



Philip M. Fearnside

## Exploração madeireira e incêndios florestais: 6 – Métodos para avaliar a perda de biomassa por classe de severidade do fogo



Por **Amazônia Real** • Publicado em: 17/10/2022 às 16:45



---

**Por Paulo Eduardo Barni, Anelícia Cleide Martins Rego, Francisco das Chagas Ferreira Silva, Richard Anderson Silva Lopes, Haron Abraham Magalhães Xaud, Maristela Ramalho Xaud, Reinaldo Imbrozio Barbosa e Philip Martin Fearnside**

Usamos os níveis de mortalidade de árvores ou de perda de biomassa (dados de inventário) para definir numericamente essas classes e associá-las aos níveis de severidade correspondentes. Para estimar a perda de biomassa por classe de severidade do fogo, usamos as frações de perda de biomassa florestal (toneladas/ha) derivadas do banco de dados do inventário florestal nos 17 transectos (4 × 250 m: 1,7 ha) realizados entre 11 de março e 6 de abril de 2016 para árvores com DAP ≥ 10 cm. Nas 17 parcelas (14 parcelas com ESM e três parcelas sem ESM), foram inventariados 1180 indivíduos (694 indivíduos ha<sup>-1</sup>), dos quais 239 indivíduos (20,3%) foram mortos por fogo.

Árvores que foram consideradas “mortas” foram observadas no campo (1-3 meses após os incêndios) e consideradas mortas com base na falta de folhas, aparência da casca e sinais de danos severos do fogo. As porcentagens para estimar a perda de biomassa em árvores com DAP  $\geq 10$  cm foram derivadas dos dados do inventário florestal. A porcentagem de perda de 10,4% representada pela biomassa morta acima do solo (serapilheira) e a perda de biomassa aérea de 2,4% em árvores mortas com DAP  $< 10$  cm foram derivadas do estudo de Barbosa e Fearnside [1] (Tabela 2).

**Tabela 2.** Frações de perda de biomassa pelo fogo usadas na calculadora raster do SIG para cálculos de perda de biomassa por classe de severidade de fogo.

Severidade	Serrapilheira	DAP	DAP	Fração de perda
		$< 10$ cm	$\geq 10$ cm	
Leve	0,104	0,024	0,022	0,150
Moderado	0,104	0,024	0,074	0,202
Forte	0,104	0,024	0,151	0,279
Muito forte	0,104	0,024	0,329	0,457

O volume foi convertido em biomassa usando a densidade básica média de 0,770 das 11 espécies que mais contribuíram com volume de madeira para nove serrarias levantadas em 2013 em Rorainópolis por Crivelli et al. [2], com base nos valores de densidade básica de Fearnside [3], Nogueira et al. [4] e Silveira et al. [5] ponderados por seus respectivos percentuais do volume processado pelas serrarias (Tabela S6). A “densidade básica” da madeira é a massa seca determinada em estufa dividida pelo volume saturado.

Um cálculo é feito a partir de amostra da biomassa removida nas toras colhidas, juntamente com a perda de biomassa viva acima do solo nas copas e tocos das árvores colhidas e em danos colaterais às árvores não colhidas causados pelas operações de extração de madeira (Tabela S7). A perda de biomassa (35,67 toneladas/ha), quando dividida pelo valor médio de biomassa total (435,3 toneladas/ha) da floresta ombrófila densa na área de estudo [6], resulta em uma fração de perda de 0,082. Nesta abordagem, presume-se que a ESM já tenha removido essa fração da biomassa, e a fração é, portanto, aplicada como uma constante, independentemente da classe de severidade do fogo para áreas incendiadas em área com sinais de ESM.



