uma parte do carbono em carvão vegetal no solo, todos com implicações para mudanças climáticas [1, 2]. As quantidades de madeira consumida pelo fogo e a quantidade de carvão produzido variam bastante, dependendo da composição diamétrica das árvores (as árvores mais finas queimam mais), o grau de secagem da madeira, e outros fatores [3-8], assim afetando o impacto climático do fogo. A percentagem da madeira que queima determina, também, a percentagem que não queima. A madeira restante após o fogo pode ser queimada subsequentemente quando a pastagem é queimada para a sua manutenção, ou pode decompor, assim também emitindo CO<sub>2</sub>, e, por meio de cupins, CH<sub>4</sub> [9].

### **Emissões dos incêndios florestais**

Incêndios florestais emitem CO<sub>2</sub>, gases traços como CH<sub>4</sub>, e fuligem. As emissões variam bastante, dependendo especialmente das condições climáticas e o efeito de perturbações como incêndios anteriores, efeitos de borda ou exploração madeireira [10-15]. A emissão total é grande, chegando a ser equivalente à emissão do desmatamento que deixou de ser lançada na atmosfera durante o declínio nas taxas de desmatamento que ocorreu entre 2004 e 2012 [16].

### **Fogo em savanas e pastagens**

Savanas amazônicas, tais como o “lavrado” de Roraima, são sujeitos a fogo natural, e a fogo antropogênico. Fogos antropogênicos têm ocorridos há séculos por ações de povos indígenas, mas a frequência destes eventos tem aumentado enormemente em anos

recentes, especialmente onde há acesso por estrada [17]. O aumento da frequência de fogo reduz o componente arbóreo das savanas, prejudicando a estocagem de carbono[18].A queima de graminhas, seja em savanas naturais ou em pastagem plantadas, libera CO<sub>2</sub> e gases traço. A mesma quantidade de CO<sub>2</sub> que é emitida e depois reabsorvida quando a graminha cresce de novo, assim eliminando quase todo o impacto deste componente, mas os gases traço como CH<sub>4</sub> não entram no processo de fotossíntese e acumulam na atmosfera, assim contribuindo para o efeito estufa [1].

### **Impacto do clima sobre o fogo**

Muita pesquisa tem sido feita sobre a relação de parâmetros climáticos e a ocorrência e severidade do fogo na Amazônia. Clima mais quente e seco facilita incêndios, seja devido a mudança climática global, por exemplo por meio de secas provocadas por El Niño ou outros fenômenos, ou pelas mudanças de microclima provocadas por efeitos de borda ou abertura da copa por exploração madeireira. A associação entre grandes secas e incêndios catastróficos, assim como com aumentos de queimadas em áreas já desmatadas, é evidente [19-28]. As projeções climáticas para o futuro incluem aumento de secas com condições sem precedentes [29], além de continuação do aumento da duração da época seca [30]. Estas mudanças implicam em muito mais incêndios florestais [31-33]. [34]

---

*A imagem que abre este artigo mostra queimada em desmatamento recente na Gleba Abelhas, uma floresta pública não destinada federal localizada no município de Canutama, Amazonas (Foto: Marizilda Cruppe/ Greenpeace/ Agosto de 2023).*