**Tabela S6.** Cálculo da densidade média ponderada da madeira.

Espécie	Nome local	Volume de madeira (1)		Densidade básica (g cm <sup>-3</sup> )	Nota	Densidade ponderada	Fonte
		m <sup>3</sup>	%				
<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	9.806	29,2	0,878	(2)	0,257	[5]
<i>Dinizia excelsa</i>	Angelim-ferro	9.235	27,5	0,86		0,237	[3]
<i>Hymenolobium excelsum</i>	Angelim-pedra	4.440	13,2	0,64		0,085	[3]
<i>Goupia glabra</i>	Cupiúba	3.880	11,6	0,712	(2,3)	0,082	[4]
<i>Erismia fuscum</i>	Caferana	2.170	6,5	0,49	(4)	0,032	[3]
<i>Qualea paraensis</i>	Rabo-de-arraia	1.350	4,0	0,67		0,027	[3]
<i>Protium sp.</i>	Casca-grossa	1.000	3,0	0,589	(2,3,5)	0,018	[4]
<i>Clarisia racemosa</i>	Guaruba	1.000	3,0	0,665	(2)	0,020	[5]
<i>Couratari stellata</i>	Tuari	320	1,0	0,63		0,006	[3]
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	280	0,8	0,69		0,006	[3]
<i>Handroanthus sp.</i>	Ipê	77	0,2	0,91		0,002	[3]

(1) Os volumes de madeira são de um levantamento de 2013 de 9 serrarias em Rorainópolis por Crivelli et al. [2].

(2) Inclui variação ao longo do tronco.

(3) Inclui variação radial (densidade de discos transversais, incluindo casca)

(4) Densidade de um congênico.

(5) Média de 14 árvores de 7 espécies.

**Tabela S7.** Comparação de fontes de dados oficiais sobre volumes de toras em Rorainópolis.

Ano	Volume processado em serrarias (m <sup>3</sup> ) (a)	Volume de toras presumido a originar de Rorainópolis (m <sup>3</sup> ) (b)	Volume autorizado em projetos de desmatamento (m <sup>3</sup> ) (c)	Volume autorizado em projetos de manejo florestal (m <sup>3</sup> ) (d)	Discrepância entre o volume processado presumido a originar de Rorainópolis e o volume autorizado em projetos de desmatamento (m <sup>3</sup> ) (%)	
2007	40.000	36.000				
2008	32.700	29.430				
2009	32.500	29.250				
2010	33.000	29.700	133.939,0		104.239,0	351,0
2011	32.600	29.340	13.027,8		-16.312,2	-55,6
2012	35.000	31.500	150.319,5		118.819,5	377,2
2013	36.400	32.760	46.156,7		13.396,7	40,9
2014	34.000	30.600	114.311,3		83.711,3	273,6
2015	179.147	161.232	153.920,6		-7.311,7	-4,5
2016	193.210	173.889		20.066,4		
2017	424.601	382.141		14.712,8		
2018	155.942	140.348		41.789,7		
2019	170.000	153.000		13.079,7		
2020				149.611,8		
2010-2015		315.132,3	611.674,9		296.542,6	94,1
2010-2014		153.900	457.754,0		303.854,3	197,4

(a) IBGE [7].

(b) Presume-se que 90% sejam originários do município de Rorainópolis e 10% dos municípios vizinhos de Caracará e São Luiz. Presume-se que o volume de áreas indígenas não seja relatado.

(c) Texto No. 4, Tabela S3.

(d) Tabela S4.



**Tabela S4.** Localização (latitude e longitude), área (ha) e volume (m<sup>3</sup>) autorizados para exploração madeireira nos planos de “manejo florestal sustentável” no município de Rorainópolis.