---

### **Notas**

- [1] Fearnside, P.M. 2000. [Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation.](#) *Climatic Change* 46(1-2): 115-158.
- [2] Fearnside, P.M. 2002. [Fogo e emissão de gases de efeito estufa dos ecossistemas florestais da Amazônia brasileira.](#) *Estudos Avançados* 16(44): 99-123.
- [3] Fearnside, P.M., Leal Filho, N. & Rodrigues, F.J.A. 1993. [Rainforest burning and the global carbon budget: Biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon.](#) *Journal of Geophysical Research (Atmospheres)* 98(D9): 16,733-16,743.
- [4] Fearnside, P.M. Graça, P.M.L.A., Leal Filho, N., Rodrigues, F.J.A. & Robinson, J.M. 1999. [Tropical forest burning in Brazilian Amazonia: Measurements of biomass loading, burning efficiency and charcoal formation at Altamira, Pará.](#) *Forest Ecology and Management* 123(1): 65-79.
- [5] Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A. & Rodrigues, F.J.A. 2001. [Burning of Amazonian rainforests: burning efficiency and charcoal formation in forest cleared for cattle pasture near Manaus, Brazil.](#) *Forest Ecology and Management* 146(1-3): 115-128.
- [6] Fearnside, P.M., Barbosa, R.I. & Graça, P.M.L.A. 2007. [Burning of secondary forest in Amazonia: Biomass, burning efficiency and charcoal formation during land preparation for agriculture in Apiaú, Roraima, Brazil.](#) *Forest Ecology and Management* 242(2-3): 678-687.
- [7] Graça, P.M.L.A., Fearnside, P.M. & Cerri, C.C.1999. [Burning of Amazonian forest in Ariquemes, Rondônia, Brazil: Biomass, charcoal formation and burning efficiency.](#) *Forest Ecology and Management* 120(1-3): 179-191.
- [8] Righi, C.A., Graça, P.M.L.A., Cerri, C.C., Feigl, B.J. & Fearnside, P.M. 2009. [Biomass burning in Brazil's Amazonian "Arc of Deforestation": Burning](#)

- [efficiency and charcoal formation in a fire after mechanized clearing at Feliz Natal, Mato Grosso](#). *Forest Ecology and Management* 258: 2535–2546.
- [9] Martius, C., Fearnside, P.M., Bandeira, A.G. & Wassmann, R. 1996. [Deforestation and methane release from termites in Amazonia](#). *Chemosphere* 33(3): 517-536.
- [10] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. [Incêndios na Amazônia brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” \(1997/98\)](#). *Acta Amazonica* 29(4): 513-534.
- [11] Vasconcelos, S.S., Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A., Nogueira, E.M., de Oliveira, L.C. & Figueiredo, E.O. 2013. [Forest fires in southwestern Brazilian Amazonia: Estimates of area and potential carbon emissions](#). *Forest Ecology and Management* 291: 199-208.
- [12] Xaud, H.A.M., Martins, F.S.R.V. & dos Santos, J.R. 2013. [Tropical forest degradation by mega-fires in the northern Brazilian Amazon](#). *Forest Ecology and Management* 294: 97–106.
- [13] Brando, P.M., Balch, J.K., Nepstad, D.C. et al. 2014. [Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought–fire interactions](#). *Proceedings of the National Academy of Science of the USA* 111: 6347–6352.
- [14] da Silva, S.S., de Oliveira, I.S., Anderson, L.O. et al. 2019. [Incêndios florestais e queimadas na Amazônia sul ocidental](#). *Mapiense* 3: 27-35.
- [15] Pontes-Lopes, A., Dalagnol, R., Dutra, A.C. et al. 2022. [Quantifying post-fire changes in the aboveground biomass of an Amazonian Forest based on field and remote sensing data](#). *Remote Sensing* 14(7): art. 1545.
- [16] Aragão, L.E.O.C., Anderson, L.O., Fonseca, et al. 2018. [21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions](#). *Nature Communications* 9: art. 536.
- [17] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 2005. [Fire frequency and area burned in the Roraima savannas of Brazilian Amazonia](#). *Forest Ecology and Management* 204 (2-3): 371-384.
- [18] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 2005. [Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia](#). *Forest Ecology and Management* 216(1-3): 295-316.
- [19] Nepstad, D.C., Lefebvre, P.A. & Silva, U.L. 2004. [Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: A basin-wide analysis](#). *Global Change Biology* 10(5): 704–717.
- [20] Alencar, A.C., Nepstad, D. & Diaz, M.C.V. 2006. [Forest understory fire in the Brazilian Amazon in ENO and non-ENSO years: area burned and committed carbon emissions](#). *Earth Interactions* 10(6): art. 6.
- [21] Aragão, L.E.O.C., Malhi, Y., Roman-Cuesta, R.M., Saatchi, S., Anderson, L.O. & Shimabukuro, Y.E. 2007. [Spatial patterns and fire response of recent Amazonian droughts](#). *Geophysical Research Letters* 34: art. L07701.
- [22] Aragão, L.E.O.C., Malhi, Y., Barbier, N., Lima, A., Shimabukuro, Y., Anderson, L. & Saatchi, S. 2008. [Interactions between rainfall, deforestation and fires during recent years in the Brazilian Amazonia](#). *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 363: 1779–1785.
- [23] Vasconcelos, S.S., Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A., Dias, D.V. & Correia, F.W.S. 2013. [Variability of vegetation fires with rain and deforestation in Brazil’s state of Amazonas](#). *Remote Sensing of Environment* 136: 199-209.