ID	Latitude	Longitude	Authorized area (ha)	Authorized volume (m <sup>3</sup> )	Average volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Year
1	0,4351889	-60,4069556	552,6	13.079,7	23,7	2019/20
2	0,3815278	-60,6354444	957,9	14.712,8	15,4	2017/18
3	0,5415483	-60,4245542	1.442,9	35.830,9	24,8	2019/20
4	0,7514861	-60,6653361	1.254,1	19.664,6	15,7	2018/19
5	0,5598333	-60,3416111	1.071,0	22.125,1	20,7	2018/19
6	0,7100000	-60,0663889	987,9	26.066,4	26,4	2016/17
7	0,5574109	-60,6592349	964,3	24.456,3	25,4	2020/21
8	0,2734927	-60,4002495	1.163,9	33.588,1	28,9	2020/21
9	0,5218820	-60,6587190	947,7	22.580,0	23,8	2020/21
10	0,9931272	-60,5705950	192,6	5.570,0	28,9	2020/21
11	0,2588300	-60,4437717	1.089,9	31.847,2	29,2	2020/21
12	0,4905078	-60,3520806	666,4	17.003,1	25,5	2020/21
13	0,4905078	-60,3520806	667,8	14.567,1	21,8	2020/21
<b>Total</b>			<b>11.958,8</b>	<b>281.091,3</b>	<b>23,9</b>	

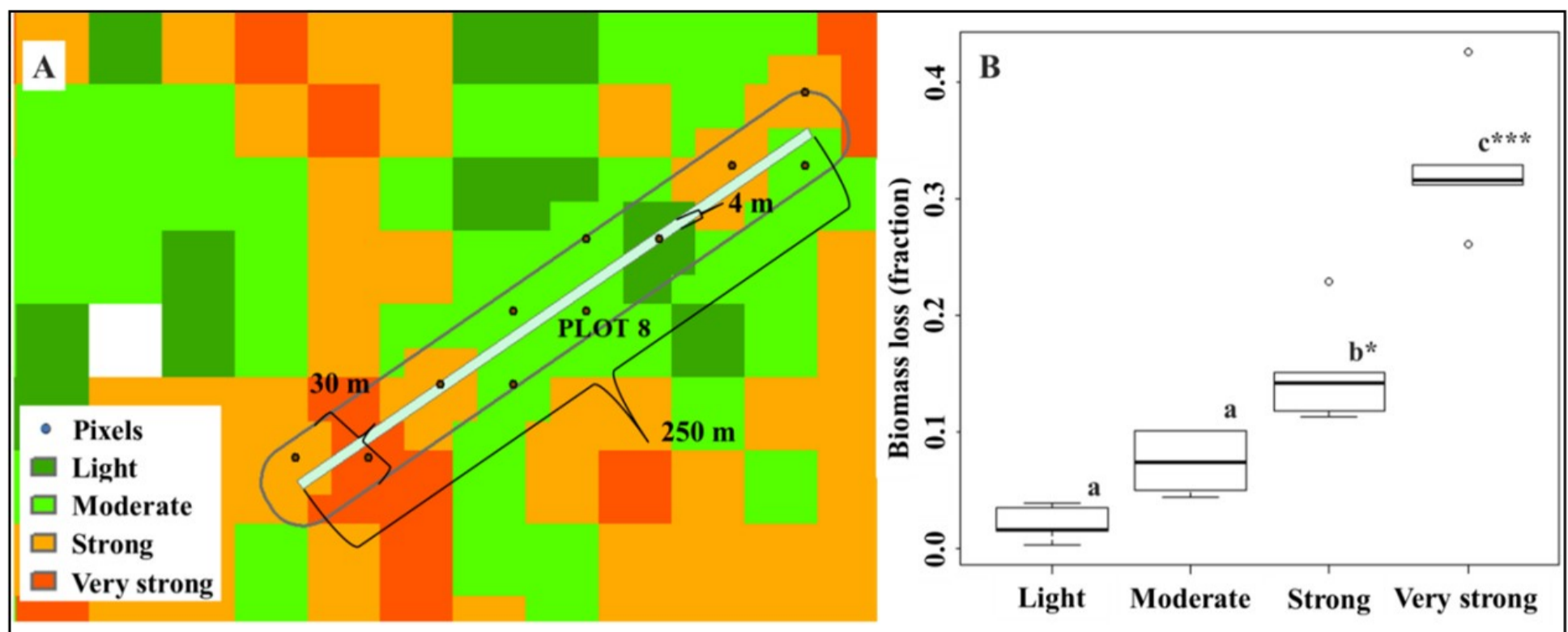
Para derivar essas porcentagens de perda e atribuir os valores de biomassa correspondentes a cada classe de severidade, a informação de DAP ≥ 10 cm nas árvores inventariadas (1.180 indivíduos) foi convertida em biomassa seca acima do solo de acordo com o modelo  $\ln(P) = \beta_0 + \beta_1 \ln(DAP) + \epsilon$ , proposto por Higuchi et al. [8], onde P é o peso fresco (kg<sup>-1</sup>) da biomassa,  $\beta_0$  (-1,497) e  $\beta_1$  (2,548) representam os parâmetros de regressão (interceptação e inclinação), ln é o logaritmo natural e  $\epsilon$  é o erro aleatório. Os valores de biomassa fresca (kg ha<sup>-1</sup>) foram convertidos em biomassa seca (Toneladas/ha) com base no teor médio de água de 40% encontrado por Higuchi et al. [8] (Tabela S2).