- [24] da Silva, S.S., Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A., Brown, I.F., Alencar, A. & de Melo, A.W.F.: 2018. [Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon](#). *Forest Ecology and Management* 424: 312–322.
- [25] da Silva, S.S., de Oliveira, I.S., Morello, T.F. et al. 2021. [Burning in southwestern Brazilian Amazonia, 2016-2019](#). *Journal of Environmental Management* 286: art. 112189.
- [26] Fonseca, M.G., Anderson, L.O. & Arai, E. 2017. [Climatic and anthropogenic drivers of northern Amazon fires during the 2015-2016 El Niño event](#). *Ecological Applications* 27: 2514–2527.
- [27] Silva Junior, C.H.L., Anderson, L.O., Silva A.L. et al. 2019. [Fire responses to the 2010 and 2015/2016 Amazonian droughts](#). *Frontiers in Earth Science* 7: art.97.
- [28] Silveira, M.V.F., Petri, C.A., Broggio, I.S. et al. 2020. [Drivers of fire anomalies in the Brazilian Amazon: Lessons learned from the 2019 fire crisis](#). *Land* 9(12): art. 516.
- [29] Kay, G., Dunstone, N.J., Smith, D.M., Betts, R.A., Cunningham, C. & Scaife, A.A. 2022. [Assessing the chance of unprecedented dry conditions over North Brazil during El Niño events](#). *Environmental Research Letters* 17: art. 064016.
- [30] Butt, N., de Oliveira, P.A. & Costa, M.H. 2011. [Evidence that deforestation affects the onset of the rainy season in Rondonia, Brazil](#). *Journal of Geophysical Research* 116: art. D11120.
- [31] Cochrane, M.A. & Barber, C.P. 2009. [Climate change, human land use and future fires in the Amazon](#). *Global Change Biology* 15: 601–612.
- [32] Silvestrini, R., Soares-Filho, B., Nepstad, D., Coe, M., Rodrigues, H. & Martins, A. 2011. [Simulating fire regimes in the Amazon in response to climate change and deforestation](#). *Ecological Applications* 21(5):1573-1590.
- [33] Burton, C., Kelley, D.I., Jones, C.D., Betts, R.A., Cardoso, M. & Anderson, L. 2021. [South American fire and their impacts on ecosystems increase with continued emissions](#). *Climate Resilience and Sustainability* 1: art. E8.
- [34] Este texto é uma atualização de: Fearnside, P.M. 2022. Fogo na Amazônia: Impactos ambientais e sociais. p. 479-485. In: C.W.N. Moura & G.H. Shimizu (eds.) *Botânica: Para Que e Para Quem?: Desafios, Avanços e Perspectivas na Sociedade Contemporânea*. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, DF. 517 p.

#### Sobre a matéria



**Philip Martin Fearnside**

É doutor pelo Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 600 publicações científicas e mais de 500 textos de divulgação de sua autoria que podem ser acessados aqui. <https://philip.inpa.gov.br>

<https://amazoniareal.com.br/fogo-na-amazonia-impactos-ambientais-e-sociais-4-fogo-como-ameaca-a-floresta-amazonica/>



# Fogo na Amazônia: impactos ambientais e sociais: 4 – Fogo como ameaça à floresta amazônica



Por [Philip Martin Fearnside](#) Publicado em: 06/11/2024 às 15:33



Os incêndios florestais têm o potencial de ameaçar a própria existência da floresta amazônica. Isto ficou evidente pelos enormes incêndios durante a seca do El Niño de 2015/2016, inclusive com um incêndio atingindo uma área de um milhão de hectares perto a Santarém (PA), grande parte em área protegida [1]. A frequência de incêndios de área maior, no lugar de incêndios localizados, pode aumentar [2]. O incêndio em Santarém matou principalmente as árvores grandes, que são as que detém o principal estoque de carbono e que mantêm o microclima na floresta. Os incêndios florestais são inerentemente mais perigosos que o desmatamento, pois o desmatamento é uma ação proposital que as pessoas podem decidir a não fazer, ou o governo pode tomar medidas para convencê-las a não fazer, mas se a floresta esteja queimando de forma acidental é muito mais difícil a parar.

O perigo maior dos incêndios é que iniciam um ciclo vicioso, um processo de retroalimentação positiva que degrada a floresta até que deixa de existir como floresta [3-5]. No primeiro incêndio as chamas são curtas, mas, mesmo assim, matam um certo número de árvores. As árvores amazônicas têm casca fina, diferentes de árvores em ambientes onde as espécies são adaptadas ao fogo, como no Cerrado. O fogo se desloca lentamente pelo chão da floresta, queimando a serrapilheira e demorando para passar

por cada árvore, assim esquentando o câmbio embaixo da casca e matando as árvores mais sensíveis. Na próxima grande seca haverá muita madeira morta na floresta deixada pela mortalidade das árvores, e quando um incêndio entra as chamas vão ser mais compridas e mais quentes, matando mais árvores. Depois de três ou quatro incêndios a floresta pode ser eliminada.

Os danos à floresta causados por incêndios, junto com a degradação por exploração madeireira, já reduziram a biomassa da floresta em enormes áreas da floresta remanescente, especialmente na Amazônia oriental [6]. A magnitude da mortalidade e os mecanismos pelos quais as árvores morrem têm sido os focos de um crescente número de estudos (e.g., [7-12]).

---

*A imagem que abre este artigo mostra queimadas na Terra Indígena do Xingu, em setembro de 2024 (Fotos: João Stangherlin/Ibama).*

---

### Notas

- [1] Berenguer, E., Lennox, G.D., Ferreira, J. et al. 2021. [Tracking the impacts of El Niño drought and fire in human-modified Amazonian forests](#). *Proceedings of the National Academy of Science USA*. 118(30): art. e2019377118.
- [2] Pueyo, S., Graça, P.M.L.A., Barbosa, R.I., Cots, R., Cardona, E. & Fearnside, P.M. 2010. [Testing for criticality in ecosystem dynamics: The case of Amazonian rainforest and savanna fire](#). *Ecology Letters* 13: 793-802.
- [3] Cochrane, M.A., Alencar, A., Schulze, M.D., Souza, C.M., Nepstad, D.C., Lefebvre, P. & Davidson, E.A. 1999. [Positive feedbacks in the fire dynamic of closed canopy tropical forests](#). *Science* 284: 832-1835.
- [4] Cochrane, M.A. 2003. [Fire science for rainforests](#). *Nature* 421: 913–919,
- [5] Barlow, J.B. & Peres, C.A. 2008. [Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest](#). *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 363: 1787–1794.
- [6] Berenguer, E., Ferreira, J., Gardner, T.A. et al. 2014. [Large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests](#). *Global Change Biology* 20: 3713–3726,
- [7] Barlow, J.B., Peres, C.A., Lagan, B.O. & Haugaasen, T. 2003. [Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires](#). *Ecology Letters* 6: 6–8.
- [8] Alencar, A.A.C., Solórzano, L.A. & Nepstad, D.C. 2004. [Modeling forest understory fires in an eastern Amazonian landscape](#). *Ecological Applications* 14: 139–149.
- [9] Morton, D.C., Page, Y.L., DeFries, R.S., Collatz, G.J. & Hurtt, G.C. 2013. [Understorey fire frequency and the fate of burned forests in southern Amazonia](#). *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Biological Sciences* 368: art. 20120163.
- [10] da Silva, S.S., Numata, I., Fearnside, P.M. et al. 2020. [Impact of fires on open bamboo forest in years of extreme drought in southwestern Amazonia](#). *Regional Environmental Change* 20: art. 127.
- [11] da Silva, S.S., Fearnside, P.M., Graça, P.M.L.A. et al. 2021. [Increasing bamboo dominance in southwestern Amazon forests following intensification of drought-mediated fires](#). *Forest Ecology and Management* 490: art. 119139.