**Tabela S2.** Localização (latitude e longitude), área (ha) e data da coleta de dados de campo. ES = extração seletiva. S/ES = sem extração seletiva. C/ES = com extração seletiva.

Nome da parcela	Extração seletiva	Latitude	Longitude	Área (ha)	*Biomassa aérea (Toneladas/ha)	Fogo	Data do censo
Parcela 1	C/ES	0,930891	-60,451279	0,1	404,6	sim	11/03/2016
Parcela 2	C/ES	0,932695	-60,447959	0,1	221,5	sim	11/03/2016
Parcela 3	C/ES	0,929629	-60,442604	0,1	458,5	sim	16/03/2016
Parcela 4	C/ES	0,927556	-60,441827	0,1	322,0	sim	16/03/2016
Parcela 5	C/ES	0,934315	-60,449995	0,1	640,2	sim	16/03/2016
Parcela 6	C/ES	0,934234	-60,452384	0,1	834,0	sim	16/03/2016
Parcela 7	C/ES	0,909708	-60,452814	0,1	320,1	sim	23/03/2016
Parcela 8	C/ES	0,906816	-60,453078	0,1	567,2	sim	23/03/2016
Parcela 9	C/ES	0,912540	-60,452564	0,1	1095,4	sim	23/03/2016
Parcela 10	C/ES	0,913743	-60,454606	0,1	427,1	sim	23/03/2016
Parcela 11	C/ES	0,711231	-60,565005	0,1	863,9	sim	30/03/2016
Parcela 12	S/ES	0,707785	-60,510418	0,1	289,6	sim	03/30/2016
Parcela 13	S/ES	0,709255	-60,508096	0,1	504,0	sim	03/30/2016
Parcela 14	C/ES	0,709511	-60,567284	0,1	1044,2	sim	03/30/2016
Parcela 15	C/ES	0,712057	-60,587902	0,1	387,6	sim	03/30/2016
Parcela 16	C/ES	0,712389	-60,591582	0,1	424,0	sim	03/30/2016
Parcela 17	S/ES	0,989933	-60,425055	0,1	546,6	sim	06/04/2016
<b>Média</b>	-	-	-	-	<b>550,0</b>	-	-

\* Estoque de biomassa seca acima do solo com base em Higuchi et al. [8] com ajuste para 40% de conteúdo de água [8] e para biomassa de palmeiras [9].

A fim de representar as classes de dano de fogo que se sobrepõem aos transectos do inventário, um buffer de 15 m foi criado em torno do comprimento de cada transecto. Em seguida, os valores da classe de gravidade do incêndio foram extraídos de um arquivo raster que cruza as áreas de buffer (Figura 3A); foram atribuídas as porcentagens médias para a perda de biomassa correspondente a cada classe indicada nos pixels, que foram estimadas pelo modelo, e a biomassa total foi calculada para os 17 transectos (Figura 3B). [10]



**Figura 3.** (A) Níveis de severidade do fogo ao longo de uma parcela inventariada no campo e (B) taxas correspondentes (frações) de perda de biomassa. Letras iguais = não significativo; \* = significativo a 5%; \*\*\* = significativo a 0,1% de probabilidade estatística.