[12] Lopes, A.P., Silva, C.V.J., Barlow, J. et al. 2021. [Drought-driven wildfire impacts on structure and dynamics in a wet central Amazonian forest](#). *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 288: art. 20210094.

**Artigos de Opinião ou colunas**

**Sobre a matéria**



**Philip Martin Fearnside**

É doutor pelo Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 600 publicações científicas e mais de 500 textos de divulgação de sua autoria que podem ser acessados aqui. <https://philip.inpa.gov.br>

<https://amazoniareal.com.br/fogo-na-amazonia-impactos-ambientais-e-sociais-5-o-que-se-pode-fazer/>



## Fogo na Amazônia: impactos ambientais e sociais: 5 – O que se pode fazer



Por [Philip Martin Fearnside](#) Publicado em: 13/11/2024 às 17:27



Controlar fogo é difícil, tanto no caso de queimadas propositalis como de incêndios florestais. Isto foi demonstrado pela inabilidade do Exército Brasileiro de conter os surtos de fogo em cada ano de 2019 a 2022, na tentativa de fazer cumprir decretos do Presidente Jair Bolsonaro proibindo o uso de fogo durante 120 dias, o resultado sendo números recordes de pontos de fogo cada ano [1-3]. O Sistema Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (Prevfogo), que é mais eficiente que o Exército, tem a sua atuação limitada às unidades de conservação federais, enquanto o restante da Amazônia é responsabilidade de governos estaduais e municipais [4]. É evidente que a escala dos eventos de fogo ultrapassa em muito a capacidade de controle. Um exemplo do desafio que representa foi o “grande incêndio de Roraima” durante o El Niño e 1997/1998, quando mesmo trazendo bombeiros de Argentina não houve essencialmente nenhuma diminuição do incêndio até que a época chuvosa começasse em março de 1998 (e.g., [5]). Evidentemente, controlar incêndios é muito caro e de eficácia limitada depois do fogo estar iniciada em grande escala.

É evidente que precisa agir antes dos fogos começarem. Algumas medidas diminuem as chances de queimadas escaparem de controle e se tornar incêndios, tais como, preparação de aceiros para proteger florestas e outras áreas vizinhas, tocar fogo no final do dia quando há menos calor e vento, e escolher uma data para queimar quando o combustível não esteja totalmente seca.

Coordenação com vizinhos também ajuda evitar o espalhamento para outras propriedades.

Alguns projetos têm experimentado com alternativas ao uso de fogo na agricultura do tipo corte e queima. Um e o projeto hoje conhecido como “Agricultura sem Fogo”, que começou como o projeto SHIFT (*Studies on Human Impact on Forests and Floodplains in the Tropics*) nos anos 1990, uma colaboração entre a Alemanha e a Embrapa-Amazônia Oriental [6]. O estudo continua em várias unidades de Embrapa [7, 8]. Isto usa vários desenhos de trituradores montados em tratores para triturar capoeira (não troncos da floresta primária). Os resultados são considerados satisfatórios. No entanto, é evidente que ainda não se espalhou em grande escala, provavelmente por depender de equipamentos que não são baratos para obter, manter e operar, portanto, exigindo um subsídio nem sempre disponível.