A imagem que abre este artigo é de autoria de Nilmar Lage/Greenpeace e mostra a floresta sendo queimada na região da Amacro (Amazonas, Acre e Rondônia), em uma área com cerca de 8.000 hectares de desmatamento, em agosto de 2022.

## Notas

- [1] Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 1999. [Incêndios na Amazônia: Estimativa da emissão de gases de efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento El-Niño \(1997/1998\)](#). *Acta Amazonica*, 29(4): 513-534.
- [2] Crivelli, B.R.S., Gomes, J.P., Morais, W.W.C., Condé, T.M., Santos, R.L. & Bonfim Filho, O.S. 2017. [Caracterização do setor madeireiro de Rorainópolis, sul de Roraima](#). *Revista Ciência da Madeira*, 8(3): 142-150.
- [3] Fearnside, P.M., 1997. [Wood density for estimating forest biomass in Brazilian Amazonia](#). *Forest Ecology and Management*, 90(1): 59-89.
- [4] Nogueira, E.M., Nelson & B.W., Fearnside, P.M. 2005. [Wood density in dense forest in central Amazonia, Brazil](#). *Forest Ecology and Management*, 208: 261-286.
- [5] Silveira, L.H.C., Rezende, A.V. & Vale, A.T. 2013. [Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas](#). *Acta Amazonica*, 43(2): 179-184.
- [6] Barni, P.E., Manzi, A.O., Condé, T.M., Barbosa, R.I. & Fearnside, P.M. 2016. [Spatial distribution of forest biomass in Brazil's state of Roraima, northern Amazonia](#). *Forest Ecology and Management*, 377: 170-181.
- [7] IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2021. [Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura: Tabela 289](#).
- [8] Higuchi, N., Santos, J., Ribeiro, R.J., Minette L. & Biot, Y. 1998. [Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira](#). *Acta Amazonica*, 28(2): 153-166.
- [9] Saldarriaga, J.G., West, D.C., Tharp, M. & Uhl, C. 1988. [Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela](#). *Journal of Ecology*, 76: 938-958.
- [10] Esta série é uma tradução parcial de Barni, P.E., A.C.M. Rego, F.C.F. Silva, R.A.S. Lopes. H.A.M. Xaud, M.R. Xaud, R.I. Barbosa & P.M. Fearnside. 2021. [Logging Amazon forest increased the severity and spread of fires during the 2015-2016 El Niño](#). *Forest Ecology and Management* 500: art. 119652.



**Paulo Eduardo Barni** é Engenheiro Florestal graduado pela Universidade Federal do Amazonas (2007), mestre em Ciências de Florestas Tropicais – CFT, pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA/Manaus (2009) e doutor em Clima e Ambiente, pelo INPA e Universidade Estadual do Amazonas – UEA (2014). Seu interesse em pesquisa inclui modelagem ambiental e climática, com ênfase no comportamento do fogo florestal de sub-bosque, queimadas, simulações de desmatamento, recuperação de áreas degradadas, biomassa de capoeiras e estocagem e emissões de carbono florestal para a atmosfera. É professor da Universidade Estadual de Roraima – UERR, Campus Rorainópolis, Região Sul do Estado de Roraima.

**Anelícia Cleide Martins Rego** é aluna de graduação na Universidade Estadual de Roraima – UERR, Campus Rorainópolis.

**Francisco das Chagas Ferreira Silva** é aluno de graduação na Universidade Estadual de Roraima – UERR, Campus Rorainópolis.

**Richard Anderson Silva Lopes** concluiu a Especialização em Geoprocessamento pela Universidade de Brasília em 2005. Atualmente é Técnico especializado no Corpo de Bombeiros Militar de Roraima, Boa Vista, Roraima. Atua na área de Geografia, com ênfase em Sensoriamento Remoto.