Outro sistema foi a “tecnologia Yurimaguas”, desenvolvido em uma estação de experimentação em Yurimaguas, Peru por agrônomos da Universidade Estadual de Carolina do Norte, nos EUA [9]. O sistema propunha substituir a agricultura de corte e queima por cultura contínua, mantida com insumos de adubos e agroquímicos. Uma série de problemas agrônômicos, sociais e financeiros impede que o sistema alcançasse seu objetivo de substituir o desmatamento e o uso do fogo [10]. Mesmo se não tivesse esses impedimentos, um problema básico, assim como no caso do triturador, é que é difícil concorrer com algo tão barato e facilmente disponível como o uso de fogo. Em termos do problema maior de desmatamento e fogo na Amazônia brasileira, outra limitação é que essas iniciativas só se tratam de pequenos agricultores familiares, enquanto o grosso do problema se refere a pecuaristas que desmatam e queimam áreas muito maiores. Para os pecuaristas a solução não seria novas tecnologias, mas sim diferentes decisões políticas difíceis para os induzir a investir em atividades econômicas menos danosas [11, 12].

O principal fator levando a mais fogo, especialmente incêndios florestais, é o aquecimento global e as grandes secas resultantes disto. O efeito estufa antropogênico tem solução: exige uma parada rápida das emissões líquidas de gases de efeito estufa. Isto exige um esforço global, e o Brasil deve assumir a liderança nisto sendo que os impactos da continuação do aquecimento seriam desastrosos para o País, a começar pela perda da floresta amazônica e os seus

serviços ambientais [13, 14]. Infelizmente, com a exceção do Ministério do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas (MMA), praticamente todo o resto do governo está agindo no outro lado desta questão [15, 16]. O Ministério dos Transportes quer reconstruir a rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho), que, junto com as estradas laterais planejadas, implica em enormes áreas desmatamento [17], o Ministério das Minas e Energia quer abrir novos campos de perfuração para gás e petróleo, inclusive na foz do rio Amazonas e na floresta Amazônica [18], o Ministério da Agricultura financia pasto e soja na Amazônia e a transformação de pasto em soja tanto dentro como fora da Amazônia, o que resulta em forte desmatamento “indireto” na Amazônia [11], e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) age principalmente para legalizar reivindicações de terra em florestas públicas, que é uma das grandes forças empurrando o desmatamento [11, 19]. [20]

---

*A imagem que abre este artigo mostra agentes do PrevFogo/Ibama no combate a queimada na Terra Indígena do Xingu, Set/24 (Foto: João Stangherlin/Ibama).*

### Notas

- [1] Silveira, M.V.F., Petri, C.A., Broggio, I.S. et al. 2020. [Drivers of fire anomalies in the Brazilian Amazon: Lessons learned from the 2019 fire crisis](#). *Land* 9(12): art. 516.
- [2] Silveira, M.V.F., Silva-Junior, C.H.L., Anderson, L.O. & Aragão, L.E.O.C. 2022. [Amazon fires in the 21st century: The year of 2020 in evidence](#). *Global Ecology and Biogeography* 31(10): 2026-2040.
- [3] Sordi, J. 2022. [Blazing start to Amazon’s ‘fire season’ as burning hits August record](#). *Mongabay*, 01 de setembro de 2022.
- [4] Eufemia, L., Turetta, A.P.D., Bonatti, M., da Ponte, E. & Sieber, S. 2022. [Fires in the Amazon Region: Quick Policy Review](#). *Development Policy Review* 40: art. e12620.
- [5] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. [Incêndios na Amazônia brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento “El Niño” \(1997/98\)](#). *Acta Amazonica* 29(4): 513-534.
- [6] Denich, M., Vielhauer, K., Kato, M.S.A., Block, A., Kato, O.R., de Abreu Sá, T.D., Lücke, W. & Vlek, P.L.G. 2004. [Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of eastern Amazonia](#). *Agroforestry Systems* 61: 91–106.