**Haron Abraham Magalhães Xaud** é Eng. Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) com Mestrado e Doutorado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. É pesquisador da Embrapa-Roraima e professor permanente do PRONAT-UFRR (Mestrado e Doutorado). Se dedica a pesquisas nas áreas de Recursos Florestais, Sensoriamento Remoto, Agricultura Sem Queima, Gestão Territorial e Incêndios Florestais.

**Maristela Ramalho Xaud** possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (1993) e mestrado (1998) e doutorado (2013) em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. É pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Roraima). Tem experiência em sensoriamento remoto e geoprocessamento em estudos sobre desmatamento, queimadas, incêndios florestais e mudanças de uso e cobertura da terra. Atua como professora colaboradora do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima-UFRR.

**Reinaldo Imbrozio Barbosa** é Engenheiro Florestal pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Doutor em Biologia Tropical (Ecologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Possui especial interesse em estudos relacionados às mudanças climáticas, uso e ocupação da terra, dinâmica de ecossistemas e emissões de gases do efeito estufa decorrentes das atividades antrópicas na Amazônia. É pesquisador titular do INPA, Professor do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da UFRR (Doutorado/Mestrado) e professor colaborador nos cursos de Pós-graduação em Ecologia e Ciências Florestais do INPA (Doutorado/Mestrado). Suas publicações podem ser encontradas [aqui](#).

**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 750 publicações científicas e mais de 650 textos de divulgação a que estão disponíveis [aqui](#).

Artigos de Opinião ou colunas

🔖 Sobre a matéria



 **Amazônia Real**

A agência de jornalismo independente e investigativo Amazônia Real é uma organização sem fins lucrativos, criada por jornalistas mulheres em 20 de outubro de 2013, em Manaus, no Amazonas, Norte do Brasil. Sua missão é fazer jornalismo ético e investigativo, pautado nas questões da Amazônia e de seu povo. A linha editorial é voltada à defesa da democratização da informação, da liberdade de expressão, da liberdade de imprensa e dos direitos humanos. (redacao@amazoniareal.com.br)

## Compartilhe



### TAGS

[Amazônia](#)[árvores mortas](#)[Biomassa](#)[Devastação](#)[incêndios florestais](#)[perda florestal](#)[Philip M. Fearnside](#)[Poluição](#)[Queimadas](#)

## 0 Comentários

Deixe o seu comentário!

Nome:

Email:

Website:

Mensagem:

Prezados leitores e leitoras da Amazônia Real, o espaço de comentário do site é para sugestões, elogios, observações e críticas. É um espaço democrático e de livre acesso. No entanto, a Amazônia Real se reserva o direito de não aprovar comentários de conteúdo preconceituoso, racista, sexista, homofóbico, com discurso de ódio e nem com links de outros sites. Muito obrigada.

Enviar Comentário

### RELACIONADAS

#### PHILIP M. FEARNSIDE

Grilagem de terras na Amazônia brasileira-4: analisando ilegalidade

23/03/2023 14:35

#### POVOS INDÍGENAS

Advogado que culpou Dorothy Stang defende assassinos de Bruno e Dom

22/03/2023 21:07

#### MEIO AMBIENTE

Hidrovia do rio Tocantins ameaça ribeirinhos, quilombolas e indígenas

22/03/2023 09:39



## **BLOG**

# JOVENS CIDADÃOS DA **AMAZÔNIA**







**UM VÍRUS  
E DUAS  
GUERRAS**



REPÓRTER  
BRASIL



OBSERVATÓRIO  
DO CLIMA



Assine a nossa newsletter

## Acompanhe



## Navegue

Home  
Transparência  
Quem Somos  
Sobre  
Expediente

Arquivos  
Arquivos  
Jovens  
Cidadãos  
Parceiros  
Como doar  
Apoiadores  
Imprensa

## Categorias

Meio Ambiente  
Povos  
Indígenas  
Questão  
Agrária  
Um vírus e duas  
guerras

Política  
Economia e  
negócios  
Cultura