- [7] Sampaio, C.A., Kato, O.R. & Nascimento-e-Silva, D. 2008. [Sistema de corte e trituração da capoeira sem queima como alternativa de uso da terra, rumo à sustentabilidade florestal no Nordeste Paraense](#). *Revista de Gestão Social e Ambiental* 2(1): 41-53.
- [8] Leão, V.M. da Silva Teixeira, K., de Assis Oliveira, D.P., de Abreu Sá, T.D. & Kato, O.R. 2020. [Agricultura de corte sem queima e o projeto Tipitamba](#). *Cadernos de Agroecologia* 15(2).
- [9] Sanchez, P.A., Bandy, D.E., Villachica, J.H. & Nicholaidis III, J.J. 1982. [Amazon Basin soils: Management for continuous crop production](#). *Science* 216: 821-827.
- [10] Fearnside, P.M. 1987. [Rethinking continuous cultivation in Amazonia](#). *BioScience* 37(3): 209-214.
- [11] Fearnside, P.M. 2021. [O desmatamento da Amazônia–Série Completa](#). *Amazônia Real*
- [12] Fearnside, P.M. (ed.) 2022. [Destruição e Conservação da Floresta Amazônica](#). Editora do INPA, Manaus, Amazonas. 356 p.
- [13] Machado, F.F., M.C.N.S. Terra, A.F. Rodrigues, P.M. Fearnside, L.F.G. Pinto, P.C. Bispo, F.F.V. Faleiro, A.G. Coutinho, A.L. Regolin, C. Jaramillo-Giraldo, F.R. Melo, F.P.L. Melo, I.C.G. Vieira, L.M. Monteiro, L.G.A. Barboza, M. Venzon, R.R.S. Vieira, R. Corrêa, S.M. Pessoa & F.M. Pelicice. 2024. [Além da COP28: O Brasil deve agir para enfrentar a crise global do clima e da biodiversidade](#). *Amazônia Real*, 08 de outubro de 2024.
- [14] Fearnside, P.M. & R.A. Silva. 2023. [A seca na Amazônia em 2023 indica um futuro desastroso para a floresta tropical e seu povo](#). *The Conversation*, 06 de novembro de 2023.
- [15] Fearnside, P.M. 2024. [A Agenda Transversal Ambiental do PPA-2024-2027: Os elefantes na sala](#). *Amazônia Real*, 31 de janeiro de 2024. h
- [16] Fearnside, P.M. 2023. [O que o Brasil deveria ter dito na COP28, mas não disse](#). *Amazônia Real*, 05 de dezembro de 2023.
- [17] Fearnside, P.M. 2024. [Impactos da rodovia BR-319](#). *Amazônia Real*, Série completa
- [18] Fearnside, P.M. 2023. [O leilão do “Fim do Mundo” para exploração de gás e petróleo](#). *Amazônia Real*, 14 de dezembro de 2023.
- [19] Fearnside, P.M. 2023. [Lula e a questão fundiária na Amazônia](#). *Amazônia Real*, 17 de janeiro de 2023.

[20] Este texto é uma atualização de: Fearnside, P.M. 2022. Fogo na Amazônia: Impactos ambientais e sociais. p. 479-485. In: C.W.N. Moura & G.H. Shimizu (eds.) *Botânica: Para Que e Para Quem?: Desafios, Avanços e Perspectivas na Sociedade Contemporânea*. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, DF. 517 p.

### Artigos de Opinião ou colunas

#### Sobre a matéria



**Philip Martin Fearnside**

É doutor pelo Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 600 publicações científicas e mais de 500 textos de divulgação de sua autoria que podem ser acessados aqui. <https://philip.inpa.gov.br>